

**PRODUCCIÓ, CIRCULACIÓ I REABSORCIÓ DEL LIQUID
CEFALORAQUIDI: REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA.**

**Production, circulation and re-absorption of cerebrospinal fluid:
Bibliographic search.**

GEORGINA VIVES MUÑOZ

Lloc i data de presentació: Sant Just Desvern. Fundació Escola d'Osteopatia de
Barcelona. 13 de Gener de 2014.

Tutor: Jordi Cid Garcia.

Número de paraules: 13186.

AGRAÏMENTS

Al meu tutor, Jordi Cid pels seus consells en la realització d'aquest projecte.

A la meva amiga Cristina, per l'ajuda a la traducció.

A l'Ignasi, per el recolzament rebut, per les seves múltiples lectures i revisions.

RESUM

El model d'osteopatia cranial que es fa servir actualment va ser dissenyat segons els coneixements de fisiologia i d'anatomia de la primera meitat del segle XX. Des de llavors, els coneixements en el camp de l'osteopatia cranial no han evolucionat proporcionalment a com ho han fet en fisiologia i anatomia.

L'objectiu d'aquesta revisió és resumir el coneixement actual sobre la fisiologia de la producció, circulació i reabsorció del líquid cefaloraquidi (LCR) i comparar-ho amb la comprensió descrita d'aquest, des del punt de vista de l'osteopatia cranial.

S'ha realitzat una recerca bibliogràfica sobre la fisiologia del LCR i sobre el LCR en l'àmbit de l'osteopatia cranial. S'han resumit i comparat els coneixements sobre el LCR en els dos blocs.

Hi ha pocs estudis publicats sobre els coneixements osteopàtics del LCR. El llenguatge utilitzat en els articles revisats es ambigu i poc clar, la qual cosa dona lloc a diferents interpretacions.

Malgrat el coneixement fisiològic actual del LCR ha variat força des del moment en que els postulats de l'osteopatia cranial van ser plantejats, part d'aquests es poden justificar a partir dels nous estudis científics. D'altra banda, la fluctuació longitudinal descrita per Sutherland i posteriorment ampliada per altres osteòpates, no és recolzada per l'evidència científica actual ja que no s'han trobat estudis que descriguin aquesta fluctuació.

Paraules clau: Líquid Cefaloraquidi, fisiologia, plexes coroideus, producció, circulació, fluctuació, reabsorció, osteopatia cranial.

ABSTRACT

The osteopathic cranial model currently used was based in the knowledge of physiology and anatomy of the first half of the twentieth century. Since then, knowledge on the field of cranial osteopathy has not evolved at the same pace as physiology and anatomy knowledge.

The aim of this review is to summarize current knowledge about the physiology of production, circulation and re-absorption of cerebrospinal fluid (CSF) and compare it with the knowledge of CSF from an osteopathic approach.

To achieve the objective a bibliographic search of the physiology of CSF and CSF in the osteopathic cranial field was performed. All documents were summarized and knowledge about CFS in the two blocks was compared.

The number of published studies on the osteopathic knowledge of CSF is limited. The language used in the documents reviewed is ambiguous and vague, and this fact leads to inconclusive interpretations.

Despite physiological knowledge has largely evolved since the moment when the osteopathic cranial postulates were set, these are supported by recent scientific studies. On the other hand, longitudinal fluctuation described by Sutherland and later expanded by other osteopaths is not supported by current scientific evidence since no studies describing this fluctuation were found.

Key Words: Cerebrospinal fluid, physiology, choroid plexus, production, circulation, fluctuation, reabsorption, cranial osteopathy.

ÍNDEX

AGRAÏMENTS	II
RESUM.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDEX	V
Llista de figures.....	VI
Llista d'abreviatures	VII
INTRODUCCIÓ	1
MATERIAL I MÈTODES.....	3
RESULTATS	7
FISIOLOGIA DEL LCR	9
EVOLUCIÓ DEL CONCEPTE DE LCR EN EL CAMP DE L'OSTEOPATIA CRANIAL	20
DISCUSIÓ	28
CONEIXEMENT ACTUAL DE LA FISIOLOGIA DEL LCR: PRODUCCIÓ, CIRCULACIÓ I ABSORCIÓ	28
RESUM DE L'EVOLUCIÓ DE LA COMPRESIÓ DEL LCR DES DEL PUNT DE VISTA D'OSTEOPATIA CRANIAL	29
COMPARATIVA DELS ASPECTES FISIOLÒGICS I OSTEOPÀTICS DEL LCR	31
CONCLUSSIONS	38
BIBLIOGRAFIA	39

Llista de figures

Figura 1: Ventricles cerebrals pla sagital.....	8
Figura 2: Ventricles cerebrals pla frontal.....	8
Figura 3: Cisternes cerebrals i model tradicional de circulació del LCR	9
Figura 4: Circulació LCR segons el model tradicional.....	12
Figura 5: Filtració-Absorció del LI-LCR.....	13
Figura 6: Unitat funcional LI-LCR mitjançant sistema glimfàtic.....	18
Figura 7: Absorció del LCR per les VA, limfàtics (mucosa nasal, nervi òptic, trigemin, facial, vestibulococlear i nervis espinals)	19

Llista d'abreviatures

LCR = Líquid Cefaloraquidi.

CSF = Cerebrospinal Fluid.

MRP = Mecanisme Respiratori Primari.

SNC = Sistema Nerviós Central.

PC = Plexes Coroideus.

VA = Vellositats Aracnoidees.

SN = Sistema Nerviós.

LI = Líquid Intersticial.

SNA = Sistema Nerviós Autònom.

INTRODUCCIÓ

L'osteopatia Cranial fou desenvolupada a principis dels anys 30 per W.G. Sutherland, qui va estendre els principis de l'osteopatia sobre el camp cranial i va presentar el model del Mecanisme Respiratori Primari (MRP). Aquest model incloïa diferents aspectes biomecànics, funcionals i vitalistes. Posteriorment altres osteòpates com H. I. Magoun, A. R. Becker, R. E. Becker, R. C. Fulford, A. L. Wales, J. E. Upledger, van continuar desenvolupant l'osteopatia cranial treballant des de diferents enfocaments ¹.

El model que presentà Sutherland del MRP es segueix utilitzant a dia d'avui. El defineix com un ritme palpable al crani i a la resta del cos, independent del ritme cardíac i respiratori. Inclou 5 components o fenòmens ²⁻⁶:

1. Mobilitat inherent del cervell i de la medul·la espinal.
2. Fluctuació del líquid cefaloraquídi (LCR).
3. Mobilitat de les meninges (membranes intracranials i intraespinals).
4. Mobilitat dels ossos del crani.
5. Mobilitat involuntària del sacre entre els ilíacs.

Tant Still (1902) com Sutherland (1939) defensaven la idea que el LCR no només era important pel sistema nerviós, sinó que posseïa altres propietats especials. Still va fer referència al LCR com l'element més important conegut dins del cos humà^{6,7}. Sutherland afirma que el LCR, rep i és habitat per l'àlè de vida. Parla de la fluctuació del LCR com una marea, que condueix una potència intel·ligent. Afirma que existeix una relació dinàmica entre el LCR i cada cèl·lula del nostre cos, i en particular de les cèl·lules del sistema nerviós central (SNC). Segons Sutherland el LCR és el factor iniciador i el que controla el MRP ⁶⁻⁸, donant-li així una importància especial.

La concepció de la fluctuació del LCR utilitzada en el context de l'osteopatia cranial no concorda a priori en molts aspectes amb el coneixement científic al respecte. Els principals punts de conflicte no només tenen a veure amb aspectes filosòfics sinó també amb l'anatomia i fisiologia. En el cas de la seva producció, circulació i reabsorció, el model de LCR plantejat per Sutherland en els inicis de

l'osteopatia cranial no ha evolucionat proporcionalment als coneixements d'anatomia i fisiologia del LCR.

Des dels inicis, l'osteopatia cranial ha tingut molta controvèrsia. La manca d'evidència de la fisiologia subjacent del model de Sutherland, ha despertat nombroses hipòtesis. I actualment, no hi ha una evidència científica clara del benefici de l'osteopatia cranial⁹⁻¹¹.

Hi ha una base fisiològica per la pràctica de l'osteopatia cranial?

El model tradicional descrivia que el LCR era segregat pels plexes coroïdeus (PC) dels ventricles, circulava pels ventricles per sortir a l'espai subaracnoideu, i posteriorment, era absorbit per les vellositats aracnoïdees (VA). Nombrosos articles demostren que no hi ha prou evidència per recolzar aquest model^{12,13}. Aquesta reformulació de la hidrodinàmica influeix en el model d'osteopatia cranial i en els tractaments manuals osteopàtics. En aquesta recerca bibliogràfica es descriuen nous conceptes i hipòtesis sobre la hidrodinàmica del LCR.

OBJECTIUS ESPECÍFICS:

- Identificar l'estat del coneixement anatòmic i fisiològic actual sobre la producció, circulació i reabsorció del LCR.
- Revisar la comprensió de la fluctuació del LCR dins del camp de l'osteopatia cranial, des dels inicis fins a l'actualitat.

OBJECTIU GENERAL

- Contrastar el coneixement científic actual amb els postulats sobre la fluctuació del LCR identificats en el marc de l'osteopatia cranial, i a partir d'aquesta comparació, plantejar una reflexió crítica sobre la validesa científica de la fluctuació del LCR dins del model d'osteopatia cranial.

MATERIAL I MÈTODES

DISSENY DE L'ESTUDI

El disseny correspon a una revisió bibliogràfica (no sistemàtica).

PROCEDIMENT

La cerca d'informació es va organitzar en dues direccions:

1. Anatomia i fisiologia del LCR (producció, circulació i reabsorció).

Es van consultar llibres físics d'anatomia i fisiologia de sistema nerviós.

Es va realitzar una recerca sensible amb terminologia controlada (MeSH) i llenguatge lliure en les següents bases de dades:

- Pubmed.
- Biblioteca Cochrane.
- Trip Database.
- Google Academics.
- Google Scholar.

L'estratègia de recerca utilitzada a les bases de dades va ser la següent:

Inicialment fer una recerca general utilitzant com a paraules clau: “cerebrospinal fluid” limitant-ho només al títol i a l'abstract, i posteriorment acotar la recerca amb termes més específics com “physiology”, “production”, “absortion”, “motion”, “fluctuation”, “drainage”... fent combinació d'aquestes paraules clau utilitzant operadors booleans.

Historial de recerca inicial:

cerebrospinal fluid[Title/Abstract]

(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND physiology[Title/Abstract]

(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND production[Title/Abstract]

(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND secretion[Title/Abstract]

(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND choroid plexus[Title/Abstract]

(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND motion[Title/Abstract]
(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND hydrodynamic[Title/Abstract]
(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND fluctuation[Title/Abstract]
(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND absorption[Title/Abstract]
(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND drainage[Title/Abstract]
(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND lymphatic[Title/Abstract]

Posteriorment per delimitar encara més la recerca es va utilitzar el booleà OR en els sinònims o el booleà NOT per excloure. Per exemple:

(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND ((secretion[Title/Abstract]) OR production[Title/Abstract])

((((cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND physiology[Title/Abstract])) NOT pathology[Title/Abstract])

També es va fer una cerca per autors rellevants en la recerca sobre LCR. Com per exemple:

(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND Moskalenko[Author]

(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND Johnston M[Author]

CRITERIS DE LA CERCA

Els filtres de la recerca es van limitar als articles publicats en els últims 10 anys. Es van incloure estudis tant en humans com en altres animals. Les llengües incloses van ser l'anglès, el francès i l'espanyol, quedant excloses totes les altres. Van ser exclosos els estudis sobre patologies concretes.

També es van incloure referències bibliogràfiques d'interès en els articles consultats, tot i que la publicació d'aquestes sigui anterior a 10 anys.

2. Producció, circulació i absorció del LCR en el camp de l'osteopatia cranial.

Es va realitzar una recerca sensible amb terminologia controlada (MeSH) i llenguatge lliure en les següents bases de dades:

- Pubmed.
- Biblioteca Cochrane.
- Ostmed.
- Osteopathic web research.
- International Journal of Osteopathic Medicine.

