

Principios de la terapia craneosacra: Revisión bibliográfica

The principles of craniosacral therapy: Bibliographic review

Paloma Botía Castillo

Fisioterapeuta. Clínica Osteozen

Correspondencia: Clínica osteozen C/ Cisne, nº 6-B, 3ºD Murcia CP: 30009
paloma.osteozen@gmail.com

Recibido: 29 de julio de 2010

Aceptado: 16 de septiembre de 2011

RESUMEN

Introducción y objetivos: La terapia craneosacra ha sido un enfoque terapéutico relativamente reciente derivado de la osteopatía craneal. Se fundamentaría en la existencia de una motilidad rítmica inherente del cerebro y la médula espinal, la fluctuación del líquido cefalorraquídeo (LCR), los cambios de tensión de la duramadre, el movimiento rítmico inherente de los huesos del cráneo y la existencia de un movimiento involuntario entre el sacro y los iliacos, sincronizado con el movimiento craneal a través de la duramadre espinal. El objetivo de este estudio ha sido realizar una búsqueda bibliográfica para determinar si existían estudios que respaldaran estos principios.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Medline (Pubmed), Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y PEDro

Resultados: Los estudios consultados describieron la presencia de una motilidad rítmica inherente del cerebro y la médula espinal, fluctuaciones en el LCR, una continuidad de la duramadre y la existencia de movilidad en los huesos craneales. No encontramos evidencia de la existencia de un movimiento del sacro entre los iliacos, sincronizado con el movimiento craneal.

Conclusiones: Existen estudios que avalan los principios de la terapia craneosacra, excepto en el caso del movimiento involuntario del sacro entre los iliacos.

Palabras clave: Manipulaciones musculoesqueléticas, Cráneo, Craneosacro, Duramadre, Líquido cefalorraquídeo.

ABSTRACT

Introduction and objectives: Craniosacral therapy was a relatively recent therapeutic approach derived from cranial osteopathy. It is based on the existence of an inherent rhythmic motility of the brain and spinal cord, fluctuation of the cerebrospinal fluid (CSF), tensional changes of the dura mater, an inherent rhythmic motion of cranial bones and the existence of an involuntary movement between the sacrum and the iliacs, synchronized with cranial movement related with the spinal dura mater. The aim of this study was to make a bibliographic review to determine if there are studies that support these principles.

Material and methods: We did a bibliographic review in Medline (Pubmed), Biblioteca Virtual en Salud (BVS) and PEDro databases.

Results: Consulted studies described the presence of an inherent rhythmic motility of the brain and spinal cord, fluctuations in the CSF, a continuity of the dura mater and the existence of cranial bone mobility. We didn't find evidence of the existence of a movement of the sacrum between the iliacs, synchronized with cranial movement.

Conclusions: There are studies supporting the principles of craniosacral therapy, except in the case of involuntary movement of the sacrum between the iliacs.

Keywords: Musculoskeletal manipulation, Skull, Craniosacral, Dura mater, Cerebrospinal fluid.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La osteopatía fue fundada por Andrew Taylor Still en el siglo XIX. Uno de sus alumnos de la Escuela Americana de Osteopatía, William Gardner Sutherland, desarrolló sus ideas acerca de la osteopatía craneal durante 40 años (1), publicándolas con un seudónimo en 1939.

La terapia craneosacra es un enfoque terapéutico relativamente reciente que deriva del campo de la osteopatía craneal. Algunos osteópatas expresaron la creencia de que podían producir cambios terapéuticos usando "manipulaciones" lentas y suaves de los huesos del cráneo (2).

En 1970 un osteópata americano, John E. Upledger, mientras ayudaba en una cirugía de cuello observó cómo se movía rítmicamente la duramadre. Al no encontrar una explicación coherente a su observación llegó a la conclusión de que la presión dentro del saco membranoso dural fluctuaba de manera rítmica produciendo dicho movimiento (3).

A mitad de los años 70 un equipo de investigadores de la Universidad Estatal de Michigan, entre los que se encontraba John E. Upledger, comenzaron una extensa investigación sobre la terapia craneosacra. Postulaban que el sistema craneosacro, con la producción y absorción del líquido cefalorraquídeo (LCR), tenía todas las características de un sistema hidráulico semicerrado.

La producción y absorción del LCR produciría un ritmo de 6 a 12 ciclos por minuto, llamado ritmo craneal (2). Determinadas circunstancias patológicas podrían dar lugar a un ritmo más lento de 6 ciclos por minuto, o más rápido de 12 ciclos por minuto. Un ritmo más lento generalmente sería indicativo de patología crónica, mientras que si se asocian ritmo y amplitud más lentos indicaría un problema craneosacro más importante.

Según Upledger, el sistema craneosacro es un sistema fisiológico funcional, cuyas partes anatómicas estarían compuestas por (4):

- Las meninges.
- Las estructuras óseas en las que se insertan las meninges.
- Otras estructuras de tejido conectivo íntimamente relacionadas con las meninges.
- El LCR.
- Todas las estructuras relacionadas con la producción, reabsorción y contención del LCR.

Upledger (4) describió que la terapia craneosacra se enfoca hacia las membranas y el líquido cefalorraquídeo que rodean el cerebro y la médula espinal, en lugar de hacia los huesos craneales, usando éstos simplemente como "asas" para acceder a las membranas, en lugar de tratar de manipular las suturas craneales como hacían Sutherland y sus seguidores. La fuerza manipulativa que se aplica en esta técnica es de 5-10 gramos, relativamente poca comparada con la osteopatía craneal tradicional, que usa sustancialmente más fuerza.

Las disfunciones del sistema craneosacro podrían ser primarias o secundarias. Las disfunciones primarias generalmente se deberían a traumatismos como caídas, accidentes de tráfico, accidentes deportivos o laborales. El parto

podría también causar disfunciones craneales, especialmente cuando el nacimiento se produce con fórceps o con ventosa. Además, se cree que el estrés postural crónico y el desequilibrio tónico de la columna cervical resultante podría ser una causa de disfunción primaria que produjera una restricción de la movilidad de los huesos del cráneo.

Podrían producirse problemas secundarios derivados de la disfunción del sistema craneosacro. Debido a la proximidad anatómica de los nervios craneales a la base del cráneo, la disfunción craneal podría afectar teóricamente al cerebro y al sistema nervioso periférico. Se dice que los problemas endocrinos estarían relacionados con la localización de la hipófisis cerca de la sincondrosis esfenobasilar. Asimismo, la restricción del cuadrante posterior craneal se asociaría con trastornos viscerales agudos y crónicos, dada la localización anatómica del nervio vago.

