

Вероятностная модель ликвородинамики краниального региона

Алексей Георгиевич Зверев¹, Святослав Валерьевич Новосельцев^{1,2}, Олег Сергеевич Якименко³

¹Северо-Западная академия остеопатии и медицинской психологии, Санкт-Петербург, Россия

²ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³Медицинский Центр “Med&Care”, Москва, Россия

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Зверев А.Г. 21.06.1955 ORCID ID: 0000-0001-5501-2023, alexei.osteopat@ya.ru

Новосельцев С.В. 28.01.1974 ORCID ID: 000-0002-4338-5567, snovoselcev@mail.ru

Якименко О.С. 28.03.1957 ORCID ID 0000-0002-1742-6775, yaosteopat@mail.ru

Аннотация

Статья на основе современных исследований динамических параметров СМЖ предлагает схему описания гемоликвородинамики ЦНС. Это описание в привычной терминологии работы сердца опирается на эволюционный фундамент организма – КСМ и дает понимание сложных взаимосвязей управления ЦНС.

Ключевые слова: краниосакральный механизм (КСМ), спинномозговая жидкость (ликвор, СМЖ), большое затылочное отверстие (БЗО)

Это все подтверждение слов Э.Т. Стилла: «До тех пор, пока мозг не будет в достаточном количестве поставлять ликвор, организм будет больным».

Введение

Экспериментальным изучением ликвора (СМЖ) в краниоспинальной полости черепа и позвоночника, в 21 веке начинают активно заниматься все большее количество исследователей. Весь 20 век эти исследования [1-4] от формального описания (определение химического состава, объема и давления в полостях) инвазивными (травматическими) методами и отдельных научных работ по определению расхода и скорости ликвора целенаправленно переходят к научному изучению физики процесса (пульсации ликвора, изменением его динамических параметров). С другой стороны в течение этого же периода остеопаты, используя визуально-тактильную пальпацию, знания анатомии и созданные ими универсальные техники, также изучали пульсацию ликвора. Они эффективно восстанавливали механику КСМ, чтобы нормализовать функции ликвороносных путей.

Современные работы, используя аналитические решения на основе уравнений Навье-Стокса, модели, высокотехнологическую аппаратуру МРТ, КТ, УЗИ, Допплерографию, Электроимпедансографию, неинвазивные датчики давления и компьютерные программы пытаются более точно описать гидродинамику пульсаций ликвора, его перемещения по телу. Это очень важно, так как ликвор является недостаточно исследованной средой жизнедеятельности ЦНС. Таким образом, для состояния здоровья человека уже не достаточно только обследований ССС, сосудов отдельных органов – жидкостных сред организма, в виде анализа крови, состояния сосудов и кардиограмм. Необходимо связать их с динамикой ликвора жидкостной средой ЦНС.

Материалы и методы

Ликвор производится сложной механикой мозга (природной технологии) [5], которая является неотъемлемой частью КСМ. Пульсирующая артериальная кровь, поступает в череп через внутреннюю сонную и позвоночную артерии и создает пульсацию сосудов мозговых артерий, всасываясь в мозг, приводит его к расширению и заставляет его механику производить ликвор. Входной импульс крови после обмена разбивается на два потока [1]: небольшого, который в виде ликвора поступает в краниальную полость и основного, который в виде венозной крови через венозные синусы вытекает из черепа через внутренние яремные вены, возвращаясь в верхнюю полую вену. Последовательность этих течений прекрасно видна в эксперименте (рисунок 1) [6]. Эта последовательность экспериментально объясняет биомеханику КСМ [4].