L'estratègia utilitzada en les bases de dades de Pubmed i Biblioteca Cochrane, va ser inicialment fer una recerca general fent servir les paraules clau: “cerebrospinal fluid”, i posteriorment acotar la recerca amb truncaments “craniosacr*”, “cranial osteopath*” i “osteopath*”:

```
craniosacral therapy[Title/Abstract]
(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND osteopath*[Title/Abstract]
(cerebrospinal fluid[Title/Abstract]) AND craniosacr*[Title/Abstract]
```

En les bases de dades específiques d'osteopatia. En aquesta recerca no es van fer tantes acotacions com a la recerca en fisiologia, degut a la manca de publicacions sobre el tema, fent servir les paraules claus següents:

```
cerebrospinal fluid[Title/Abstract]
cranial[Title/Abstract]
primary respiratory mechanism[Title/Abstract]
biodynamic model[Title/Abstract]
```

A més, es va fer una recerca per autors rellevants dins del camp de la osteopatia cranial com Sutherland, Magoun, Becker, Wales, Upledger, Frymann i Jealous.

Així mateix, es van consultar fonts bibliogràfiques a l'Escola d'Osteopatia de Barcelona i a la Universitat de Fisioteràpia Blanquerna, utilitzant com a paraules clau: “cranial osteopathy”, “fluctuation CSF” i el nom d'osteòpates rellevants en la història de l'osteopatia cranial.

Degut a la manca d'estudis científics indexats, es va incloure literatura grisa (articles

no científics, xerrades...).

CRITERIS DE LA CERCA

Es va tenir en compte literatura prèvia a A. T. Still i W. G. Sutherland. Les llengües incloses van ser l'anglès, el francès i l'espanyol, quedant excloses totes les altres.

RESULTATS

El sistema nerviós (SN) està banyat per un líquid incolor i de gran contingut proteic, el LCR. Aquest líquid omple els ventricles cerebrals, l'espai subaracnoideu, les cisternes de l'encèfal i de la medul·la espinal. Les funcions del LCR són múltiples. Fa de protector de l'encèfal i de la medul·la espinal esmorteint les forces, reabsorbeix les substàncies de rebuig del sistema nerviós i li proporciona nutrició, entre altres funcions¹⁴. EL LCR manté l'ambient electrolític del SNC, influeix en l'equilibri àcid-base sistèmic, nodreix les cèl·lules neuronals i glials, funciona com a sistema limfàtic pel SNC eliminant productes de rebuig¹⁵. El pH i la composició del LCR són relativament constants per garantir el bon funcionament del cervell.

En la majoria dels teixits, el teixit extracel·lular és format per filtració capil·lar, el líquid intersticial (LI) amb la seves proteïnes i altres soluts, és absorbit pel sistema limfàtic i retornat al plasma. El cervell és l'únic on la filtració és més baixa degut a la barrera hematoencefàlica, que és una barrera formada per cèl·lules epitelials situades en els capil·lars que irriguen el SNC, permetent el pas de manera selectiva a substàncies nutritives i vitals, i bloquejant al mateix temps a substàncies tòxiques i nocives pel teixit cerebral¹⁶. A més a més, el cervell no té un sistema limfàtic propi dins del parènquima del sistema nerviós central, però hi ha vasos limfàtics a la duramare, la pituitària, la òrbita, la mucosa nasal i la oïda mitja¹⁷.

Anatòmicament el LCR omple els espais cefaloraquidis intern i extern. L'espai cefaloraquidi intern, està compost per 4 ventricles: dos ventricles laterals, el tercer ventricle en la part mitja de l'encèfal, i el quart ventricle entre el pont, el cerebel i la medul·la espinal. Els ventricles laterals estan connectats al tercer ventricle pels forats interventriculars de Monro. El tercer ventricle comunica amb el quart a través del conducte mesencefàlic de Silvio. I des del quart ventricle comunica amb l'espai cefaloraquidi extern per dues obertures laterals (forats de Luschka) i medialment per una obertura (forat de Magendi)^{14,18-21}.

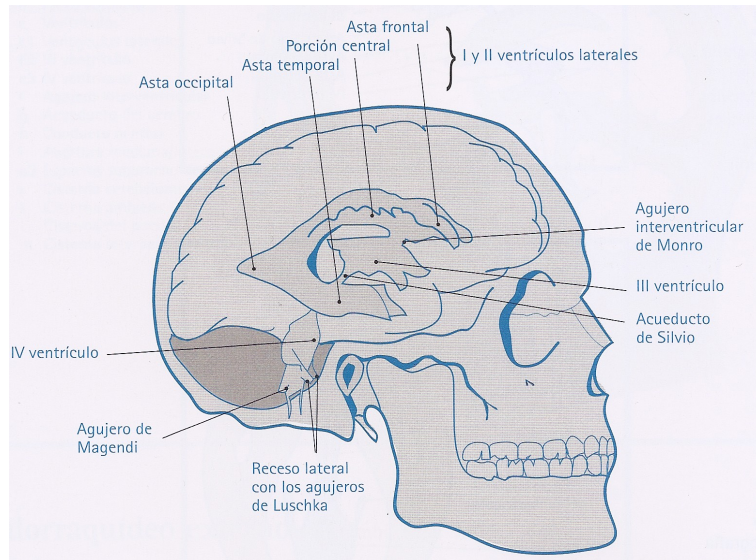


Figura 1: Ventricles cerebrals pla sagital¹⁴

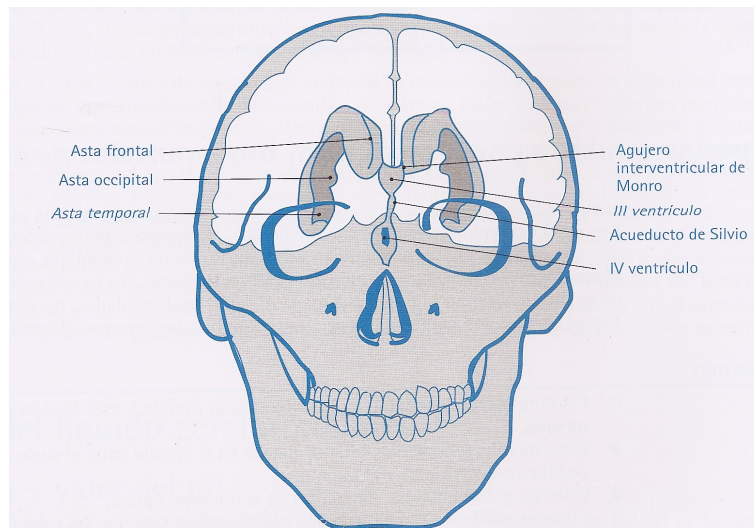


Figura 2: Ventricles cerebrals pla frontal¹⁴

L'espai subaracnoideu és l'espai format entre l'aracnoïdes i la piamare. L'espai es divideix en espai subaracnoideu intracranial i espinal. L'espai subaracnoideu intracranial forma cisternes, eixamplaments d'aquest espai, degut a que l'aracnoïdes està en contacte íntim amb la duramare i la piamare està unida al cervell. Aquestes cisternes són la cisterna cerebelomedul·lar posterior o cisterna magna, cisterna cerebelomedul·lar lateral, cisterna de la fosa lateral del cervell, cisterna interpeduncular, cisterna quiasmàtica, cisterna pericallosa, cisterna pontocerebelosa, la cisterna ambiens i cisterna de la làmina terminal.

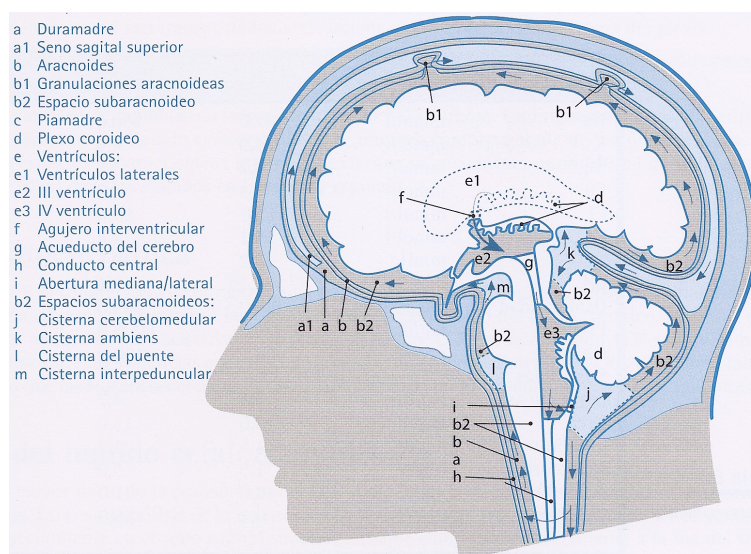


Figura 3: Cisternes cerebrals i model tradicional de circulació del LCR¹⁴

L'espai subaracnoideu espinal envolta la medulla espinal des del forat magne fins a la segona vertebra sacra. Aquest espai està dividit en compartiment anterior i posterior pels lligaments dentats, deixant a la part anterior els nervis sortints i a la part posterior els entrants. Des de la primera vèrtebra lumbar fins la segona vèrtebra sacra es troba la cua de cavall flotant en el LCR. A la part més inferior es troba el sac dural^{14,18-21}.

FISIOLOGIA DEL LCR

1. PRODUCCIÓ DEL LCR

Les investigacions sobre la producció del LCR ja es realitzaven des del 1919 per Dandy, que va realitzar una plexotomia d'un ventricle lateral i va obstruir els foramens de Monro. Va observar que al ventricle que no va fer la plexotomia es dilatava i l'altre no, i que no es produïa cap absorció dins del ventricle. Aquest experiment el va fer amb un sol gos i no es va tornar a reproduir en cap altre estudi. Aquesta va ser la base de la hipòtesis tradicional²².

El LCR és produït en gran part pels plexes coroïdeus (PC) (50-70%). Els PC són unes vellositats de la piamare, molt vascularitzades en forma de granulacions que penetren en els ventricles, sobretot en les parets dels ventricles laterals¹⁵, però també

estan presents a la part posterior del tercer i en el sostre del quart ventricle²³.

La producció de LCR en els PC és relativament constant, regulada pel sistema nerviós autòmic (SNA). L'estimulació del gangli cervical superior provoca un augment de la producció del LCR¹⁴.

La producció en els PC es realitza mitjançant dos mecanismes:

- En primer lloc, hi ha una filtració passiva de plasma que es produeix a través de l'endoteli capil·lar de la coroides, facilitada per la pressió hidrostàtica.
- A continuació, es produeix una secreció activa a través d'una sola capa de l'epiteli dels PC que s'allibera de la part apical a la cavitat ventricular. I la pressió no influeix en aquest procés, doncs és una formació activa^{24,25}.

Al 1969, 1975 i 1976 Milhorat et al, van fer estudis on eliminaven els PC d'ambdós costats en un humà i en un mico, i no van trobar canvis significatius ni en el volum de secreció de LCR ni en la seva composició²².

Al 2009, Klarica et al, van obstruir el conducte de Silvio en gats i no es va produir un augment clar del volum i de la pressió dels ventricles, ni una diferència evident entre la pressió intraventricular i la pressió de l'espai subaracnoideu (a la cisterna magna) dues hores post obstrucció. Això difereix al model tradicional²⁶.

Alguns autors també descriuen els capil·lars de l'espai subaracnoideu i membrana aracnoidea del crani i de la medul·la espinal, així com a l'espai perivascular de l'epèndim i del parènquima cerebral com una altra font de producció del LCR^{15,17,23-25}.

Hakim et al i di Chiro, suggereixen que el LCR pot ser absorbit i produït en totes les parts del SNC²².

L'augment de la pressió intracranial redueix la producció LCR i viceversa²².

Contràriament al model tradicional, on la producció de LCR era activa des dels PC i l'absorció era passiva a través de les vellositats aracnoidees (VA); el LCR i líquid intersticial (LI) actuen com una unitat funcional. Els volums dels compartiments fluídics estan regulats principalment per canvis en la pressió osmòtica i hidrostàtica d'un costat i la unitat funcional LI i LCR per un altre^{22,27}.

El fet que l'endoteli dels capil·lars del SNC conté Na^+ i H^+ pel transport de substàncies a través de la membrana cel·lular i l'alta activitat Na^+ , K^+ i ATPasa de l'endoteli, també suggereixen que els microvasos cerebrals juguen un paper essencial en la regulació del volum de líquid del SNC. Segons aquesta nova hipòtesis el LCR es produeix de forma permanent i s'absorbeix en tot el sistema de LCR com a conseqüència de la filtració i la reabsorció de volum d'aigua a través de les parets dels capil·lars en el teixit cerebral circumdant. L'intercanvi de LCR entre tot el sistema de LCR i els teixits que l'envolten, depèn de les condicions (pato)fisiològiques que predominen dins d'aquests compartiments. Això implica que el LCR no només es transporta dins de l'espai subaracnoideu per ser absorbit principalment en els sinus venosos, sinó que també s'absorbeix dins dels ventricles per si mateixos¹³.