Así pues, el sistema craneosacro estaría íntimamente relacionado, pudiendo influir y estando influido por:

- El sistema nervioso.
- El sistema músculo-esquelético.
- El sistema vascular.
- El sistema linfático.
- El sistema endocrino.
- El sistema respiratorio.

Los objetivos generales del tratamiento craneosacro serían:

- Mejorar las restricciones articulares.
- Reducir las tensiones y restricciones membranosas.
- Mejorar la circulación reduciendo la congestión venosa.
- Reducir el atrapamiento nervioso en la salida por los agujeros de la base del cráneo.
- Relanzar el ritmo y amplitud del impulso craneal rítmico.

En general, a través del mecanismo de ajuste craneal, la terapia craneosacra intentaría equilibrar las tensiones membranosas intracraneales para mejorar la salud general del individuo. Así, las técnicas de terapia craneosacra podrían producir efectos locales en el cráneo y efectos distales en el resto del cuerpo.

La terapia craneosacra, al igual que la osteopatía craneal, se basa en los siguientes principios (1):

1. La existencia de una motilidad rítmica inherente del cerebro y la médula espinal.
2. La fluctuación del LCR que baña y nutre el cerebro y la médula espinal.
3. Los cambios de tensión de la envoltura membranosa que rodea el cerebro y la médula espinal (duramadre). Toda esta estructura membranosa actuaría como una unidad, comportándose como un sistema de "membranas de tensión recíproca".
4. El movimiento rítmico inherente de los huesos del cráneo.
5. La existencia de un movimiento involuntario entre el sacro y los iliacos sincronizado con el movimiento craneal a través de la duramadre espinal.

Los objetivos de este estudio son los siguientes:

1. Determinar, mediante una búsqueda bibliográfica, si existen artículos que demuestren la presencia de una motilidad rítmica inherente del cerebro y la médula espinal.
2. Establecer si existen estudios que evidencien las fluctuaciones del líquido cefalorraquídeo.
3. Comprobar si se encuentran textos que pongan de manifiesto la naturaleza continua de la duramadre.
4. Determinar si existen estudios que muestren la existencia de movilidad en los huesos craneales.
5. Buscar si existe evidencia científica acerca del movimiento involuntario del sacro entre los iliacos, sincronizado con el movimiento craneal.

MATERIAL Y MÉTODO

Criterios de inclusión: aquellos artículos que trataran sobre osteopatía craneal o terapia craneosacra.

Criterios de exclusión: artículos que no trataran sobre la motilidad rítmica inherente del cerebro y la médula espinal,

la fluctuación del LCR, los cambios de tensión de la duramadre, el movimiento rítmico inherente de los huesos del cráneo, la existencia de un movimiento involuntario entre el sacro y los iliacos sincronizado con el movimiento craneal a través de la duramadre espinal.

Se realizaron búsquedas usando los términos clave incluidos en el Index Medicus: "Manipulaciones musculoesqueléticas", "Cráneo", "Duramadre" y "Líquido cefalorraquídeo" traducidas al inglés como "Musculoskeletal manipulations", "Skull", "Dura mater" y "Cerebrospinal fluid". Se combinaron para la búsqueda con el término "craneosacro", que si bien no estaba incluido en el Index Medicus, es de uso habitual en la terminología osteopática, traducido al inglés como "craniosacral".

Se efectuó una búsqueda en la base de datos Medline (Pubmed), Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y PEDro, mediante los descriptores y límites expuestos. [Tabla 1].

Posteriormente se realizó una búsqueda en abanico a partir de las referencias bibliográficas de los artículos encontrados.

Tabla 1: Parámetros de búsqueda y resultados obtenidos en las distintas bases de datos.

MEDLINE (PUBMED)	Resultados	Art. utilizados
"Musculoskeletal manipulations" [Mesh] AND "skull" [Mesh]	114	6
"Musculoskeletal manipulations" [Mesh] AND "craniosacral"	27	5
"Musculoskeletal manipulations" [Mesh] AND "dura mater" [Mesh]	10	2
"Musculoskeletal manipulations" [Mesh] AND "cerebrospinal fluid" [Mesh]	6	1
BVS	Resultados	Art. utilizados
"Manipulaciones musculoesqueléticas" [Mesh] AND "Cráneo" [Mesh]	1	0
"Manipulaciones musculoesqueléticas" [Mesh] AND "Craneosacro"	0	0
"Manipulaciones musculoesqueléticas" [Mesh] AND "duramadre" [Mesh]	1	0
"Manipulaciones musculoesqueléticas" [Mesh] AND "Líquido cefalorraquídeo" [Mesh]	0	0
"Craniosacral"	73	14
PEDro	Resultados	Art. utilizados
"Craniosacral"	4	1
"Skull"	6	0
"Cerebrospinal fluid"	3	0
"Dura mater"	69	0

RESULTADOS

La motilidad rítmica inherente del cerebro y la médula espinal:

Poncelet (1992) (5) utilizando imagen de resonancia magnética, describió un movimiento cerebral consistente en un rápido desplazamiento en la sístole, con una lenta recuperación diastólica. Este movimiento se producía sobre todo en dirección céfalo-caudal y lateral, siendo el movimiento antero-posterior relativamente pequeño.

Enzmann y Pelc (1992) (6), también mediante resonancia magnética determinaron la existencia de un movimiento de las estructuras craneales durante el ciclo cardiaco, de manera que durante el principio de la sístole las estructuras centrales (el diencefalo, el tronco cerebral y las amígdalas cerebelosas) se desplazaron caudalmente, con un desplazamiento máximo en un rango de 0,1-0,15 mm, excepto las amígdalas cerebelosas que mostraron un mayor desplazamiento ($0,40 \pm 0,16$ mm). Como consecuencia, las estructuras periféricas (lóbulos cerebrales y hemisferio cerebeloso posterior) mostraron un movimiento céfálico. Al principio de la sístole, la médula cervical se movía caudalmente en sincronía con el tronco cerebral. Ligeramente más tarde en la sístole, mientras el tronco cerebral y la médula cervical aún se estaban moviendo en dirección caudal, la médula comenzaba a desplazarse en dirección céfálica. Este movimiento también ocurría en menor grado en las amígdalas cerebelosas. Esta movilidad parecía determinar el flujo de LCR por las diferentes estructuras.