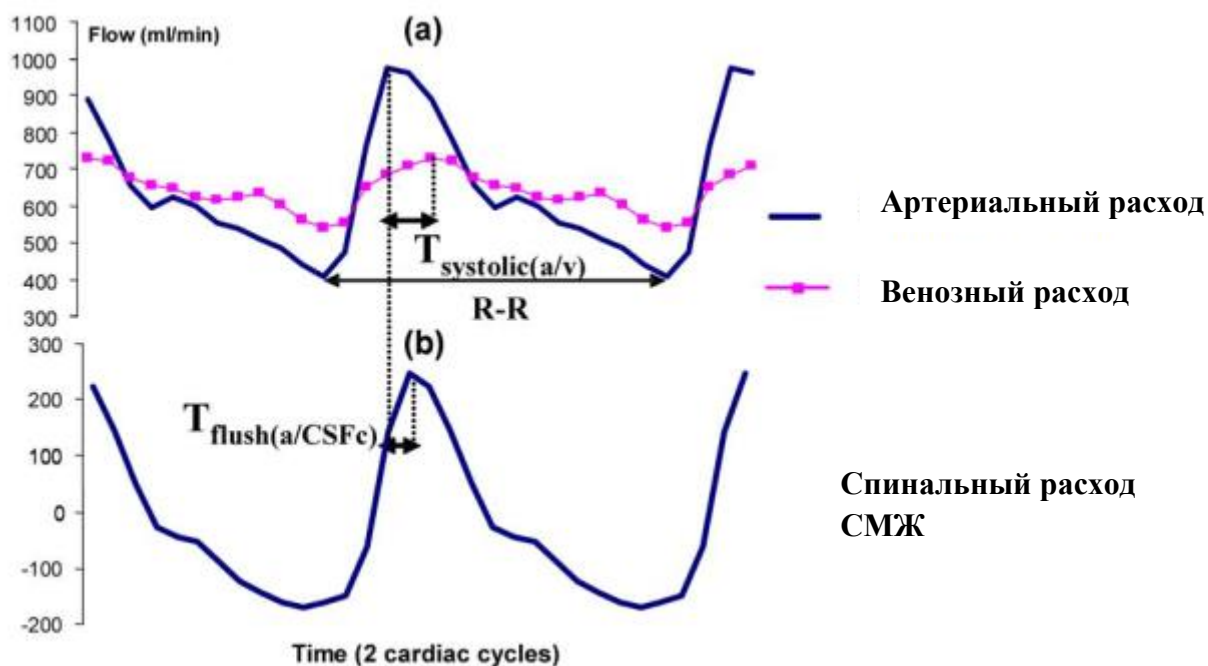


Рисунок 1 – Последовательность расхода гемоликвородинамики

Ещё меньшая часть из-за разных объёмов полостей оттекает в спинальную полость позвоночника. Таким образом, по аналогии с сердцем появляется третий круг кровообращения (гемоликворообращения), который является гидродинамической основой КСМ [4, 7]. Это объяснение вполне уместно, так как экспериментально происходит сравнение единичного ударного объёма (расхода за одну секунду) артериальной крови, расхода ликвора, и расхода венозной крови за кардиоцикл. Кроме этого в работе [2] показана лучшая корреляция расхода артериальной крови в нисходящей аорте и расхода ликвора в зоне БЗО, а далее C₄T₁T₇L₂ с уменьшением пика систолы и его фазового смещения (рисунок 2).