Hi ha uns 140-150ml de LCR en els espais subaracnoideus interns i externs, 125ml intracranials (25ml intraventricular i 100ml a l'espai subaracnoideu), i 20-25ml a la medul·la espinal, i es renova de 3 a 6 vegades al dia^{14,15,18}.

Hi ha un sistema d'absorció i producció de LCR constant, mantenint un equilibri i una pressió constant d'uns $10\text{cmH}_2\text{O}$ en decúbit lateral, i $30\text{cmH}_2\text{O}$ en sedestació^{28,29}.

La formació en humans és de 0,3-0,4 ml min (500 ml dia-720), amb una totalitat d'uns 90-150 ml en adults i d'uns 10-60 ml en neonats^{15,23}.

2. CIRCULACIÓ DEL LCR

El LCR circula pels espais cefaloraquidis d'una manera rítmica. Es realitzen diferents estudis en dues línies d'investigació, on es postulen, per un costat diferents direccions de la circulació del LCR i per l'altre, la naturalesa de la fluctuació rítmica d'aquest.

Tot i que parlem de la circulació del LCR, no és un bon terme degut a que no hi ha un bucle continu de LCR com en el sistema cardiovascular.

Direcció de la circulació del LCR

Segons la hipòtesi tradicional, una vegada s'ha segregat el LCR, aquest circula rítmicament des dels ventricles laterals a través dels forats interventriculars

de Monro al tercer ventricle. Des d'aquí passa al quart ventricle per l'aqüeducte de Silvio i surt a l'espai subaracnoideu, centralment pel forat de Magendie, lateralment pels forats de Luschka, i caudalment passa al conducte central de la medul·la espinal.

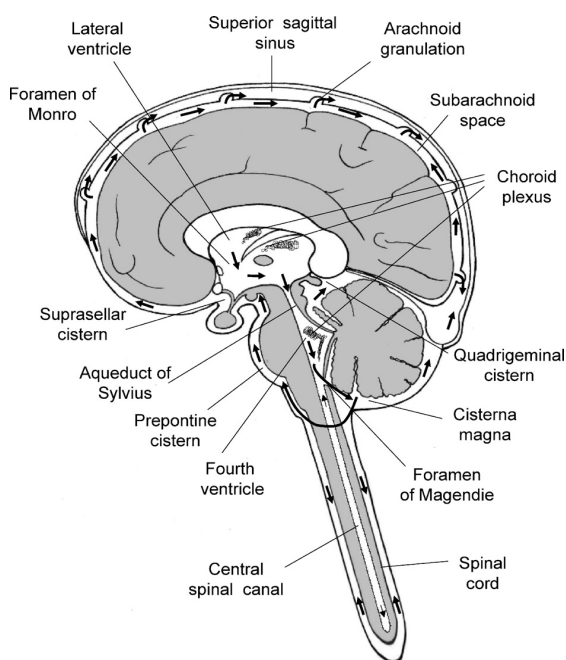


Figura 4: Circulació LCR segons el model tradicional⁶⁸

El LCR passa a l'espai subaracnoideu cranial i espinal.

En l'espai subaracnoideu cranial el LCR ascendeix cap a la convexitat de l'encèfal comunicant amb les cisternes a la base del cervell.

En l'espai subaracnoideu espinal, la circulació és més complexa i discutida. Hi ha diferents hipòtesis de la direcció de la seva circulació en l'espai subaracnoideu espinal:

- El LCR segueix el camí de menys resistència, les forces centrífugues propulsen el LCR cap les convexitats de la columna cervical, dorsal i lumbar, circulant pel canal espinal a través de l'espai subaracnoideu i potencialment pel canal central¹⁵.
- El LCR descendeix a l'espai subaracnoideu espinal pel conducte raquídi per la cara posterior del canal vertebral per després pujar per la cara ventral. Enzmann descriu una fluctuació oposada entre la part anterior i posterior de l'espai subaracnoideu espinal³⁰.
- EL LCR espinal fluctua en una marea bifàsica de flux cefàlic i de flux caudal.

Al igual que la circulació venosa, la circulació de LCR depèn indirecta i passivament per mecanismes per impulsar-lo. Però a diferència de les venes, no tenen vàlvules que evitin el reflux, així que els fluxos caudal i cefàlic del LCR poden ocórrer simultàniament¹⁵.

Tenint en compte que un 98,5 % del LCR i LI és aigua, el moviment de l'aigua determinarà l'activitat fisiològica de LCR-LI. En diferents estudis, van veure que l'aigua del LCR es reabsorbeix ràpidament pels capil·lars cerebrals i no flueix seguint un patró constant a tot l'espai cefaloraquidi¹², podent distribuir-se d'una manera multidireccional i fins i tot realitzar un camí retrògrad²⁷.

Iiff demostra que l'absorció del LCR en el parènquima cerebral depèn de la grandària molecular i és transportat en l'espai entre els capil·lars i els peus dels astròcits del sistema gliovascular³¹.

En el passat, per estudiar l'absorció i el recorregut del LCR, injectaven macromolècules en els ventricles laterals, i es reproduïa la circulació ventricular cap el 3er i 4art, passant posteriorment a la cisterna magne i a l'espai subaracnoideu, com ja s'ha definit en el model tradicional³².

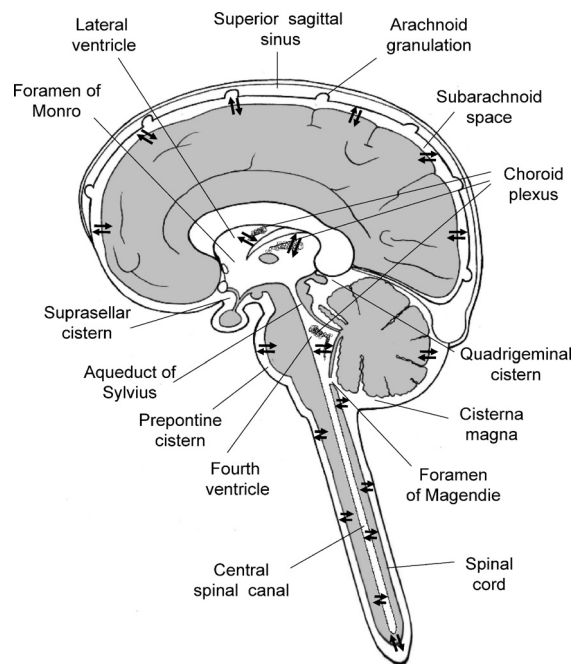


Figura 5: Filtració-Absorció del LI-LCR⁶⁸

Naturalesa de la fluctuació rítmica del LCR

La circulació del LCR és pulsativa, rebent influències del sistema cardiovascular, sistema respiratori, sistema limfàtic, moviment pulsatiu del cervell i efectes vasomotors.

- **Influència vasomotora:**

A mitjans del segle XIX es van descobrir les oscil·lacions de Trauble-Hering-Mayer (THM), ones lentes entre les oscil·lacions de la pressió sanguínia sistòlica i diastòlica. L'ona de Trauble-Hering (6-12 cicles/min) estan associades amb la respiració i l'activitat simpàtica vagal; les oscil·lacions de Mayer (0,5-1 cicle/min) són més lentes i estan associades als baroreceptors i quimiorceptors del sinus carotí i arc aòrtic, així com el control simpàtic de les arterioles de tot l'organisme^{33,34}.

S'ha demostrat el moviment pulsatiu del cervell propagat pel pols arterial, creant oscil·lacions sincròniques amb la sístole cardíaca. S'estenen a tot el llarg de la medul·la espinal, amb un fort cabal durant la sístole, seguit per un retrocés cefàlic més feble. L'expansió arterial sistòlica causa una expansió pulsativa al cervell. Com un pistó comprimeix els ventricles i propulsa el LCR a l'espai subaracnoideu i al canal medul·lar. Per tant l'espai subaracnoideu espinal permet la descompressió pulsativa de la caixa rígida del crani amb cada expansió sistòlica. En la fase sistòlica el cervell mig i el tronc cerebral es mouen caudalment cap al foramen magnum. I a la fase diastòlica, la disminució de volum de sang arterial provoca una reducció del volum total del cervell, el tronc cerebral retorna cranialment i el flux de LCR s'inverteix²⁸.

Dunbar (1966), va registrar una ona pulsativa al LCR del canal vertebral, després d'haver tancat el canal a nivell cervical. Hamit (1965), Du Boulay et al. (1972), Portnoy (1982), Urayama (1994) i Nelson (2002) registren una influència arterial i venosa en l'ona pulsativa del LCR del canal espinal. Així l'origen de l'ona no és només cranial, sinó que pot tenir influència de les artèries o venes del conducte medul·lar^{30,35-37}.

Greitz (1993) origen de l'ona de fluctuació LCR és deguda a una expansió cerebral produïda durant la sístole cardíaca, que comprimeixen els ventricles i

impulsen el LCR.

Moskalenko i Frymann (2003) exposen la relació entre el sistema cardiovascular intracranial i el LCR. Com a conseqüència de processos de control del sistema CV es produeixen fluctuacions lentes dels paràmetres CV i del LCR que aparentment serien la causa dels moviments periòdics dels ossos del crani^{34,38}.

- **Influència sistema respiratori:**

Tot i que l'ona del pols sistòlic està ben establerta com el principal impuls per la circulació del LCR, hi ha evidència que el ritme respiratori també influeix. En rates l'ona coincideix amb el ritme respiratori, Maier et al. diu que el ritme respiratori pot induir el moviment del tronc cerebral amb tanta força com l'expansió sistòlica. El cicle respiratori normal impulsa el tronc cerebral caudalment durant l'expiració i cranialment durant la inspiració, s'accentua amb la respiració forçada, valsava o tos. La respiració i el pols cardíac influeixen en el flux de LCR^{35,36}.

- **Influència del sistema limfàtic:**

Investigacions demostren l'existència de contraccions rítmiques dels vasos limfàtics, independents de la respiració i del pols cardíac. Aquestes contraccions rítmiques tenen una funció clau en la regulació i la formació del flux. El bombeig del sistema limfàtic és controlada pel SNA, pels teixits que l'envolten i a través de les hormones^{34,39}.

- **Influència de les oscil·lacions biològiques cel·lulars:**

Segons McPartland i Mein al 1997 defineixen amb el terme *entrainment* la integració de diversos oscil·ladors biològics (sumatori de la fluctuació del LCR, pols cardíac, ritme respiratori, THM, contracció dels vasos limfàtics, pulsació de les cèl·lules glials i altres). Defineixen oscil·ladors biològics com una cèl·lula o grup de cèl·lules que originen oscil·lacions rítmiques, que s'harmonitzen i es sincronitzen units entre sí, en una freqüència dominant i és recolzat per estudis de Milne al 1998 i Nelson al 2001^{34,39,40}.

La pressió i la velocitat del flux de LCR a l'espai subaracnoideu cranial i cervical és la mateixa que la del batec del cor dins del cervell. Durant la sístole impulsa el LCR a alta pressió i velocitat cap l'espai subaracnoideu espinal,

disminuint en mesura que es desplaça caudalment pel canal medul·lar. Al final de la sístole rebota una ona cranialment. Es defineix un moviment bidireccional del LCR per la variació de les pressions relatives en els espais subaracnoideus, SNC i tub neural^{15,36}.

3. ABSORCIÓ

La reabsorció del LCR té lloc a través de:

- **Les vellositats aracnoidees:**

Segons el punt de vista clàssic de l'absorció del LCR, es produeix principalment a les projeccions de l'aracnoide en els sistemes venosos cranials i espinals. Identificats per primera vegada al segle XVIII per Pacchioni, les microscòpiques vellositats aracnoidees i les macroscòpiques granulacions, els diverticles de l'aracnoides, són herniacions de la membrana aracnoidea cranial que projecta en els sinus venosos de la duramare en la convexitat del cervell. Els trobem principalment a nivell del sinus sagital superior, i en menor mesura al sinus transvers, sinus cavernós i el sinus petrós superior. Les vellositats aracnoidees funcionen com vàlvules unidireccionals. La diferència de la pressió hidrostàtica entre el compartiment del LCR i els sinus venosos és la força impulsora per l'absorció. La pressió del LCR a l'espai subaracnoideu és superior al dels sinus venosos, així el LCR passa a la sang. Inversament, quan la pressió venosa és superior a la del LCR, les parets de les vellositats aracnoidees es tanquen i prevenen el passatge dels elements sanguinis cap al LCR^{23,41}.