Greitz (1992) (7), utilizando igualmente resonancia magnética demostró un movimiento del ganglio basal en dirección caudal, medial y posterior, y de la protuberancia en dirección caudal y posterior durante la sístole cardiaca. Concluyó que el tejido cerebral presentaba un movimiento pulsátil, que durante la sístole cardiaca tenía un efecto a modo de "pistón" remodelando el cerebro, y que esta acción podría ser el motor de la compresión del sistema ventricular, y por tanto la fuerza motriz del flujo intraventricular del LCR.

Maier (1994) (8) mostró en su estudio con resonancia magnética que el cerebro y el LCR presentaban un movimiento normal en relación con la frecuencia del latido cardiaco. Durante la maniobra de Valsalva encontró que la protuberancia mostraba un movimiento inicial caudal y seguidamente craneal de 2-3 mm. Al toser se producía una pequeña oscilación del LCR en dirección céfálica.

Mikulis (1994) (9) mostró en su estudio que la médula espinal cervical oscilaba en dirección cráneo-caudal después de cada sístole cardiaca, encontrando una velocidad máxima de $7 \pm 1,4$ mm/seg (Media \pm D.E.).

Levy (1988) (10) comparó imágenes de resonancia magnética de sujetos sanos con otras de sujetos con compresión o lesión intramedular, encontrando que el movimiento de la médula espinal cervical se encontraba significativamente disminuido en los sujetos con algún tipo de compresión cervical, pero no en los casos de lesión intramedular.

La fluctuación del LCR que baña y nutre el cerebro y la médula espinal:

El LCR se describe como un fluido transparente e incolo-

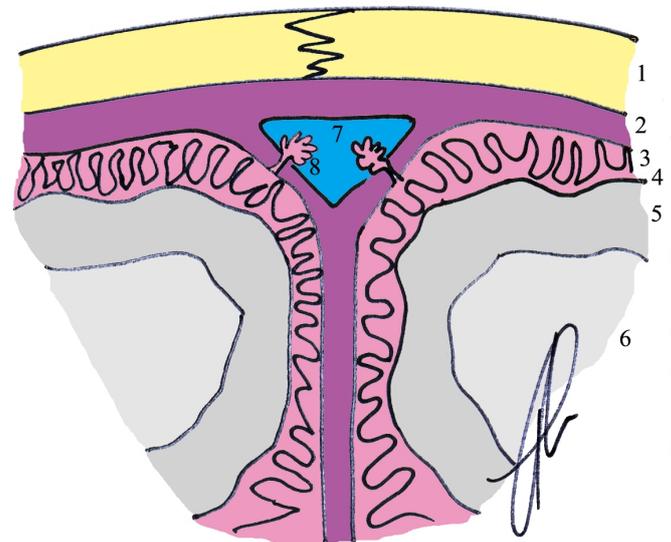
ro que ocupa el espacio subaracnoideo y los ventrículos cerebrales, distribuyéndose alrededor y dentro del sistema nervioso central.

El 50-70% del LCR se generaría en los plexos coroideos de ambos ventrículos laterales, casi un tercio del mismo se produciría en el complejo capilar-astrocito de la barrera hematoencefálica y tercer y cuarto ventrículo también colaborarían en el secretado gracias a sus propios plexos coroideos (1, 11).

El LCR, secretado en su mayor proporción a los ventrículos cerebrales laterales (I y II), se dirigiría hacia el tercer ventrículo a través del agujero de Monro, y a través del acueducto de Silvio, alcanzaría el cuarto ventrículo. Debajo del cuarto ventrículo saldría por varios orificios, entre los que destacarían los de Luchka y Magendie, hacia la cisterna basal y de aquí al espacio subaracnoideo, bañando externamente al SNC por dos itinerarios: hacia el cráneo, rodeando el cerebro, y hacia la médula, descendiendo a lo largo de la parte posterior del canal vertebral para ascender por su cara ventral.

El drenaje del LCR hacia el sistema venoso se produciría sobre todo al seno sagital, a través de las vellosidades aracnoideas de las paredes de los senos [Figura 1]. Otras vías de evacuación se encontrarían a lo largo de los pares craneales y nervios espinales, siendo estas vías complementarias más activas si el individuo realizara ejercicio físico (11).

Tabla 1: Seno longitudinal superior y vellosidades aracnoideas.



1. Huesos parietales y sutura interparietal; 2. Duramadre; 3. Aracnoideas; 4. Piamadre; 5. Corteza cerebral; 6. Sustancia blanca; 7. Seno longitudinal superior; 8. Vellosidades aracnoideas. (Inspirado en Netter FH. Colección CIBA de ilustraciones médicas. Tomo I. Sistema Nervioso. Elsevier-Masson. 1994).

Feinberg y Mark (1987) (12) expusieron en su trabajo la hipótesis de que la naturaleza pulsátil del flujo del LCR y el movimiento cerebral estaban dirigidos por la fuerza de expansión de los plexos coroideos. En su estudio con resonancia magnética, sus observaciones sugirieron un mecanismo vascular que podría ser la fuerza motriz de la

circulación del LCR.

El LCR mantendría el entorno electrolítico del SNC (13), influyendo en el equilibrio sistémico ácido-base, sirviendo como medio para el suministro de nutrientes a las neuronas y células gliales, funcionando como un sistema linfático para el SNC eliminando los productos de deshecho del metabolismo celular, y transportando hormonas, neurotransmisores, factores de liberación y otros neuropéptidos a través del SNC. El estancamiento del LCR podría estar asociado con tensión mecánica adversa de la médula espinal, subluxación vertebral, reducción del impulso craneal rítmico y función respiratoria restringida.

Los cambios de tensión de la duramadre:

Los límites del sistema craneosacro estarían formados por las meninges (duramadre, aracnoides y piamadre) (2). La duramadre se describe como una membrana gruesa y resistente formada por fibras "elastocolágenas". Estos paquetes elastocolágenos estarían entrelazados, aparentemente desorganizados. Cuando la membrana dural se encuentra sujeta a una tensión anormal durante un extenso periodo de tiempo, sus fibras tenderían a alinearse en la dirección de la tensión.

A nivel craneal, la duramadre presentaría tres divisiones o septos, que serían: hoz del cerebro, tienda del cerebelo y tienda de la hipófisis.

La duramadre craneal se continuaría con la duramadre espinal (14). Al salir del cráneo, la duramadre se insertaría en el endostio del borde interno del foramen magno. Asimismo, se uniría al anillo posterior del atlas y en menor grado a sus masas laterales en su descenso por el canal espinal, aunque estas inserciones no estarían reconocidas por muchos anatomistas. También tendría una inserción bastante firme en la cara posterior de la apófisis odontoides, a la altura del arco posterior del atlas.