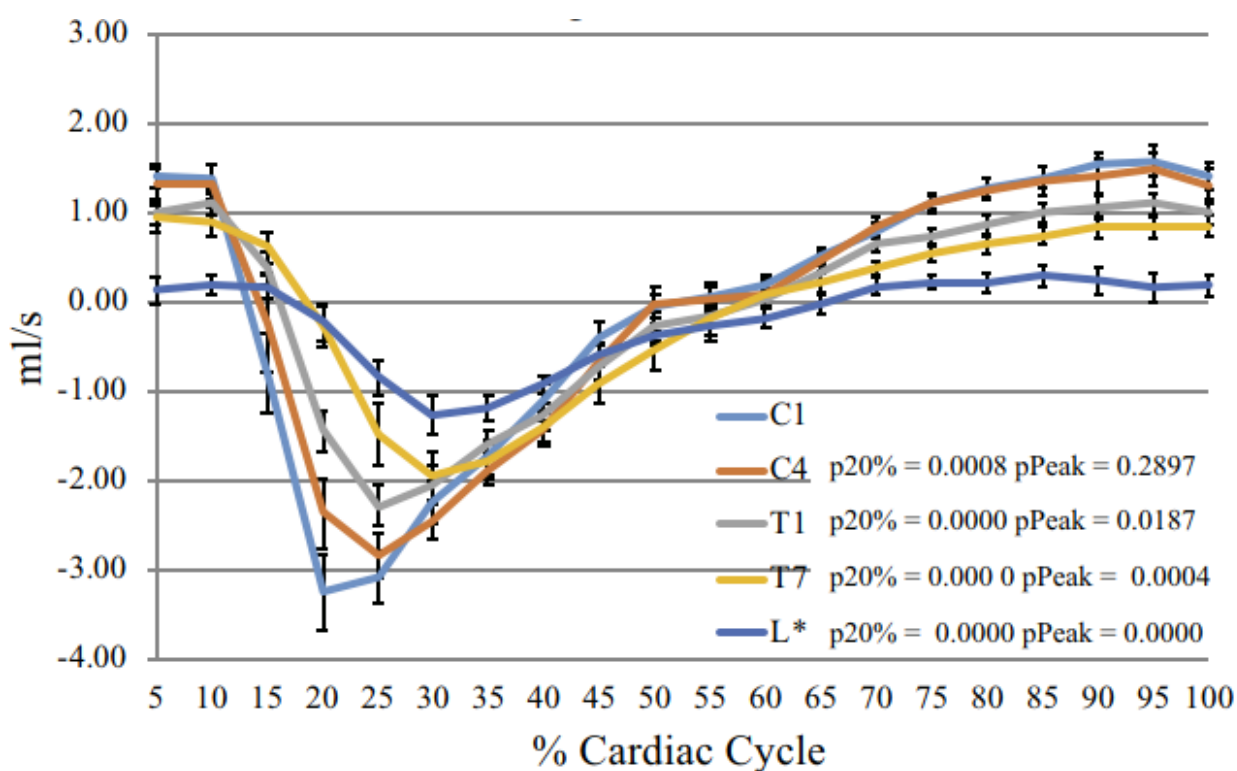


Рисунок 2 – Кривые расхода ликвора на уровнях C₁C₄T₁T₇L₂ [4]

Предложим уже знакомую схему механики левого предсердия и желудочка сердца. Предсердием может стать краниальная полость, а желудочком спинальная. Однако эта механика в системе головного и спинного мозгов значительно сложнее, так как сердце само кровь не вырабатывает а только перераспределяет. В черепе головной мозг дополнительно использует определенную технологию выработки ликвора из артериальной крови. Общая схема выглядит следующим образом: на флексию (кранио спинальное сжатие) за 3-6 секунд [7, 8] технология мозга накапливает ликвор в себе, вырабатывая его из артериальной крови, а на экстензию (кранио спинальное расширение) за 3-6 секунд она

выдавливает его в краниальную полость, понижая ВЧД. Часть этого ликвора поступает в спинальную полость, так как между ними отсутствует клапан. На следующую флексию оставшийся ликвор краниальной полости оттекает в венозные синусы, выполняя дренажную функцию. В спинальной полости происходит похожая динамика на экстензию: за 3-6 секунд ликвор поступает из краниальной полости и заполняет её [8]. На следующую флексию часть ликвора всасывается в оболочки спинномозговых нервов [9] и венозную систему самой полости. Синхронно на флексию происходит очередная пауза, когда технология головного мозга накапливает очередную порцию ликвора, а параллельно в малом кругу кровообращения венозная кровь отдает CO₂ и наполняется O₂, превращаясь в артериальную кровь. На снимке МРТ [2] с учетом графика (рисунок 2) расхода видно, что в систолу кардиоцикла пульсирующая большая часть ликвора течёт в сторону крестца, а в диастолу меньшая часть в сторону черепа. Этот обратный поток совсем небольшой, он по своей форме напоминает венозную кровь [4], который медленно теряет напор практически до нуля у L₂ [2, 3]. Он связан либо анатомически с наличием пятого желудочка мозга в зоне мозгового конуса, либо с дополнительным оттоком ликвора в венозные синусы. Поэтому цикл экстензии является большой систолой ЦНС, а цикл флексии большой диастолой ЦНС. Затем на очередную флексию ликвор краниоспинальной полости оттекает в венозные синусы и оболочки спинномозговых нервов, а головной мозг через свою технологию начинает накапливать очередную порцию ликвора.