Alguns autors diuen que la reabsorció del LCR per les vellositats només intervenen secundàriament quan augmenta massa fort la pressió del LCR^{41,42}.

Al 1914 Weed va demostrar amb un experiment que les VA eren el lloc de major absorció del LCR. Aquesta hipòtesi ha estat fermament establerta i a dia d'avui encara hi ha investigadors que creuen que és el principal camí d'absorció sobretot en les VA del sinus superior^{15,43}.

També hi ha grups de cèl·lules aracnoidees adjacents a la sortida de les arrels dels nervis espinals, que penetren a la duramare i s'extenen fins les petites venes de la columna vertebral.

Aquest transport principal per les vellositats, anatòmica i funcionalment, està en discussió, doncs hi ha vellositats que no comuniquen amb les venes i es dubta de la seva funció.

En rates, la comunicació del LCR amb els sinus venosos per projeccions aracnoidees, no existeixen fins 20 dies després del naixement. I els plexes coroideus es desenvolupen relativament d'hora en gestació. En els nadons al voltant del naixement comencen a ser visibles les vellositats en la duramare, i les granulacions van augmentant a mesura que creix la persona. Així doncs, en edat gestacional és necessari un altre mecanisme eficaç per reabsorbir el LCR^{16,44}.

Els vasos limfàtics juguen un paper important en el transport del LCR abans del naixement²⁹.

- **Plexes coroideus:**

Una decena part de la secreció del LCR és reabsorbida pels propis plexes coroideus^{14,22}.

- **Espais Perivasculars:**

Les artèries i les venes del sistema nerviós central estan rodejats per espais perivasculars plens de líquid. Aquests espais estan connectats amb l'espai extracel·lular i amb l'espai subaracnoideu. Segons Rennels, Blaumanis i Grady, en aquests espais del SNC, existeix una microcirculació de LCR i de líquid extracel·lular mantingut gràcies al moviment pulsatiu de les arterioles. Guyton parla d'una funció important limfàtica a través dels espais perivasculars pel cervell. LCR en comunicació amb els espais extra cel·lulars del cervell, es barreja amb les extensions perivasculars de l'espai subaracnoideu. Gran part de l'absorció del LCR pot ocórrer directament a través de la matriu extracel·lular¹⁵.

Això implica que no només es transporta LCR per l'espai subaracnoideu per ser absorbit en els sinus venosos, doncs una part ja es reabsorbeixen dins dels ventricles^{13,22,27}.

Ja hem observat anteriorment en la circulació, que sota pressió normal ³H-aigua del LCR no flueix al llarg de tot l'espai subaracnoideu, degut a que és

ràpidament absorbit dins dels capil·lars cerebrals periventriculars. El que es suggereix és que la major part d'aigua del LCR és absorbida en els ventricles cerebrals, i les macromolècules de difícil pas per les parets dels capil·lars, si que són transportades per l'espai subaracnoideu per ser absorbides posteriorment per altres vies^{12,13,27,31}.

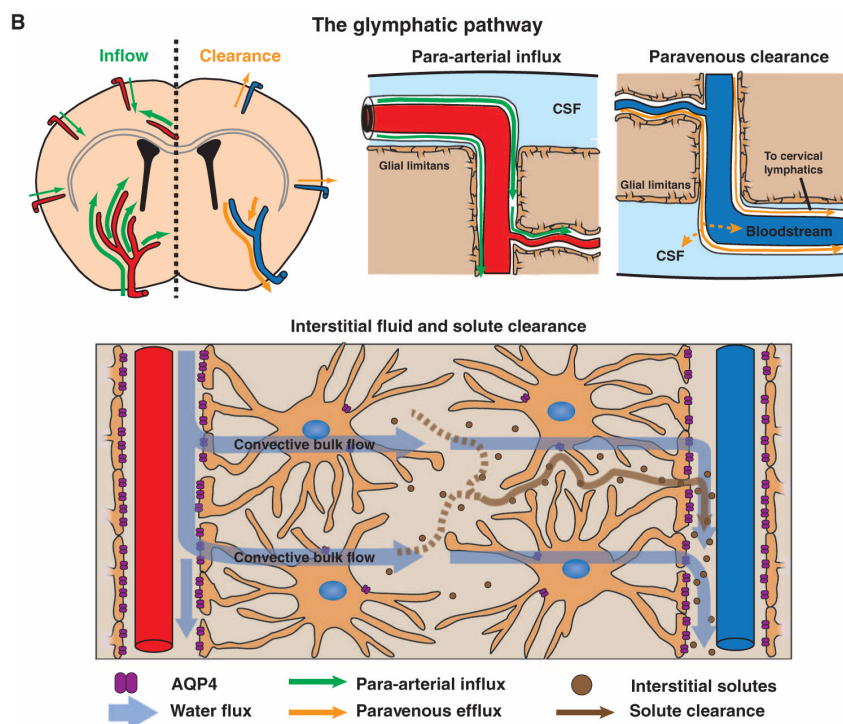


Figura 6: Unitat funcional LI-LCR mitjançant sistema glimfàtic³¹

- **Sistema limfàtic:**

Tot i que el parènquima del SNC no té vasos limfàtics, el pas del LCR cap als vasos limfàtics extradurals es produeix en les baines durals dels nervis encefàlics i medul·lars. Al menys un 50% del LCR absorbit, en rates i ovelles, és a través del sistema limfàtic i no a través de les VA¹⁴. Diferents estudis demostren els limfàtics com a principal via d'absorció del LCR^{17,45} a través de les baines durals de nervis cranials i espinals (especialment a nivell de la làmina cribosa i de les parets de les venes peridurals)^{17,46,47}.

Schwalbe (1869) va demostrar en un gos, que el LCR era absorbit pels limfàtics nasals i després passava als limfàtics cervicals. Quinke (1872) va observar que hi havia petits passatges de LCR al llarg de les arrels nervioses. Altres estudis evidencien les connexions entre LCR i limfàtics nasals, cervicals i nervis raquidis de tota la columna^{16,36,45,48-52}.

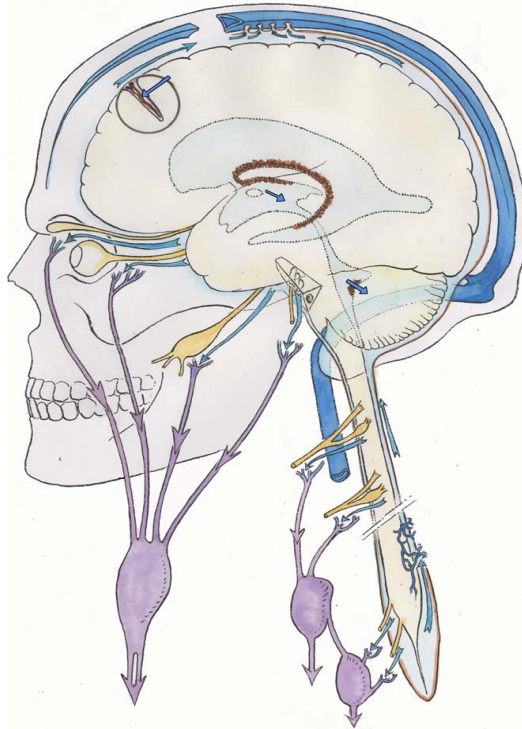


Figura 7: Absorció del LCR per les VA, limfàtics (mucosa nasal, nervi òptic, trigemin, facial, vestibulococlear i nervis espinals)⁶⁷.

Les diferents vies limfàtiques són:

- A través del nervi olfactori, per la làmina cribosa i absorbits pels vasos limfàtics de la submucosa nasal^{16,29,46}. Estudis en animals i humans, coincideixen que un 80% de l'absorció es fa per la placa cribiforme en pressions normals.

Speranski va ser el primer a escriure l'existència d'un vincle directe entre LCR, limfàtics nasals i cervicals. Des d'aleshores es va determinar que els vasos limfàtics de la submucosa dels sinus nasals era l'inicial recipient del drenatge de LCR a través de la làmina cribosa^{36,48}. Diversos estudis amb diferents espècies (inclòs en humans) confirmen l'existència d'aquesta via^{29,48,53,54}.

La via principal d'absorció de LCR a pressions baixes té lloc a nivell de la làmina cribosa. L'absorció a través de les VA augmenta quan la pressió intracranial és elevada^{29,55}.

- A través de la sortida d'altres nervis cranials com l'òptic, el vestibulococlear, l'espinal, facial i trigemin^{14,17,56} i un pas lent pel Vago, oftàlmic i òptic⁵².

- Limfàtics cervicals

El drenatge del LCR es produeix pels limfàtics de la mucosa nasal, en direcció dels ganglis limfàtics cervicals superficials i profunds. Aquesta via olfactiva transporta antígens dels espais aracnoideus cap els ganglis limfàtics cervicals on les respostes immunològiques específiques poden ser induïdes^{15,50,52}.

El drenatge cervical augmenta amb l'augment de PIC i amb la inclinació lateral del cap^{29,36,52}. A pressió normal un 10% de la limfa cervical ve del LCR, i amb PIC de 70cmH₂O augmenta fins al 80%.

- Una part és absorbida pels limfàtics de les arrels nervioses espinals, on es fusionen amb l'epineuro^{17,46}. Un estudi en animals diu que el 25% de la reabsorció total del LCR es fa en espai subaracnoideu espinal^{15,49}.

Butler et al (1984) en situacions patològiques on la PIC és extremadament elevada, el LCR passa directament des de la barrera de l'aracnoides fins als limfàtics de la duramare²².

EVOLUCIÓ DEL CONCEPTE DE LCR EN EL CAMP DE L'OSTEOPATIA CRANIAL

L'osteopatia va ser desenvolupada per Andrew Taylor Still (1828-1917), i ja aleshores li donava importància al lliure moviment dels fluids del cos com a condició bàsica per la salut¹. Deia que el cos humà era la farmàcia de Deu, que contenia tots els líquids, lubricants i medicaments necessaris per la felicitat i la salut humana⁵⁷.

Still (1902) va defensar la idea que el LCR no només era important pel SN, sinó que posseïa altres propietats especials importants per tot l'organisme. “El LCR és la substància més valuosa del cos, i mentre el cervell no produeixi suficient quantitat d'aquest líquid, el cos romandrà sense força. El riu de la vida cal aprofitar-lo i irrigar els camps erms, o el fruit de la salut s'haurà perdut per sempre”⁷ i diu que el LCR conté la Força Vital⁵⁸.

Still va especular sobre la relació entre la limfa i l'absorció del LCR. “Els

limfàtics estan en íntima relació i completament connectats amb la medul·la espinal i tots els nervis, curts o llargs, en el seu conjunt o per separat, i tots ells beuen de les aigües del cervell”. Aquesta suposada relació entre els limfàtics i el LCR, ha estat constatada per recents investigacions⁵⁹. Tenia en compte els limfàtics com a sistema universal d'irrigació⁵⁸.

Still va donar importància en examinar el moviment del fluid pertorbat en el cap per determinar la patogènesis de símptomes com marejos, mal de cap i pèrdua de memòria, els quals estan associats amb el LCR. Va donar èmfasi en que era tant important un aport de sang suficient com un drenatge perfecte⁷. “Estem tocant la font de la vida i de la mort quan anem als limfàtics.”

Still va utilitzar un llenguatge metafòric per donar les seves lliçons. Utilitzava metàfores familiars per descriure idees no familiars. Els seus coneixements van ser víctimes del reduccionisme científic i la realitat occidental, que limita la visió de la realitat i del nostre coneixement⁴⁰.

L'osteopatia Cranial fou desenvolupada a principis dels anys 30 per William Garner Sutherland (1873-1954), qui va estendre els principis de l'osteopatia sobre el camp cranial. Entre 1910-1920 Sutherland estudia els ossos del crani i les seves sutures. Va ser el primer en proposar que les sutures cranials no ossifiquen i que segueixen sent mòbils al llarg de la vida. Al 1930, va experimentar amb la duramare i els seus replecs. Es va començar a enfocar en la fluctuació del LCR i va presentar el model del Mecanisme Respiratori Primari (MRP). Va definir la fluctuació del LCR com la principal funció del MRP, i va defensar la idea que el LCR no només era important pel SN, sinó que posseïa altres propietats especials importants per tot l'organisme⁵.