La duramadre se insertaría en cierta medida a lo largo de todo el canal raquídeo (15). Una red de ligamentos duros (ligamentos de Hoffman) sujetaría la teca anterior a la cara anterior y antero-lateral del conducto vertebral (14), estudiándose estos ligamentos como parte de la biomecánica del neuroeje y las meninges. En la columna lumbar, los ligamentos estarían particularmente bien desarrollados y no sólo unirían la duramadre centralmente, sino que también la sujetarían en el receso lateral. Asimismo, presentaría una firme sujeción al cóccix mediante el filum terminal. A su vez, se han descrito 21 pares de ligamentos denticulados dentro del saco dural, uniendo la piamadre a la duramadre y orientados para mantener la médula en el centro de la teca dural. Estos ligamentos denticulados, al igual que el filum terminal, prevendrían un alargamiento excesivo de la médula durante la flexión.

Existirían también otras inserciones durales destacables (15), como su adherencia al ligamento vertebral común posterior a través de múltiples fibras de colágeno, y a nivel posterior sobre los ligamentos amarillos. Estas inserciones serían más fuertes sobre los ligamentos amarillos en la región cervical, mientras que las inserciones anteriores sobre el ligamento vertebral común posterior serían las más fuertes a nivel lumbar.

Asimismo, se ha demostrado la existencia de un puente de

tejido conectivo entre el músculo recto posterior menor y la duramadre espinal a la altura de la articulación occipito-atloidea. Las fibras de tejido conectivo de este puente miodural se orientarían perpendicularmente a la duramadre, resistiendo el movimiento de la misma hacia la médula espinal (16).

Estudios experimentales en suturas craneales embrionarias de ratas han demostrado que la duramadre no sería necesaria para la formación inicial de la sutura, considerándose esencial para el mantenimiento a largo plazo del lugar que ocupa la misma. Así, se ha formulado la hipótesis de que la duramadre inicialmente establecería una señal para la sutura recién formada, y una vez estabilizada induciría un efecto osteoinhibitorio. Fallos en esta estabilización o función inhibitoria de la duramadre resultaría en una sinostosis prematura (17).

Otros autores, como Royo Salvador (2009) (18, 19), consideraron que determinadas enfermedades, como la siringomielia, el síndrome de Arnold-Chiari, la escoliosis idiopática, la platibasia, la impresión basilar, el retroceso odontoideo o el "kinking" del tronco cerebral, podrían ser el resultado de una tracción anómala de la médula espinal a través de las estructuras meníngeas (filum terminal).

Kostopoulos y Keramidas (1992) (2) examinaron los cambios en la elongación de la hoz del cerebro durante la aplicación de algunas de las técnicas de terapia craneosacra en el cráneo de un cadáver embalsamado, encontrando cambios en la elongación relativa de la hoz del cerebro de 1,44 mm para el levantamiento frontal, 1,08 mm para el levantamiento parietal, -0,33 mm para la compresión esfenobasilar y 0,28 mm para la descompresión esfenobasilar.

El movimiento rítmico inherente de los huesos del cráneo:

El análisis del diseño sutural del cráneo hizo concebir a W. G. Sutherland (1939) la idea de un cráneo móvil, diseñado por la naturaleza para mover o articular un hueso contra otro (4, 20-22), chocando con los conceptos anatómo-biomecánicos del momento, idea que aún hoy continuaría siendo motivo de controversia entre diversos sectores que, influidos por la doctrina de Monro (1783) y Kellie (1824) afirmando que el cráneo adulto formaría una unidad inmóvil, osificada y rígida (23). En esa idea se basaría la perspectiva de Ferre (1990) (24), argumentando que el líquido cefalorraquídeo (LCR), como el resto de los fluidos, sería incompresible, mientras que la bóveda y la base del cráneo, totalmente fusionadas en el adulto, constituirían un sistema cerrado resistente a la deformación, con una duramadre inextensible, en el que cualquier incremento en el volumen del contenido craneal (cerebro, sangre o LCR) elevaría la presión intracraneal.

La estructura microscópica de las suturas craneales se compondría de cinco láminas: dos láminas óseas, dos láminas periósticas y una lámina de tejido conjuntivo fibroso en el centro (25). Se ha demostrado la existencia de fibras nerviosas capilares en el interior de las suturas craneales (26), así como ciertas células con actividad osteoclástica que impedirían el cierre prematuro de la sutura permitiendo así el crecimiento de la caja craneal (27).

Los estudios realizados sobre animales y humanos han de-

mostrado un pequeño potencial de movilidad.

Jaslow (1990) (28) demostró en cráneos de cabra que las suturas craneales en animales adultos absorbían del 16% al 100% más de energía por unidad de volumen durante los impactos de lo que lo hacía el hueso, y que podrían desempeñar un papel en la absorción de impactos y redistribución de fuerzas cuando éstas eran dirigidas al cráneo, así como durante los movimientos de masticación. Atendiendo a la integridad estructural y fuerza de las suturas encontró que una mayor cantidad de interdigitaciones suturales proporcionaba una mayor resistencia a las fuerzas de flexión.

Byron (2004) (29) estudió en ratones los efectos de la potencia del músculo temporal en la morfología de la sutura sagital, concluyendo que el tejido conectivo de la sutura craneal se adaptaba localmente a las demandas funcionales del entorno biomecánico de la sutura.

Otros estudios han determinado una cierta movilidad craneal que variaba dependiendo del tipo de sutura. Así por ejemplo, la sutura parieto-temporal podría llegar a 800 micras de movilidad (30) o incluso 1,5 mm en el caso de la sutura intermaxilar (31). Asimismo, encontramos articulaciones de tipo sincondrosis en la base del cráneo, donde las superficies óseas articulares se unían mediante un cartílago hialino (23), cuya edad de osificación variaba según la articulación. Así, por ejemplo, la sincondrosis esfenotmoidal se osificaría entre los 1 – 3 años de edad, la interesfenoidal en el primer año de vida, y la esfeno-occipital o esfeno-basilar a los 17-18 años (25, 32-34). Sin embargo, existirían variaciones en la edad de osificación (23).