Sutherland, en l'elaboració del concepte del MRP, va reconèixer diferents influències, començant per la de Still. “Si llegeixes els escrits del Dr. Still amb atenció, trobaràs que el concepte cranial a la ciència de la osteopatia era seu i no meu.”²⁸

El model d'osteopatia cranial del MRP descrit al 1930 per WG Sutherland, va ser estès per la majoria de les escoles i institucions d'osteopatia.

Emmanuel Swedenborg (1688-1772) sembla haver inspirat Sutherland. Aquest home estudiava l'anatomia amb la finalitat de retrobar l'ànima. *The Brain*, escrit entre 1743-1744, va descriure els moviments del cervell com una contracció i una expansió. Per ell, aquests moviments rítmics, eren una animació rítmica que manifestava la interacció entre l'ànima i el cos, i unificava tots els altres moviments orgànics. Va presentar les característiques dels moviments de les membranes durals, dels ossos del crani i de les seves sutures. Va descriure les qualitats pulsatives del LCR que es transmetien a la totalitat del cos, que caminava amb els nervis per propagar-se en tot el cos. Per ell, cada artèria, cada vena i cada nervi seguia el corrent del moviment del cervell. Va parlar de la duramare com un tendó muscular que s'estira durant l'expansió del cervell i es relaxa durant la contracció cerebral, introduint el concepte d'acció recíproca, que proporciona una força reactiva i afecta el cicle altern de moviment d'expansió i de contracció cerebrals. Dels 5 components del model de MRP de Sutherland, ell en va descriure 3: la motilitat del cervell i de la medul·la espinal, el rol recíproc de les membranes durals i la mobilitat articular dels ossos del crani. *The brain*, va ser traduït per Rudolf Tafel a l'anglès en el 1882 i Ida Rolf, secretària personal de Sutherland, es creu que li va proporcionar aquesta traducció^{28,60-62}.

Sutherland però, ho va esmentar una vegada en els seus escrits: “Si acabes esdevenint un mecànic de la mecànica cranial corregint lesions cranials, llavors esdevindràs el farmacèutic. És un pensament sense límits. Swedwnborg, fa 200 anys, va dir que hi ha moviment al cervell. Tenim alguna cosa totalment nova?”^{62,63}

Al 1939 Sutherland, va publicar *The Cranial Bowl*, on va descriure que el moviment rítmic del cervell associat a una deformació rítmica dels ventricles cerebrals, produeix una ona pulsativa del LCR^{5,64}. Describeix oscil·lacions espontànies del cervell, de la medul·la espinal i del LCR^{5,63,65}. Defineix la fluctuació com un moviment rítmic i pulsatiu del LCR dins de la seva cavitat natural, en sentit longitudinal i en espiral, al voltant de la columna vertebral⁴⁰. Consisteix en una fase rítmica d'emplenament i de buidament dels ventricles cranials. Durant la inhalació les parets i el sostre del 3er ventricle, s'expandeixen agafant forma de V, i la seva volta allargada s'aplana tirant dels PC⁵. Durant aquest mecanisme pot donar-se l'intercanvi entre la sang i el LCR a través dels PC. No es produeix una producció de

líquid sinó que es realitzen mecanismes d'intercanvi de fluids⁶⁶. Aquest intercanvi permet distribuir per tot el cos, els fàrmacs fabricats al cervell, com ja deia Still, la farmàcia de Déu⁵⁸.

Sutherland va donar èmfasi als PC per l'intercanvi químic entre el LCR i la sang, i el paper dels limfàtics en el drenatge de les toxines des de la neuraxis. “Quan toques les aigües del cervell mitjançant la compressió del quart ventricle, mira el que passa al sistema limfàtic. Visualitza el nòdul limfàtic que està mantenint algun verí contingut en ell, canviant la constitució abans que la limfa es mogui cap el sistema venós.”

Sutherland a The cranial Bowl, va fer referència a una tècnica de bombeig en els sinus facials per fer un drenatge cranial⁵.

Es postulen unes direccions específiques del flux. Hi ha dos tipus de fluctuacions:

1. Fluctuació longitudinal o anteroposterior: Es considera la fluctuació normal o fisiològica. És un moviment ascendent en l'eix axial amb una expansió bilateral simultània, que apareix en cada fase d'inhalació del MRP. Aquesta ona fluctuant pot percebre's en qualsevol part de l'organisme.
2. Fluctuació lateral: és una fluctuació no fisiològica d'aparició eventual (durant el procés de tractament) ,però no s'ha de mantenir en el temps de manera contínua. És un moviment alternant lateral en un pla transversal⁶³.

Sutherland va afirmar que el LCR com a líquid transparent, rep i és habitat per l'alè de la vida “*Breath of life*”(1943). Va parlar de la fluctuació del LCR com una Marea, que condueix una potència Intel·ligent. Va definir la Marea com un moviment que ve durant la inhalació i marxa durant l'exhalació, que fluctua, que ve i va, com la marea de l'oceà. Va afirmar que existeix una relació dinàmica entre el LCR i cada cèl·lula del nostre cos, i en particular de les cèl·lules del SNC. Segons Sutherland el LCR és el factor iniciador i el que controla el MRP^{2,4,65}, donant-li així una importància especial. “L'activitat circulatòria del LCR és primària a l'arterial, venosa i limfàtica”^{62,63,66}

Sutherland visualitzava l'alè de vida com una potència del fluid dins del fluid,

alguna cosa que no es barreja, alguna cosa que té potència, com una cosa que fa que es mogui. Una potència intel·ligent més gran que la mentalitat humana. Va definir aquesta potència Intel·ligent com un líquid invisible dins del LCR, i va comparar aquesta potència invisible com la bateria del cos humà⁵⁸. Va dir que el LCR té un potencial inherent de transmutar, productor de nutrients per les cèl·lules nervioses, amb una transmutació consecutiva de l'element al llarg de les fibres nervioses. Va parlar d'una transmutació del LCR com un intercanvi entre tots els fluids del cos.

Al 1948 va utilitzar la potència de la marea en els seus tractaments. Parlava i treballava amb un fulcre espiritual, intel·ligent, punt d'equilibri dins la Marea.

“Una potència intel·ligent que fa el treball per nosaltres: no cal accionar cap força externa, només confiar en la Marea.”

“Vull que pensis en el que passa quan es realitzen operacions per gestionar la fluctuació del LCR. Quan aquest petit moment és vibrant, com un equilibri rítmic en el fluid. Aquest és el punt de canvi. El treball de l'operador es conclou quan s'ha complert aquest objectiu. Després del punt de quietud, el cos del pacient se'n va a la feina”

“Quan el punt de quietud sorgeixen en l'aplicació d'aquestes tècniques, el motor és a ralenti i hi ha un intercanvi entre tots els fluids del cos”^{39,40,66}

Sutherland en els seus últims anys de vida, expressa que el MRP és generat per forces externes. Una força que passa a través del pacient i de les mans de l'osteòpata. Va parlar dels seus pacients com si fossin part d'un mar, amb onades que es mouen a través de l'aigua i una marea que mou més en profunditat. Ell descriu un sistema de polirrítmes^{39,63}.

Harold Ives Magoun (1898-1981), alumne de Sutherland, va publicar el llibre “Osteopathy in the Cranial Field” amb la seva supervisió al 1951. En aquest llibre, per avançar en el reconeixement de l'osteopatia cranial, es va prescindir de gran part de les idees vitalistes¹.

Magoun va descriure aquest moviment del MRP, dividint-lo en dues fases, una d'inspiració i una altre d'expiració. Durant la fase d'inspiració, disminueix la longitud de l'eix neural fins a la unió del tercer ventricle amb els ventricles laterals i augmenta el diàmetre lateral, tant de la medul·la com dels hemisferis cerebrals, ampliant-se així el diàmetre lateral dels ventricles, del canal central i canals de

comunicació, augmentant l'espai subaracnoideu, preparat per rebre el LCR. Durant aquest procés, la forma en V del tercer ventricle s'eixampla augmentant la producció del LCR pels plexes coroideus a la vegada que la hipòfisi s'eleva, moviment necessari per la correcta funció de la glàndula. Durant la fase d'inspiració es produeix exactament el moviment contrari que durant la inspiració, per completar el cicle^{6-8,69}.

Magoun anomenava la *Sutherland wave*, amb una freqüència de 6-12 cicles per minut. Magoun, recolzava les hipòtesis de Sutherland, però creia que les variacions rítmiques de la producció del LCR, conduïen el moviment del cervell i la fluctuació del LCR³⁹.

Per Upledger i Vredevoogd el model de Sutherland no es sostenia. Van adoptar la hipòtesis de Magoun. Van dir que la fluctuació del LCR era causada per variacions de la producció d'aquest. Van fer la hipòtesi que les sutures cranials tenien un reflexe d'estirament, i que quan són estirades per l'expansió cranial, s'informa al sistema ventricular per disminuir la producció de LCR, mantenint així la pressió intracranial dins d'uns límits de normalitat. Van descriure la producció de LCR com un procés més ràpid que la reabsorció, per la circulació venosa a través de les VA. Així doncs, quan la producció es perllongava en el temps, augmentava la pressió i s'interrompia mitjançant un mecanisme homeostàtic. La reabsorció era constant durant tota l'estona i no s'interrompia. Per tant hi havia un augment de pressió durant la producció de LCR i una disminució en el moment que s'interrompia. Quan arribava a un nivell mínim de pressió la producció es tornava a activar. D'aquesta manera es produïa aquest moviment rítmic⁹. Upledger, va presentar el seu "*model presostat*" al 1983, on va atribuir la fluctuació del LCR als moviments rítmics coordinats dels PC, sutures cranials i estructures del SNC^{15,39}. Per Upledger la normalitat del MRP era de 6c/min.

Rollin E. Becker (1910-1996) va continuar amb les idees de Sutherland i va desenvolupar les bases de l'osteopatia cranial més vitalistes i les tècniques de fulcre¹. "Buscant l'equilibri en els teixits i en els elements fluids en cada part del conjunt del cos... aprendrem a conduir el flux o corrent cap un punt d'equilibri o un fulcre en el que tindrà lloc un procés de transformació que permetrà disminuir les lesions mecàniques, corregir les patologies i recuperar la salut"⁷¹.

Al 1965 va descriure *the long tide* com a ritme basal estable de 0,6 cicles per

min (1 cicle cada 300 segons), no modulada pel SNA^{1,39,40,70}.

Becker treballava amb la fluctuació del LCR que vivia en el pacient, participava de la fluctuació i compartia l'experiència del que ell rebia per palpació i dels canvis de patrons que es realitzaven⁷⁰.

Treballava amb els recursos naturals del cos i per entendre-ho va explicar tres definicions i dos principis:

Les definicions són:

- Autoorganització = homeostasis i equilibri dinàmic per mantenir la salut i combatre la malaltia.
- Fluctuació = el moviment del LCR dins del neurocrani. Com el cos bàsicament té una composició fluídica i el LCR s'absorbeix en part pel Sistema Limfàtic, la fluctuació és palpable a tot el cos.
- Transmutació = canvi d'un element químic en un altre.

I els principis són:

- Breath of Life, explicat per Sutherland
- Breath of air, relacionat amb tots els sistemes de funcionament anatomofisiològic, circulatoris i rítmics, necessaris per la nostra existència.

Va expressar la capacitat innata de l'individu a expressar la salut física, mental, emocional i filosòficament. I ell treballava amb aquestes capacitats innates. “Una eterna llei de vida i moviment”⁷⁰.

Va explicar que podem observar una fluctuació longitudinal, un moviment lateral altern i un patró espiral, podent trobar altres patrons o combinacions d'aquests. Li donava importància a la qualitat d'aquesta fluctuació (amplitud, vitalitat, dinàmica...)⁷⁰.

James Jealous presenta el model d'osteopatia cranial biodinàmica.

Segons Jealous el LCR no produeix cap ona estrictament parlant, sinó ones de flux o fenòmens electromagnètics^{8,71}. A través del MRP té lloc una transmutació rítmica dels fluids i una sincronització, i aquest cos fluid no està limitat per barreres físiques (exemple clar en l'embrió).

Jealous rep influència del doctor en embriologia Erich Blechsmidt (1904-1992). Qui va explicar que cada organisme ha passat per un estadi líquid en el

embrió. Les forces del fluid de formació, reabsorció i regeneració (les forces de l'embriogènesi) són les que organitzaran el desenvolupament embrionari. És a dir, la força, la direcció i el moviment del líquid serà qui guiï la forma. La funció embrionària crea la forma i després li segueix l'estructura. L'embrió com a arquetip de forma perfecta, serveix com a model del nostre cos per autocurar-se. Les forces d'embriogènesi són presents al llarg de tota la nostra vida, sent una potència inherent, una força de curació després del naixement^{40,71}.

Segons Jealous el cos és un líquid continu, amb intel·ligència pròpia que actua com a força terapèutica.

Defineix la fluctuació longitudinal com una ona que ascendeix durant la inspiració des del còccix i puja centralment en direcció cranial fins al forat magne, i des d'allà s'expandeix per les fosses cranials fins la regió pre i post esfenoidal fins acabar a la làmina terminalis, desapareixent suaument. Aquesta fluctuació no està limitada per l'espai que conté el LCR, tot i que coincideix. Ho defineix com un camp bioelèctric i electromagnètic dins d'un fluid, com una marea motriu, una potència o una força vital. El moviment que té lloc al cos fluid a la línia axial mitja està present en totes les parts del cos. En el cas de disfunció apareixerien fluctuacions laterals.

Segons Jealous per poder treballar amb el cos fluid i detectar una polirítmia, requereix augmentar l'aferent i disminuir l'eferent. És necessari que la ment estigui tranquil·la i que els diafragmes funcionin sense inhibir-se. Al final de la marea se sent una sensació de neutral com si els teixits-fluids s'homogeneïtzin i l'organisme arribi a un estat de "neutre". Només així es podrà percebre^{39,40,71,72}.

El concepte de Jealous de "l'embrió" com a concepte viu de l'organisme és un arquetip clau del model biodinàmic de l'osteopatia cranial.

DISCUSIÓ

CONEIXEMENT ACTUAL DE LA FISIOLOGIA DEL LCR: PRODUCCIÓ, CIRCULACIÓ I ABSORCIÓ

Degut a que el 98,5% de la composició del volum del LI i del LCR és aigua, pren protagonisme una activitat de filtració i d'absorció constant de líquid a través de l'epèndima i l'endoteli capil·lar ventricular, i dels capil·lars de l'espai subaracnoideu. El LI i el LCR formen una unitat funcional que es produeix per l'intercanvi hidrostàtic i oncòtic a través de les parets dels capil·lars del SNC. Si augmenta la PIC disminueix la producció o filtració i viceversa. Així hi ha un equilibri constant entre la producció i l'absorció entre el LCR i LI.

A part del filtratge de la unitat funcional LI-LCR hi ha una part de la producció que es fa als PC. Hi ha un filtratge passiu des del plasma regulat per la pressió hidrostàtica i una producció activa no dependent de la pressió.

La circulació del LCR dependrà de la grandària molecular i del filtratge selectiu de la barrera hematoencefàlica. L'aigua i les molècules petites de fàcil filtració no circularan per tot l'espai subaracnoideu, podent ser absorbides en el propi espai ventricular. En canvi les molècules més grans de difícil accés per ser filtrades o que tinguin el pas vetat per la barrera hematoencefàlica, circularan per l'espai subaracnoideu cranial i espinal fins ser absorbides mitjançant les VA, els vasos limfàtics associats als nervis cranials o espinals, o l'espai perivascular de l'espai subaracnoideu cranial i espinal.

Es registra un ritme d'expansió i de contracció cerebral no endogen, definit per Traube-Hering-Mayer a mitjans del segle XIX, on es defineixen dos ritmes. L'ona de TH són unes ones produïdes entre la sistole i la diàstole d'uns 6-12 cicles/minut i l'ona de Mayer que és una ona més lenta d'uns 0,5-1 cicles/minut associats al control del sistema nerviós simpàtic sobre les arterioles de l'organisme i els baroreceptors i quimiorceptors de l'aorta i de la caròtida. L'ona de TH és recolzada posteriorment per diferents estudis de Frymann i Moskalenko, i Sergueff. Es descriu una ona bifàsica del LCR en direcció caudal i cranial en relació amb la sistole i la diàstole.

Estudis de McPartland i Mein al 1997 defineixen amb el terme *entrainment*, com la integració de diversos oscil·ladors biològics (sumatori de la fluctuació del LCR, pols cardíac, ritme respiratori, THM, contracció dels vasos limfàtics, pulsació de les cèl·lules gials i altres) que s'armonitzen i es sincronitzen units entre sí, en una freqüència dominant, i també és recolzat per estudis posteriors per Milne i Nelson.

RESUM DE L'EVOLUCIÓ DE LA COMPRESIÓ DEL LCR DES DEL PUNT DE VISTA D'OSTEOPATIA CRANIAL

Swedenborg a mitjans del segle XVIII va descriure els moviments del cervell com una contracció i una expansió. Per ell, aquests moviments rítmics, eren una animació rítmica que manifestava la interacció entre l'ànima i el cos, i unificava tots els altres moviments orgànics. Per ell l'amor diví crea una força que provoca moviment en el cos físic. Va descriure les qualitats pulsatives del LCR que es transmetien a la totalitat del cos, que caminava amb els nervis per propagar-se en tot el cos.

Still en els seus escrits reflectia en tot moment els principis de l'osteopatia, vigents avui en dia, utilitzant un llenguatge metafòric per no limitar la realitat i el coneixement humà al llenguatge reduccionista. Tenia una visió de la vida com una interrelació de la matèria, el vitalisme i la teologia. Definia la vida com una força o un principi que vitalitza la matèria a través d'una relació amb ella, i crea una organització de la matèria per formar una manera de funcionar creant moviment. Expressa el cos diví com la perfecció humana d'autocuració transmetent la força vital mitjançant els seus elements.

En totes les mencions que fa al voltant de la seva comprensió sobre el LCR, fa referència als principis d'osteopatia que ell mateix va formular:

- *Principi de l'artèria suprema*

En les citacions esmentades, feia referència al *principi de l'artèria suprema* com a condició bàsica de la salut, donant importància al moviment lliure dels fluids, tant a l'aport de nutrients com el drenatge de toxines, fent especial èmfasi al LCR com la substància més valuosa del cos, contenedora de Força Vital.

- *Principi d'autocuració*

Quan parlava del cos humà com la farmàcia de Deu, que contenia tots els líquids, lubricants i medicaments necessaris per la felicitat i la salut humana.

- *El cos com una unitat*

Quan relacionava el SNC amb la totalitat del cos mitjançant els nervis i els limfàtics.

A continuació Suherland va continuar el treball de Still extenent els principis de l'osteopatia en el camp cranial. Utilitzava un llenguatge metafòric fent referència al món natural per explicar les seves teories. Des de l'inici li donava més importància al LCR que a la resta dels fluids del cos, considerant a aquest qui distribuïa els medicaments del cos, com deia Still.

El seu concepte de LCR evoluciona al llarg de la seva vida:

En la formulació del MRP al 1930, va definir la fluctuació del LCR com el principal component, que era produïda per les contraccions rítmiques del cervell. Mitjançant aquesta definició, va explicar com el LCR circulava d'una manera pulsativa dins la seva cavitat neural i com es distribuïa per tot el cos. Donava èmfasi als plexes coroides per l'intercanvi químic entre el LCR i la sang, i el paper dels limfàtics en el drenatge de les toxines des de la neuraxis.

Posteriorment al 1943, va definir que el LCR era habitat per l'Alè de Vida com una potència Intel·ligent (fluid dins d'un fluid que no es barreja i que transmuta) guiada per una força externa, la Marea. Parlava del LCR com una entitat funcional anatomofisiològica integrada en la totalitat del cos viu. Anomenava diferents ritmes simultanis però no va descriure específicament a quins es referia.

Al 1948 va diagnosticar i va tractar per mitjà del seu patró de fluctuació. Va treballar amb un fulcre espiritual, intel·ligent, un punt d'equilibri dins la Marea. Va dir que en aquest punt d'equilibri es produïa un intercanvi i una transmutació entre tots els fluids del cos.

Magoun va descriure la circulació del LCR associat a un moviment d'expansió i retracció del cervell descrit component per component, sense cap

al·lusió vitalista per augmentar l'acceptació de l'osteopatia cranial en la comunitat osteopàtica de l'època, i descriu l'origen de la fluctuació per l'activitat rítmica dels PC. Va definir la *Sutherland Wave* amb una freqüència de 6-12 cicles per minut.

Upledger va recolzar el mateix postulat de Magoun. En quan a creença dels PC i ritme del MRP, utilitzant un llenguatge reduccionista en tot moment.

Becker va continuar el treball més vitalista de Sutherland, i va desenvolupar el treball de fulcre. Va explicar com treballar portant a l'equilibri els teixits i els elements fluids del cos, on tindrà lloc un procés de transformació que permetrà disminuir les lesions mecàniques, corregir les patologies i recuperar la salut.

Becker va descriure dos ritmes simultanis:

- MRP = Sutherland Wave = 6-12 c/min, que sembla ser guiat pel breath of air.
- Long Tide = 0,6 c/min, com una força externa, que sembla estar guiat pel breath of life.

Jealous, ja gairebé no parlava de LCR, sinó més aviat de fluid. D'una interrelació constant entre els fluids del cos i de l'entorn, en una constant transmutació guiada per les forces de l'embriogènesi. Parla d'una ona de 2,5 cicles/minut, no limitada en el cos físic.

COMPARATIVA DELS ASPECTES FISIOLÒGICS I OSTEOPÀTICS DEL LCR

- Moviment Pulsatiu del cervell:

Al 1743 Swedendorg va descriure moviments pulsatius del cervell de contracció i d'expansió, com a manifestació de la integració entre l'ànima i el cos, unificant tots els altres ritmes orgànics del cos.

Sutherland al 1930 va descriure oscil·lacions espontànies del cervell que provocaven una deformació rítmica dels ventricles, sent aquest el motor de propulsió del LCR.

Magoun i Upledger anys més tard van explicar que les produccions rítmiques de LCR pels PC guiaven les pulsacions del cervell i la fluctuació del LCR.

A nivell de fisiologia s'ha demostrat que hi ha un ritme pulsatiu al cervell però que aquest no es endogen, és provocat per efectes vasomotors sincrònics a la sistole cardíaca. L'expansió arterial sistòlica causa una expansió pulsativa del cervell, comprimint els ventricles i propulsant el LCR. Aquesta expansió s'estén també en tot el canal medul·lar. Durant la diàstole, la disminució del volum del cervell provoca un retrocés del volum de LCR. Per una banda, es van descriure les oscil·lacions THM que tenen en compte aquests efectes vasomotors i altres ritmes del cos, i per una altra, les oscil·lacions biològiques cel·lulars segons McPartland i Mein, com a sumatori de tots els ritmes orgànics.

Així, aquestes pulsacions cerebrals descrites per Swedenborg es poden explicar per les oscil·lacions THM o les oscil·lacions biològiques cel·lulars. Les pulsacions descrites per Sutherland coincideixen amb les fisiològiques però no tenen un origen endogen. I les pulsacions presentades per Magoun i Upledger, no són vàlides, degut a que la formació de LCR pels PC és constant.

- Producció de LCR

Sutherland parlava d'un intercanvi químic en els PC entre la sang i el LCR.

Magoun i Upledger descriuen un procés pulsatiu de formació de LCR en els PC, sent la producció dels PC més ràpida que l'absorció de les VA. Quan la PIC augmentava fins a un nivell determinat a causa del desfase entre la producció i l'absorció, la producció es parava fins a tornar a trobar una baixada de PIC.

Tant Sutherland (una vegada va descriure l'alè de vida i evoluciona la seva comprensió del LCR), com Becker i Jealous, van parlar d'una transmutació, d'un intercanvi químic entre tots els fluids del cos.

Des del punt de vista fisiològic, la producció del LCR, per una banda es produeix als PC i per l'altra banda, filtrant les molècules d'aigua i molècules petites de fàcil accés des dels capil·lars arterials de tot l'epèndima ventricular i espai subaracnoideu.

Així l'intercanvi químic en els PC entre la sang i el LCR que va descriure

Sutherland en la seva primera època, en part coincideix amb els coneixements de fisiologia actual. La teoria de Magoun i Upledger com ja s'ha explicat en l'apartat anterior no és vàlida en relació als coneixements fisiològics vigents. I la transmutació

com a intercanvi químic entre tots els fluids del cos, explicada per Sutherland, Becker i Jealous s'apropa més a la fisiologia actual.