Las suturas craneales faciales, a excepción de la palatina, no se fusionarían antes de los setenta u ochenta años de vida, en comparación con el cierre de las suturas craneales, que lo harían en las primeras etapas de la vida adulta (35). Así, por ejemplo, la sutura metópica comenzaría su cierre alrededor de los dos años de vida, la esfeno-frontal y la sagital a los 22 años, la sutura coronal a los 24 años, la sutura lambdoidea a los 26, la occipito-mastoidea entre los 26 y 30 años, la esfeno-temporal entre los 28 y 32 años, la esfeno-parietal a los 29, la sutura palatina entre los 30 y los 35 años de edad, la sutura escamosa entre los 35 y 39 años, la sutura fronto-nasal y la máximo-nasal a los 68 años, la fronto-maxilar entre los 68 y 71 años, la máximo-zigomática entre los 70 y 72 años, la témporo-zigomática entre los 70 y 71 años y la sutura fronto-zigomática a los 72 años.

Tabla 2: Edad de cierre de las suturas craneales y faciales.

Sutura	Edad de cierre (años)
Metópica	2
Esfeno-frontal y sagital	22
Coronal	24
Lambdoidea	26
Occipito-mastoidea	26-30
Esfeno-temporal	28-32
Esfeno-parietal	29
Palatina	30-35
Escamosa	35-39
Fronto-nasal y máximo-nasal	68
Fronto-maxilar	68-71
Máximo-cigomática	70-72
Témporo-cigomática	70-71
Fronto-cigomática	72

Extraído de Cohen MM., MacLean RE (2000).

Para Cook (2005) (36), el mero hecho de que existieran las suturas craneales ya debería constituir una evidencia del movimiento craneal. Algunas suturas, como las situadas entre los segmentos del temporal y entre la escama occipital, desaparecerían completamente en todos los adultos durante su proceso de osificación. En la edad adulta los huesos se endurecerían, pero continuarían manteniendo flexibilidad gracias a su delgadez y por el hecho de ser estructuras vivas, conteniendo vasos sanguíneos y nervios.

En el caso de la sutura metópica, más del 70% generalmente osificaría hasta el extremo de quedar invisible en la mayoría de los cráneos adultos, por lo tanto, no conservando su flexibilidad, aunque aproximadamente un 10% de la población conservaría suturas metópicas permeables (17). Si esto ocurre con la sutura metópica, debería ocurrir lo mismo con el resto de suturas, a no ser que existiera un requerimiento biológico que las hiciera permanecer ligeramente más débiles que el hueso circundante. Incluso una vez osificadas, las suturas mantendrían una mayor viscoelasticidad que el tejido óseo que las rodea.

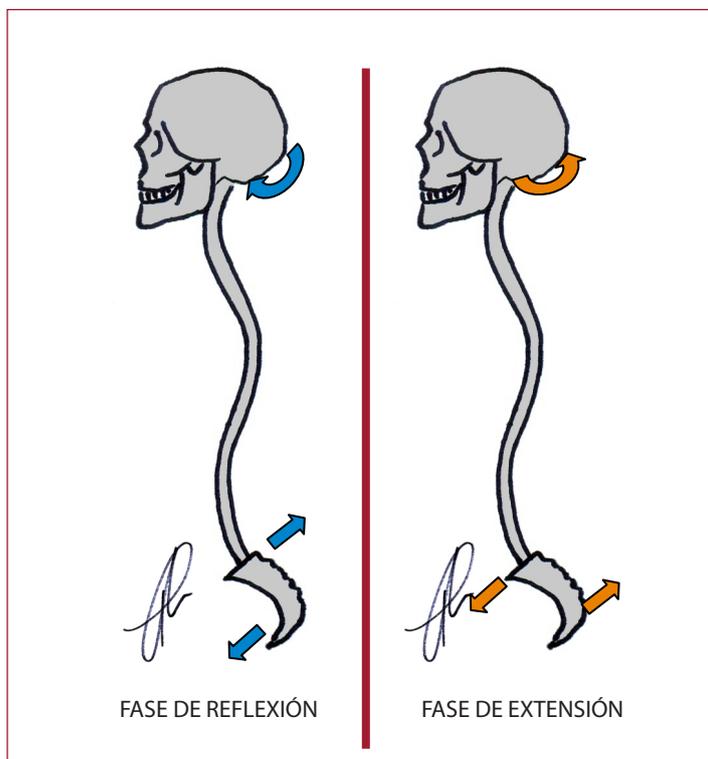
Para Herring (2008) (37), las suturas serían lugares flexibles entre la rigidez ósea. Dependiendo de la sutura, su carga predominante durante la vida podría ser más tensil o más compresiva. Las fuerzas se transmitirían por las suturas a través de las fibras de colágeno y por una matriz extracelular rica en fluido. Las propiedades mecánicas de las suturas, aunque siempre de naturaleza viscoelástica, serían diferentes según su carga tensil o compresiva. La morfología de cada sutura reflejaría la naturaleza de la carga local, evidenciando un proceso de crecimiento adaptativo. En vivo o ex vivo, las células suturales responderían a fuerzas tensiles o cíclicas (intermitentes) expresando marcadores de proliferación y diferenciación, mientras que las fuerzas compresivas parecerían favorecer la osteogénesis.

Sabini y Elkowitz (2006) (38), en un estudio sobre 36 cadáveres humanos (17 mujeres y 19 hombres) de entre 56 a 101 años, con una media de edad de 82 ± 11 años, encontraron que ningún sujeto mostraba un cierre sutural del

100%, siendo la sutura lambdoidea la que se encontraba menos obliterada con mayor frecuencia, exponiendo los autores la hipótesis de que las fuerzas externas serían las que caracterizan la complejidad de la sutura, y mantendrían la permeabilidad de la misma.

Crow et al. (2009) (39), en un estudio con resonancia magnética craneal sobre 20 sujetos sanos, usando una secuencia de 8 escaneos durante 6 minutos, encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de área, altura, anchura, eje mayor y diámetro, que sugirieron cambios en las dimensiones del cráneo. Las diferencias estadísticamente significativas en los valores de área hicieron pensar que las estructuras del cráneo se movían independientemente de la aplicación de fuerzas interna o externamente, en sujetos humanos normales.

Figura 2: Movimiento sacro sincronizado con la movilidad occipital.



FASE DE FLEXIÓN: se produce una posteriorización de la base sacra al mismo tiempo que los cóndilos occipitales se anteriorizan.

FASE DE EXTENSIÓN: anteriorización de la base sacra y posteriorización de los cóndilos occipitales.