- Circulació del LCR

Still va dir que el LCR es distribuïa per tot el cos mitjançant els nervis i els vasos limfàtics. Va fer èmfasi a la necessitat del lliure moviment dels fluids per tot el cos per mantenir la salut.

Sutherland i Magoun, van descriure un moviment rítmic d'emplenament i de buidament dels ventricles cranials, per després sortir a l'espai subaracnoideu i distribuir-se per tot el cos mitjançant els limfàtics i els nervis.

Sutherland, parlava d'un intercanvi químic en els PC que permet distribuir els fàrmacs per tot el cos, i d'una relació dinàmica entre el LCR i totes les cèl·lules de l'organisme.

Becker no descrivia una circulació específica del LCR, més aviat parlava d'un intercanvi constant de fluids i de fluctuacions del LCR.

Jealous veia el cos com un líquid continu en constant canvi. No va parlar de circulació específica de LCR.

La circulació del LCR depèn de la grandària molecular i del filtratge selectiu de la barrera hematoencefàlica. L'aigua i les molècules petites de fàcil filtració, poden ser absorbides ràpidament sense tenir temps a sortir a l'espai subaracnoideu. Les molècules més grans o de difícil filtratge, circulen per tot l'espai subaracnoideu en diferents direccions fins ser reabsorbides per les VA, els vasos limfàtics dels nervis cranials o espinals, o l'espai perivascular de l'espai subaracnoideu.

Segons la comparativa, tots coincideixen en part amb els coneixements presentats. Magoun i Sutherland descriuen la circulació pròpia del LCR dins de l'espai cefaloraquidi, que vindria a ser la circulació de les molècules del LCR de més grandària molecular. Still, Sutherland, Becker i Jealous, parlaven de l'intercanvi de fluids en tot el cos, el qual es podria comparar amb la unitat funcional LI-LCR descrita anteriorment.

- Fluctuació del LCR

Definint la fluctuació com el moviment del fluid dins d'una cavitat tancada, en l'osteopatia cranial s'han postulat les següents fluctuacions:

Sutherland va anomenar la fluctuació longitudinal o anteroposterior del LCR com la fluctuació que es produeix de manera fisiològica. Ve durant la inspiració de manera ascendent, s'expandeix bilateralment i cap endavant a nivell cranial, i marxa durant l'expiració. Va anomenar també la fluctuació lateral que pot aparèixer durant el tractament o en patrons disfuncionals. També deia que aquesta fluctuació era palpable a tot el cos.

Becker va parlar d'una fluctuació del LCR palpable a tot el cos, degut a que aquest era absorbit pels limfàtics i distribuït en la totalitat de l'organisme. Deia que es podien trobar diferents patrons de fluctuació, longitudinal, lateral altern, en espiral o moviments combinats.

Jealous va parlar d'una ona present a tot el cos, que durant la inspiració ascendeix per la línia mitja des del còccix fins al forat magne, i des d'allà s'expandeix per les forces cranials fins la regió pre i post esfenoidal fins acabar a la làmina terminalis. Aquesta fluctuació no està limitada per l'espai subaracnoideu tot i que coincideix.

Diferents estudis descriuen que hi ha una pulsació rítmica en el LCR originada per un mecanisme vascular. Es postulen diferents direccions del LCR dins de l'espai subaracnoideu en direcció caudal i cranial, però no hi ha estudis que descriguin les mateixes fluctuacions descrites a nivell osteopàtic. La direcció de la fluctuació de Jealous concorda amb el desenvolupament embrionari del SNC.

- Absorció del LCR

Still va parlar d'una absorció o circulació a tot el cos mitjançant els nervis i els limfàtics. Sutherland va postular l'eliminació de toxines del SNC pels limfàtics. I Becker va descriure part de l'absorció pels vasos limfàtics.

Segons els coneixements vigents relacionats amb l'absorció, les molècules d'aigua o petites s'absorbeixen sobretot en la unitat funcional LI-LCR, i la resta del LCR utilitza sobretot vies limfàtiques associades a nervis cranials i espinals, les VA o l'espai perivascular de l'espai subaracnoideu.

Així doncs, van postular correctament que part de l'absorció del LCR es realitzava mitjançant vies limfàtiques associades als nervis, avançant-se així als coneixements científics.

- Ritmes palpables

Swedenborg i Still només van fer referència a un ritme pulsatiu del cervell. Sutherland va parlar de poliritmes. Va anomenar el MRP i la Marea.

Magoun i Upledger van dir que el MRP és un ritme de entre 6 i 12 cicles per minut.

Becker va descriure la *long tide* amb una freqüència de 0,6 cicles/minut

Jealous parlava d'un sistema de poliritmes i descrivia una ona amb una freqüència de 2,5 cicles/minut.

- Altres conceptes que es tenen en compte en l'osteopatia cranial

Ja des dels inicis de l'osteopatia, els diferents osteòpates fan referència a diferents forces que guien la fluctuació del LCR i del moviment humà.

Swedenborg va explicar que l'esperit o l'amor diví, creava una força que produïa moviment en el cos físic.

Still va expressar el cos diví com la perfecció humana d'autocuració, transmetent la Força Vital als seus elements. Va dir que el LCR contenia la Força Vital.

Sutherland va parlar del *Breath of life* per descriure una potència intel·ligent dins del fluid, que el fa moure i que transmuta. I va parlar de la Marea que dirigeix els fluids. Va treballar amb la força de la Marea com a força curativa.

Becker va nomenar, a part del *Breath of life* de Sutherland, el *Breath of air* com a sumatori de tots els sistemes orgànics del cos.

Jealous parlava del cos com a un líquid continu amb intel·ligència pròpia, que actua com a força terapèutica. Parlava d'aquesta força com la força de l'embriogènesi, present tota la vida.

Tots ells, parlaven d'una força d'autocuració i d'un canvi, intercanvi o transmutació del fluid del cos.

Still va fer referència al lliure moviment dels fluids i d'una connexió entre el LCR, els limfàtics i la resta del cos, podent interpretar que parlava d'aquest intercanvi de fluids o transmutació.

Becker i Sutherland van fer referència a la transmutació del LCR en el moment de quietud, com l'intercanvi de tots els fluids del cos.

Jealous parlava d'una transmutació dels fluids del cos sincronitzats no limitats

a les diferents estructures corporals.

Amb aquesta exposició i comparació de conceptes sorgeixen diferents preguntes:

La comprensió de la fluctuació de LCR era la mateixa pels diferents osteòpates?

Doncs Sutherland, Magoun i Upledger entre altres, parlaven d'una fluctuació de LCR com la hidrodinàmica estricta del fluid dins de l'espai ventricular i l'espai subaracnoideu.

Sutherland (després de definir el breath of life), Becker i Jealous entre altres, parlaven de la fluctuació del líquid com una onada en sentit ascendent, expandint-se a nivell cranial, i no havent d'estar limitat dins dels espais cefaloraquidis. Parlaven que es produïa un intercanvi de tots els fluids del cos.

Parlaven de LCR referint-se a LCR o referint-se a Fluid?

Magoun i Upledger parlaven del LCR estrictament parlant.

Still i Sutherland en els primers moments de les teories de l'osteopatia cranial, parlaven de LCR com el líquid del SN, però l'associaven a la totalitat del cos en els seus textos (amb nutrició, drenatge o circulació).

Posteriorment Sutherland i Becker anomenaven el LCR però parlaven d'una transmutació d'aquest com un intercanvi de tots els fluids del cos.

Jealous parlava exclusivament de fluid.

Parlaven del mateix ritme amb diferents freqüències o parlaven de ritmes diferents? Quin significat tenen aquests ritmes? Com són interpretats?

Swedenborg i Still només van fer referència a un ritme pulsatiu del cervell.

Sutherland va parlar de poliritmes. Va anomenar el MRP i la Marea.

Magoun i Upledger van dir que el MRP és un ritme de entre 6 i 12 cicles per minut.

Becker descriu la long tide amb una freqüència de 0,6 cicles/minut.

Jealous parla d'un sistema de poliritmes i descriu una ona amb una freqüència de 2,5 cicles/minut.

Hi ha punts en comú entre les teories explicades de la naturalesa del

moviment rítmic del LCR i els diferents ritmes osteopàtics.

El ritme produït per les ones TH, fan referència al sumatori dels ritmes de la pressió arterial, el ritme respiratori, el cardíac entre altres, tenint una freqüència d'entre 6-10 cicles/minut.

El model d'integració d'oscil·ladors biològics, com a sumatori dels diferents ritmes orgànics del cos, té una freqüència de 7,2 cicles/minut.

Les dues teories fan referència al sumatori dels ritmes orgànics, donant un ritme resultant, podent ser aquest la força que origina la pulsació rítmica del cervell i que coincideix amb el MRP. Però a dia d'avui encara s'ha confirmat aquesta coincidència.

Les ones de Mayer, més lentes, de 0,5-2 cicles/minut que semblen tenir una relació amb els baroreceptors i quimiorceptors de la caròtida i l'aorta, i amb el control simpàtic vascular del cos, s'assemblen més a les freqüències descrites per Becker (the long tide de 0,6 cicles/minut) i per Jealous (2,5 cicles/minut), tot i que l'explicació donava per Becker i Jealous no és la mateixa que per Mayer.

Hi ha una diferència entre el ritme del MRP i el ritme de la marea definit per Sutherland, la long Tide de Becker i l'ona de Jealous?

El MRP sembla fer referència a un ritme resultant com a sumatori dels ritmes corporals, on s'expressa la vitalitat i les forces d'autocuració del cos. La fluctuació que expressava Sutherland, Becker i Jealous sembla que fa referència al ritme amb que es relaciona el cos amb el seu entorn, tot i que utilitzaven un llenguatge diferent. I sembla que els dos ritmes poden coexistir a la vegada.

Quan Becker parla del Breath of air, es refereix a les forces orgàniques representades en el MRP? Quan es parla del Breath of life, i de les forces de l'embriogènesi com una força present en la natura l'associen a la fluctuació de fluid?

Una continuïtat de qüestions obertes queden sense resposta, degut a les diferències de llenguatge utilitzat i les múltiples interpretacions possibles.

CONCLUSIONS

- Després de realitzar una revisió bibliogràfica sobre la fisiologia del LCR, els coneixements de la fisiologia del LCR actuals disten molt del model tradicional establert a finals del segle XIX, per tant aquest no és un model vàlid a dia d'avui. En el coneixement actual de la fisiologia del LCR pren protagonisme la unitat funcional LI-LCR com a filtració i absorció de les molècules d'aigua i les petites molècules, renovant-se i mantenint-se en un equilibri constant. A part del filtratge de la unitat funcional LI-LCR hi ha una part important de producció de LCR als PC (50-70%).

La circulació del LCR depèn de la grandària molecular i del filtratge selectiu de la barrera hematoencefàlica, tenint una circulació local intraventricular els elements de fàcil absorció, i una circulació en tot l'espai cefaloraquidi, els elements de més difícil absorció. L'absorció principal de molècules grans o d'absorció lenta es produeix principalment per vies limfàtiques associades a nervis cranials i espinals (submucosa nasal i limfàtics cervicals sobretot) i secundàriament per les VA. Variant els % d'absorció d'una via o una altre en funció de la PIC i la posició corporal. El model tradicional de fisiologia del LCR dista dels coneixements actuals.

- La comprensió osteopàtica del LCR en l'actualitat no ha evolucionat gaire des dels seus inicis fins l'actualitat. Hi ha una manca de claredat en els conceptes explicats i ambigüitat en el llenguatge utilitzat, deixant lliures moltes interpretacions possibles.

- Tot i la poca evolució de la comprensió de LCR en l'osteopatia cranial, la comprensió de la fisiologia del LCR en la seva producció, circulació i absorció, sembla estar bastant recolzada pel coneixement científic actual.

La fluctuació del LCR/fluid descrita des del model osteopàtic, no hi ha estudis científics que la recolzin.

Per poder evolucionar en la comprensió del LCR en l'osteopatia cranial caldria unificar llenguatges i clarificar conceptes utilitzats.

BIBLIOGRAFIA

1. Torsten L. La Osteopatía Craneosacra. 4a. Badalona: Paidotribo; 2010. p.1-13.
2. Torsten L. La Osteopatía Craneosacra. 4a. Badalona: Paidotribo; 2010. p.17-18.
3. Upledger JE, Vredevoogd JD. Terapia Craneosacra I. 2a. Badalona: Paidotribo; 2007.
4. Sutherland WG. Teachings in the Science of Osteopathy. Texas: Sutherland Cranial Teaching Foundation; 1991. p.13-17.
5. Sutherland WG. The Cranial Bowl. Minnesota; 1939.
6. Magoun HI. Ostéopathie dans le Champ Crânien. Vannes: Sully; 2000.
7. Still. The Philosophy and Mechanical Principles of Osteopathy. Kirksville; 1892.
8. Sutherland WG. Teachings in the Science of Osteopathy. Texas: Sutherland Cranial Teaching Foundation; 1991. p.31-38.
9. Green C, Martin C, Bassett k, Kazajian A. A systematic review and critical appraisal of the scientific evidence of craniosacral therapy. British Columbia Office of Health Technology Assessment. The University of British Columbia. 1999.
10. Jäkel A. Therapeutic Effects of Cranial Osteopathic Manipulative Medicine: A Systematic Review. JAOA 2011;111(12).
11. Edzard E. Craniosacral therapy: a systematic review of the clinical evidence. FACT. 2012.
12. Bulat M, Lupret V, Oreskovic D, Klarica M. Transventricular and transpical absorption of cerebrospinal fluid into cerebral microvessels. Coll. Antropol. 2008;32(1):43-50.
13. Oreskovic D, Klarica M. The formation of cerebrospinal fluid: nearly a hundred years of interpretations and misinterpretations. Brain Res Rev 2010 sep;64(2):241-262.
14. Torsten L. La Osteopatía Craneosacra. 4a. Badalona: Paidotribo; 2010. p.279-293.
15. Whedon JM, Glassey D. Cerebrospinal Fluid stasis and its clinical significance. Altern Ther Health Med 2009;15(3):54-60.
16. Johnston M, Papaiconomou C. Cerebrospinal fluid transport: a lymphatic perspective. Physiology 2002;17:227-230.
17. Chikly B. Is human cerebrospinal fluid reabsorbed by lymph?. JAAO. 1998;8(4):28-34.

18. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principios de neurociencia. 4a. Madrid: McGraw-hill Interamericana; 2001.
19. Kahle W. Atlas de Anatomía para estudiantes y médicos. Tomo 3: Sistema Nervioso y Órganos de los Sentidos. Barcelona: Ediciones Omega; 1992. p.260-269.
20. Cambier J, Masson M, Dehen H. Manual Neurología. 6a. Barcelona: Masson; 1996. p.411.
21. Dauber W. Feneis. Nomenclatura anatómica ilustrada. 5a. Barcelona: Masson; 2006.
22. Chikly B, Quaghebeur J. Reassessing cerebrospinal fluid (CSF) hydrodynamics: A literature review presenting a novel hypothesis for CSF physiology. *J Bodyw Mov Ther.* 2013 Jul;17(3):344-354.
23. Battal B, Kocaoglu M, Bulakbasi N et al. Cerebrospinal fluid flow by using phase contrast MR technique. *The british Journal of radiology* 2011;84:758-765.
24. Johanson C, Duncan J, Klinge P, Brinker T, Stopa E, Silverberg G. Multiplicity of cerebrospinal fluid functions: new challenges in health and disease. *Cerebrospinal Fluid . Res.* 2008;5(1):10.
25. Brown, PD, Davies S.L, Speake T, Millar ID. Molecular mechanisms of cerebrospinal fluid production. *Neurosci* 129(4):957-970.
26. Klarica, M., Oreskovic, D., Bozic B., Vukic, M., Butkovic V, Bulat M. New experimental model of acute aqueductal blockage in cats: effects on cerebrospinal fluid pressure and the size of brain ventricles. *Neuroscience* 2009 feb;158(4):1397-1405.
27. Bulat M, Klarica M. Recent insights into a new hydrodynamics of the cerebrospinal Fluid. *Brain Res Rev.* 2011 Jan;65(2):99-112.
28. Sergueef N. Anatomie fonctionnelle appliquée a l'ostéopathie crânienne. Paris: Elsevier Masson; 2009. p.2-4,265.
29. Nagra G, Koh L, Zakharov A, Armstrong D, Johnston M. Quantification of cerebrospinal fluid transport across the cribriform plate into lymphatics in rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2006;291:1383-1389.
30. Enzmann DR, Pelc NJ. Normal flow patterns of intracranial and spinal cerebrospinal fluid defined with phase-contrast cine MR imaging. *Radiology* 1991; 178:467-74.
31. Iliff JJ, Wang M, Liao Y, Plogg BA, Peng W, Gundersen GA, Benveniste H, Vates GE, Deane R, Goldman SA, Nagelhus EA, Nedergaard M. A paravascular

- pathway facilitates CSF flow through the brain parenchyma and the clearance of interstitial solutes, including Amyloid B. *Sci. Transl. Med.* 4(147):147-111.
32. Vladic, A., Klarica, M., Bulat, M., 2009. Dynamics of distribution of 3H-inulin between the cerebrospinal fluid compartments. *Brain Res.* 1248:127-135.
 33. Nelson KE, Sergueef N, Lipinski CM, Chapman AR, Glonek T. Cranial rhythmic impulse related to the traube-hering-mayer oscillation: comparing laser-doppler flowmetry and palpation. *JAOA* 2001;101(3):163-173.
 34. Torsten L. *La Osteopatía Craneosacra*. 4a. Badalona: Paidotribo; 2010. p.29-64.
 35. Maier SE, Hardy CJ, Jolesz FA. Brain and cerebrospinal fluid motion: Real-time quantification with m-mode MR imaging. *Radiology* 1994;193(2):477-83.
 36. Raymond NP. Lymphatic drainage of the neuraxis in chronic fatigue syndrome: A hypothetical model for the cranial rhythmic impulse. *JAOA* 2007 june;107(6):218-224.
 37. Nelson KE, Sergueef N, Lipinski CM, Chapman AR, Glonek T. Cranial Rhythmic Impulse Related to the traube-hering-Mayer oscillation: comparing laser-doppler flowmetry and palpation. *JAOA* 2001;101(3):163-173.
 38. Mayhew J, Askew S, et al. Cerebral vasomotion: A 0,1 Hz Oscillation in Reflected light inaging of Neural Activity. *Neuroimage* 1996;4:183-193.
 39. Chaitow L. *Cranial manipulation theory and practices: Osseous and soft tissue approaches*. 2a. London: Elseiver Churchill Livingstone; 2005.
 40. McPartland JM, Skinner E. Review: The biodynamic model of osteopathy in the cranial field. *Explore* 2005 jan;1(1):21-32.
 41. Zakharov A, Papaiconomou C, Koh, Djenic J, Bozanovic SR, Johnston M. Integrating roles of extracranial lymphatics and intracranial veins in cerebrospinal fluid absorption in sheep. *Microvasc Res* 2004;67:96-104.
 42. Kida S, et al. CSF drains directly from the subarachnoid space into nasal lymphatics in the rat. Anatomy, histology and immunological significance. *Neuropathol Appl Neurobiol.* 1993;19:480-8.
 43. Brodbelt A, Stoodley M, 2007. CSF pathways: a review. *Br. J. Neurosurg.* 21(5):510-520.
 44. Papaiconomou C, Zakharov A, Azizi N, Djenic J, Johnston M. Reassessment of the pathways responsible for cerebrospinal fluid absorption in the neonate. *Childs Nerv Syst* 2004;(20):29-36.
 45. Koh L, Zakharov A, Johnston M. Integration of the subarachnoid space and lymphatics: is it time to embrace a new concept of cerebrospinal fluid

- absorption? *Cerebrospinal Fluid Res* 2005;2:6. Available at: <http://www.cerebrospinalfluidresearch.com/content/2/1/6>. Accessed Dec. 2013.
46. Leeds S, et al. Alternative pathways for drainage of cerebrospinal fluid in the canine brain *Lymphology* 1989;22:144-6.
 47. Kapoor KG, Katz SE, Grzybowski DM, Lubow M. Cerebrospinal Fluid outflow: an evolving perspective. *Brain Res Bull* 2008 Dec;16:77(6): 327-34.
 48. Johnston M, Zakharov A, Papaiconomou C, Salmasi G, Armstrong D. Evidence of connections between Cerebrospinal Fluid and nasal lymphatic vessels in humans, non-human primates and other mammalian species. *Cerebrospinal Fluid Res* 2004;1:2.
 49. Bozanovic-sosic R, Mollanji R, Johnston MG. Spinal and carnial contributions to total cerebrospinal fluid transport. *Am J Physiol Regul Integr Com Physiol* 2001; 281(3):909-916.
 50. Bradbury MW, Cole DF. The role of the lymphatic system in drainage of cerebrospinal fluid and aqueous humour. *J Physiol* 1980;299:353-365. Available at: <http://jp.physoc.org/cgi/reprint/299/1/353>. Accessed Dec. 2013.
 51. Mokri B, Aksamit AJ, Atkinson JL. Paradoxical postural headaches in cerebrospinal fluid leaks. *Cephalalgia* 2004;24:883-887 .
 52. Silver I, Li B, Szalai J, Johnston M. Relationship between intracranial pressure and cervical lymphatic pressure and flow rates in sheep. *Am J Physiol.* 1999;277(62):1712-1717.
 53. Johnston M. The importance of lymphatics in cerebrospinal fluid transport. *Lymphat Res Biol* 2003;1(1):21-4
 54. Johnston M, Zakharov A, Koh L, Armstrong D. Subarachnoid injection of Microfil reveals connections between cerebrospinal fluid and nasal lymphatics in the non-human primate. *Neuropathol Appl Neurobiol.* 2005 Dec;31(6):632-40.
 55. Mollanji R, Bozanovic-Sosic R, Silver I, Li B, Kim C, Midha R, Johnston M. Intracranial pressure accommodation is impaired by blocking pathways leading to extracranial lymphatics. *Am J Physiol regul Integr Comp Physiol.* 2001 May; 280(5):R1573-81.
 56. Shen JY, Kelly DE, Hyman S, McComb JG. Intraorbital cerebrospinal fluid outflow and the posterior uveal compartment of the hamster eye. *Cell Tissue Res.*1985;240(1):77-87.
 57. Still AT. *Autobiography of Andrew T. Still.* Kirksville; 1908.
 58. Lee PR. *INTERFACE: Mécanismes de l'esprit en Osréopathie.* França: Sully;

2005. 2011 traducció per Pierre Tricot.
59. Still AT. *Philosophy of Osteopathy*. Kirksville; 1899.
60. Theodore Jordan. Swedenborg's influence on Sutherland's 'Primary Respiratory Mechanism' model in cranial osteopathy. *IJOM*. 2009;12:100–105.
61. David B. Fuller. Review of Swedenborg's Paradigm of the brain. *The New Philosophy* 2011 jul-dec.
62. Geppert G. William Garner Sutherland: The founder of Cranial Osteopathy From the vision of moveable skull bones to therapeutical concept. *Master of Science in Osteopathie*. Danube University Krems; 2008.
63. Sutherland WG. *Contributions of thought*. Edited by Adah Strand Sutherland and Anne L. Wales. 2a. Texas: Sutherland Cranial Teaching Foundation; 1998
64. Torsten L. *La Osteopatía Craneosacra*. 4a. Badalona: Paidotribo; 2010. p17-25.
65. Sutherland WG. *Teachings in the Science of Osteopathy*. Texas: Sutherland Cranial Teaching Foundation; 1991. p.31-37.
66. Sutherland WG. *Teachings in the Science of Osteopathy*. Texas: Sutherland Cranial Teaching Foundation; 1991. p.54-64.
67. Sakka L, Coll G, Chazal J. Review of the literature: Anatomy and Physiology of cerebrospinal fluid. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2011 Dec;128(6):309-16.
68. Oreskovic D, Klarica M. Development of hydrocephalus and classical hypothesis of cerebrospinal fluid hydrodynamics: Facts and illusions. *Prog Neurobiol* 2011 Aug;94(3):238-258.
69. Sills F. *Craniosacral Biodynamics*. Volume one. Revised Edition. California: North Atlantic Books; 2001.
70. Becker RE. *Life in motion*. Edited by Raquel E Brooks. Oregon; 1997.
71. Torsten L. *La Osteopatía Craneosacra*. 4a. Badalona: Paidotribo; 2010. p.423-428.
72. Jealous J. *El cuerpo fluídico: fase dos*. Dossier formació de biodinàmica 2013 per Christian Sullivan.