Una posible conexión entre la movilidad craneal y el movimiento sacro [Figura 2] fue identificada por Zanakis (1997) (32), quien utilizando marcadores de superficie de infrarrojos sobre la piel de los huesos parietal y frontal de los sujetos, observó movimiento craneal usando un sistema sensible al movimiento cinemático en tres dimensiones. Durante el estudio se realizó una palpación del sacro por un examinador experimentado. Se encontró un 92% de correlación entre el examinador que señalaba su percepción de la fase de flexión del movimiento sacro a través de

un interruptor activado con el pie y el movimiento de los marcadores del hueso craneal.

Sin embargo, otros estudios no han encontrado una sincronía entre la movilidad craneal y la movilidad sacra (40-43).

DISCUSIÓN

La motilidad rítmica inherente del cerebro y la médula espinal ha sido un elemento ampliamente estudiado y medido, sobre todo mediante imágenes de resonancia magnética (5-9, 44), pareciendo confirmar este aspecto uno de los primeros planteamientos de W.G. Sutherland (1939) (21). El movimiento en las tres direcciones del espacio del sistema nervioso central espinal y craneal podría sugerir que tal vez las estructuras craneales no se muevan tanto o tan rápido como lo hace la médula espinal, pero reflejarían un movimiento cuantificable con bastante precisión. Este movimiento podría estar relacionado con la dinámica vascular del sistema circulatorio y el ciclo cardiaco, como expresan algunos de los autores consultados, avalados por detallados estudios experimentales al respecto (5-8, 45, 46). Sin embargo, existen otras hipótesis acerca del origen de esta motilidad, como las que lo relacionan con la actividad venosa vasomotora (45), la actividad respiratoria diafragmática (25), el drenaje linfático central (46), la fluctuación del LCR (4), la motilidad rítmica celular e intracelular (47) y la respuesta tónica de la musculatura extradural (25), sin que hasta el momento exista evidencia científica suficiente que las avale. Por lo tanto, la hipótesis más plausible hasta el momento podría ser la de una motilidad asociada a la dinámica vascular.

Teniendo en cuenta que la existencia de patologías compresivas podría condicionar o limitar la amplitud o calidad de este movimiento (10) y que según Upledger (2004) (4), la terapia craneosacra evalúa la amplitud y calidad del movimiento de la duramadre y el sistema nervioso a través de la palpación de los huesos del cráneo, la existencia de una patología compresiva podría condicionar la movilidad de los mismos, y ser detectada a través de la palpación por un terapeuta experimentado. Igualmente, si como afirman diversos autores (4, 33, 48-50), la terapia craneosacra es capaz de influir sobre la movilidad de los elementos que componen el sistema nervioso a través de los huesos craneales, podría considerarse dicha terapia como una herramienta a tener en cuenta en el tratamiento de estas patologías.

En relación con el LCR, su fluctuación a través de los ventrículos cerebrales y por el espacio subaracnoideo rodeando el cerebro y la médula espinal, es un elemento que ha sido objeto de múltiples estudios (1, 11-13).

El motor de la secreción pulsátil del LCR aún no está claro, pero los estudios parecen indicar que está relacionado con la dinámica vascular (12), tal y como se ha sugerido acerca del motor del movimiento tridimensional del sistema nervioso central craneal y espinal (6, 12, 44). Atendiendo a la íntima relación que parece existir entre estos dos factores (motilidad espinal y craneal y fluctuación del LCR), parecería lógico pensar que una limitación en la amplitud o calidad de la motilidad del sistema nervioso podría condicio-

nar la fluctuación del LCR, posibilitando un estancamiento del mismo.

Así mismo, si el estancamiento del LCR puede estar relacionado con una tensión mecánica adversa de la médula espinal, una subluxación vertebral, una reducción del impulso craneal rítmico y/o una función respiratoria restringida (13), esta hipótesis podría justificar el uso de la terapia craneosacra con el objetivo de reducir las tensiones y restricciones membranosas, y mejorar la fluctuación del LCR. Sin embargo, no hemos encontrado suficientes estudios experimentales que avalen este aspecto, por lo que sería necesario realizar más investigaciones para poder llegar a conclusiones a este respecto.

Por otro lado, el movimiento de las suturas craneales es uno de los puntos clave teóricos de la terapia craneosacra (2).

El hecho de que el cerebro deje de crecer años antes del cierre de las suturas craneales, y que las suturas faciales permanezcan permeables mucho tiempo después de que el crecimiento activo haya cesado (35), junto con la existencia de estudios en animales y humanos mostrando un potencial de movilidad (23), parece confirmar la posibilidad de movimiento asociado a las suturas, postulada por la terapia craneosacra.

Igualmente, el hallazgo de que las suturas craneales no se fusionan totalmente en los seres humanos, siendo la sutura lambdoidea la menos obliterada con mayor frecuencia, podría determinar la posibilidad de que la complejidad y permeabilidad de la sutura pueda estar relacionada con las fuerzas externas (38), y posibilitar quizás la existencia de una movilidad sutural, siendo el tejido conectivo de la sutura el que permitiría la adaptación a las demandas funcionales del entorno biomecánico (29), desempeñando un papel importante en la absorción de impactos y redistribución de fuerzas en la estructura craneal (28). Entonces, las suturas se comportarían como lugares flexibles entre la rigidez ósea (36, 37), transmitiéndose las fuerzas a través de las fibras de colágeno y una matriz extracelular rica en fluido, estando relacionada a su vez su morfología con el tipo de fuerza predominante (tensil o compresiva), respondiendo las células suturales con la proliferación de tejido conectivo o tejido óseo, según la dirección de la misma (37).

La permanencia de la permeabilidad de la sutura lambdoidea puede tener su significación clínica en el campo de la osteopatía. Las disfunciones musculares que afectan a la columna cervical y torácica podrían incrementar la tensión en la región occipital, afectando incluso estructuras nerviosas o vasculares situadas en su cercanía, como el nervio vago o la arteria vertebral, pudiendo producir alteraciones locales y a distancia, como postula la terapia craneosacra, siendo interesante examinar y tratar las articulaciones y músculos interrelacionados (38).

Asimismo, teniendo en cuenta que la membrana dural, con todas sus divisiones anatómicas, está en contacto indirecto con muchas áreas diferentes del cerebro, y al mismo tiempo, se encuentra en contacto directo con la superficie interna de los huesos craneales, y si asumimos la existencia de una posible movilidad sutural, entonces las fuerzas externas aplicadas a los huesos craneales podrían afectar a la

membrana dural elastocolágena y, consecuentemente, al propio cerebro (2). Esta hipótesis podría justificar el uso de la terapia manipulativa craneal o craneosacra para corregir disfunciones durales.

Dado que el cuerpo humano es enormemente adaptativo, y que existen muchas diferencias entre las suturas, no sería razonable asumir que la edad es el único factor que contribuye a los cambios en las mismas. Aunque los factores intrínsecos (como los genéticos) podrían ser una influencia, los factores extrínsecos, como las fuerzas tensiles, un cerebro en crecimiento y demandas activas musculares, parecen ser los que con más probabilidad podrían afectar a las características de las suturas.

Según los estudios consultados, los efectos de los factores extrínsecos en los cambios morfológicos suturales parecen evidentes, incluyendo un incremento en la complejidad, del número y longitud de las interdigitaciones óseas, y una prolongación del tiempo de obliteración completa de la sutura. Las interdigitaciones serían importantes en la transmisión de fuerzas de un hueso a otro, dado que servirían para incrementar el área de superficie, desplazando así grandes fuerzas. Se podría deducir que a mayor complejidad de las interdigitaciones o mayor tiempo de permanencia permeable, mayor fuerza tendría esa sutura en particular. En consecuencia, la obliteración de una sutura sería consecuencia de la falta de movilidad o de crecimiento (38).

Parece posible que las estructuras del cráneo puedan moverse independientemente de la aplicación de fuerzas internas o externas, en sujetos humanos normales (39), como se ha visto en resonancia magnética, lo que parece apoyar de manera importante uno de los principios básicos de la terapia craneosacra.

El hecho de que la membrana dural se inserte a lo largo de todo su trayecto espinal (14, 15) podría justificar la existencia de una relación entre diversas alteraciones y una tensión anormal de las estructuras membranosas y, tal y como sostienen algunos autores (18, 19), ser el origen de varias patologías como resultado de una tracción anómala de la médula espinal a través de las estructuras meníngeas.

Sin embargo, aunque existe evidencia científica acerca de la continuidad de la membrana dural alrededor del sistema nervioso central, la aplicación clínica de la misma necesita aún ser validada. Continúa siendo cuestionable si la duramadre espinal, capaz de permitir grandes movimientos de varios centímetros, también es capaz de transmitir tensiones y movimientos de unos pocos milímetros (1, 32). En cuanto al movimiento involuntario del sacro entre los iliacos, es el principio de la terapia craneosacra que menos evidencia científica presenta, dado que los estudios consultados hacen referencia a la percepción manual subjetiva de dicho movimiento por uno o varios operadores (33, 40-43), sin que hayamos podido encontrar estudios que realizaran mediciones objetivas o instrumentales. Por lo tanto, aunque la conclusión de la mayoría de los estudios existentes a este respecto es que no existe una sincronía entre el movimiento craneal y el del sacro entre los iliacos, sería necesaria la realización de estudios más objetivos que avalen o desmientan este principio.

CONCLUSIONES

- 1.- Se han encontrado numerosos artículos que demostrarían la presencia de una motilidad rítmica inherente del cerebro y la médula espinal.
- 2.- Se han encontrado estudios que evidenciarían las fluctuaciones del líquido cefalorraquídeo.
- 3.- Se han encontrado estudios que mostrarían la naturaleza continua de la duramadre.
- 4.- Se han encontrado estudios que determinarían la existencia de movilidad en los huesos craneales.
- 5.- No se han encontrado estudios que evidenciaran la existencia de un movimiento involuntario del sacro entre los iliacos, sincronizado con el movimiento craneal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ferguson A. A review of the physiology of cranial osteopathy. *J Osteopath Med.* 2003;6(2):74-88.
2. Kostopoulos DC, Keramidas G. Changes in elongation of falx cerebri during craniosacral therapy techniques applied on the skull of an embalmed cadaver. *Cranio.* 1992 Jan;10(1):9-12.
3. Pilat A. El sistema craneosacro como unidad biodinámica. In: Escuela Universitaria de Fisioterapia ONCE, editor. *El sistema craneosacro como unidad biodinámica.* 1ª ed. Madrid: Organización Nacional de Ciegos; 2009. p. 9-12.
4. Upledger JE, Vredevoogd JD. *Terapia craneosacra I.* 1ª ed. Barcelona (España): Paidotribo; 2004.
5. Poncet BP, Wedeen VJ, Weisskoff RM, Cohen MS. Brain parenchyma motion: Measurement with cine echo-planar MR imaging. *Radiology.* 1992 Dec;185(3):645-51.
6. Enzmann DR, Pelc NJ. Brain motion: Measurement with phase-contrast MR imaging. *Radiology.* 1992 December 1;185(3):653-60.
7. Greitz D, Wirestam R, Frank A, Nordell B, Thomsen C, Stahlberg F. Pulsatile brain movement and associated hydrodynamics studied by magnetic resonance phase imaging. *the monro-kellie doctrine revisited.* *Neuroradiology.* 1992; 34(5):370-80.
8. Maier SE, Hardy CJ, Jolesz FA. Brain and cerebrospinal fluid motion: Real-time quantification with M-mode MR imaging. *Radiology.* 1994 Nov;193(2):477-83.
9. Mikulis DJ, Wood ML, Zerdoner OAM, Poncet BP. Oscillatory motion of the normal cervical spinal cord. *Radiology.* 1994;192(1):117-21.
10. Levy LM, Di Chiro G, McCullough DC, Dwyer AJ, Johnson DL, Yang SSL. Fixed spinal cord: Diagnosis with MR imaging. *Radiology.* 1988;169(3):773-8.
11. Batuecas A. Fisiología del líquido cefalorraquídeo. In: Escuela Universitaria de Fisioterapia ONCE, editor. *El sistema craneosacro como unidad biodinámica.* 1ª ed. Madrid: Organización Nacional de Ciegos; 2009. p. 63-79.
12. Feinberg DA, Mark AS. Human brain motion and cerebrospinal fluid circulation demonstrated with MR velocity imaging. *Radiology.* 1987;163(3):793-9.
13. Whedon JM, Glassey D. Cerebrospinal fluid stasis and its clinical significance. *Altern Ther Health Med.* 2009 May-Jun;15(3):54-60.
14. Butler DS. *Movilización del sistema nervioso. Primera edición.* Barcelona: Paidotribo; 2002.
15. Pick MG. La anatomía de las meninges asociada a la médula y al raquis. In: Escuela Universitaria de Fisioterapia ONCE, editor. *El sistema craneosacro como unidad biodinámica.* 1ª ed. Madrid: Organización Nacional de Ciegos; 2009. p. 32-7.
16. Hack GD, Koritzer RT, Robinson WL, Hallgren RC, Greenman PE. Anatomic relation between the rectus capitis posterior minus muscle and the dura mater. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995 Dec 1;20(23):2484-6.
17. Opperman LA, Chhabra A, Nolen AA, Bao Y, Ogle RC. Dura mater maintains rat cranial sutures in vitro by regulating suture cell proliferation and collagen production. *J Craniofac Genet Dev Biol.* 1998 Jul-Sep;18(3):150-8.
18. Royo Salvador MB. El síndrome neuro-cráneo-vertebral y la sección del fillum terminale. In: Escuela Universitaria de Fisioterapia ONCE, editor. *El sistema craneosacro como unidad biodinámica.* 1ª ed. Madrid: Organización Nacional de Ciegos; 2009. p. 112-5.
19. Royo Salvador MB. Platibasia, impresión basilar, retroceso odontoideo y kinking del tronco cerebral, etiología común con la siringomielia, escoliosis y malformación de arnold-chiari idiopáticas. *Rev Neurol (Barc).* 1996;24(134):1241-50.
20. Roullet G. *La práctica de la osteopatía.* 1ª ed. Madrid: Edaf S.A.; 1995.
21. Sutherland WG. The cranial bowl. 1944. *J Am Osteopath Assoc.* 2000 September 2000;100(9):568-73.
22. Sutherland WG. *Textes fondateurs de l'ostéopathie dans le champ crânien.* 1ª ed. France: Edicions Sully; 2002.
23. Fernández Rodríguez D. Fundamentos fisiológicos de la movilidad de las suturas craneales y origen del mecanismo respiratorio primario. *Rev fisioter (Guadalupe).* 2008 Dic;7(2):45-51.
24. Ferre JC, Chevalier C, Lumineau JP, Barbin JY. Cranial osteopathy, delusion or reality? *Actual Odontostomatol (Paris).* 1990 September;44(171):481-94.
25. Ricard F. *Tratado de osteopatía craneal: Articulación temporomandibular.* 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2005.
26. Retzlaff EW, Michael DK, Roppel RM. Cranial bone mobility. *J Am Osteopath Assoc.* 1975;74(9):869-73.
27. Tamboise E, Tamboise A. Localisation et rôle des ostéoclastes dans la morphogénèse des sutures du crâne. *Annales de Médecine Ostéopathique.* 1985;1(1):1-7.
28. Jaslow CR. Mechanical properties of cranial sutures. *J Biomech.* 1990;23(4):313-21.
29. Byron CD, Borke J, Yu J, Pashley D, Wingard CJ, Hamrick M. Effects of increased muscle mass on mouse saggital suture morphology and mechanics. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol.* 2004 Jul;279(1):676-84.
30. Adams T, Heisey RS, Smith MC, Briner BJ. Parietal bone mobility in the anesthetized cat. *J Am Osteopath Assoc.* 1992;92(5):599-622.
31. Baker E. Alteration in width of maxillary arch and its relation to sutural movement of cranial bones. *J Am Osteopath Assoc.* 1971;70(6):559-64.
32. Liem T. *Praxis de la osteopatía craneosacra.* 1ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2006.
33. Liem T. *La osteopatía craneosacra.* 1ª ed. Barcelona (Espa-

- ña): Paidotribo; 2001.
34. Madeline LA, Elster AD. Suture closure in the human chondrocranium: CT assessment. *Radiology*. 1995;196(774):756.
 35. Cohen MMJ. Sutural biology and the correlates of craniosynostosis. *Am J Med Genet*. 1993 1993 Oct 1;47(5):581-616.
 36. Cook A. The mechanics of cranial motion-the sphenobasilar synchondrosis (SBS) revisited. *J Bodywork Movement Ther*. 2005;9:177-88.
 37. Herring SW. Mechanical influences on suture development and patency. *Front Oral Biol*. 2008;12:41-56.
 38. Sabini RC, Elkowitz DE. Significance of differences in patency among cranial sutures. *J Am Osteopath Assoc*. 2006;106:600-4.
 39. Crow WT, King HH, Patterson RM, Giuliano V. Assessment of calvarial structure motion by MRI. *Osteopathic Medicine and Primary Care*. 2009 4 september 2009;3(8).
 40. Wirth-Pattullo V, Hayes KW. Interrater reliability of cranosacral rate measurements and their relationship with subjects' and examiners' heart and respiratory rate measurements. *Phys Ther*. 1994 Oct;74(10):908-16.
 41. Sommerfeld P, Kaider A, Klein P. Inter and intraexaminer reliability in palpation of the "primary respiratory mechanism" within the "cranial concept". *Manual Therapy*. 2004;9:22-9.
 42. Moran RW, Gibbons P. Intraexaminer and interexaminer reliability for palpation of the cranial rhythmic impulse at the head and sacrum. *J Manipulative Physiol Ther*. 2001 Mar-Apr;24(3):183-90.
 43. Halma KD, Degenhardt BF, Snider KT, Johnson JC, Flaim MS, Bradshaw D. Intraobserver reliability of cranial strain patterns as evaluated by osteopathic physicians: A pilot study. *J Am Osteopath Assoc*. 2008;108:493-502.
 44. Greitz D. Cerebrospinal fluid circulation and associated intracranial dynamics. A radiologic investigation using MR imaging and radionuclide cisternography. *Acta Radiol Suppl*. 1993;386:1-23.
 45. Farasyn A. New hypothesis for the origin of cranio-sacral motion. *J Bodywork Movement Ther*. 1999;3(229):237.
 46. Perrin RN. Lymphatic drainage of the neuraxis in chronic fatigue syndrome: A hypothetical model for the cranial rhythmic impulse. *J Am Osteopath Assoc*. 2007 Jun;107(6):218-24.
 47. King HH. Osteopathy in the cranial field: Uncovering challenges and potential applications. *J Am Osteopath Assoc*. 2002 Jul;102(7):367-9.
 48. Brookes D. *Osteopatía craneal*. 1ª ed. Barcelona: Bellaterra; 2006.
 49. Busquet L. *La osteopatía craneal*. 3ª ed. Barcelona (España): Paidotribo; 2006.
 50. Caporossi R, Peyralade F. *Traité pratique de'ostéopathie crânienne*. 1ª ed. France: Deverlaque; 1992.