Результаты

Описанную механику довольно успешно применяют остеопаты, используя технику CV4 позволяющую снижать ВЧД и более активно насыщать ликвором спинальную полость. Другой техникой улучшающей выработку ликвора и его прокачкой через Сильвиев водопровод является помпаж на флексию боковых желудочков мозга.

Кроме этого эти техники позволяют компенсировать слабость собственной сложной механики КСМ, которая синхронизирует технологию функционирования ликвора для улучшения здоровья организма, повышения его иммунитета. Теперь вернемся к пульсации, которая изначально создается сокращением сердца в виде ударного объема артериальной крови, поступающей последовательно в головной мозг. Биомеханика КСМ головного и спинного мозгов синхронизирует технологию выработки ликвора, дублируя своей костно-фасциальной механикой тканево-сосудистую механику головного мозга. Таким образом, в состоянии покоя, на основе многочисленных исследований [2, 3, 10] расхода, давления и скорости движения ликвора, а также ряда аналитических решений и моделей предлагается новая форма описания гемоликвородинамики ЦНС похожая на механику сердца. Это

описание позволяет уже в знакомой терминологии охарактеризовать сложную биомеханику и гидродинамику функционирования ликвора основы КСМ в организме человека. Следует отметить, что анатомически (эмбрионально) ЦНС развивается раньше, чем сердце, поэтому его статус выше. Кроме этого сердце можно хирургически пересадить, а ЦНС в виде головного и спинного мозга пока не научились. Сам механизм КСМ является элементом первичного (эмбрионального) дыхания, поэтому он же должен стать первичным механизмом гемоликвородинамики. Поэтому схема функционирования краниоспинальной полости, синхронизированная с технологией выработки ликвора, вполне может претендовать на аналог левого предсердия и желудочка сердца без клапана.

Заключение

По-видимому, также как и по кардиограмме, используя графики расхода, скорости и давления ликвора в зоне БЗО и важных зонах С₄Т₁Т₇Л₂ (имеющих прямое отношение к патологии позвоночника), можно будет расширить и выделить участки патологий ЦНС, позволяющую более точную постановку диагноза. Скорее всего, это станет возможным (при следующем уровне технологической аппаратуры), когда измерения ликвора будет проводиться под нагрузкой, т.е. динамически, а не в состоянии покоя. Точно также исследовались патологии сердца [11] в спортивной кардиологии используя разную аппаратуру для разных вариантов кардиограмм от уровня нагрузки, где патологии могли быть выявлены на более ранних стадиях. Таким образом, при более высоком уровне развития техники появится возможность связать динамическое состояние ЦНС, функционирование черепных и спинномозговых нервов с максимальной работоспособностью (силой), параметрами МПК и газообменом. В этом случае картина (карта) здоровья станет более прозрачной, а самое главное такие исследования прольют реальный свет на уникальные способности отдельных людей, полученные с рождения.

Библиография

1. N. Alperin et al. Hemodynamically independent analysis of CFS and brain motion observed with dynamic phase contrast MRI Magnetic resonance in medicine 1996. № 35. P. 741-754.
2. R. Bert et al. The relationships among spinal CSF flows, spinal cord geometry, and vascular correlations: evidence of intrathecal sources and sinks. American Journal of Physiology, 2019. P. 470-484.

3. T.I. Yiallourou et al. Comparison of 4D Phase-contrast MRI flow measurements to computational fluid dynamics simulations of CFS motion in the cervical spine. PLOS ONE. 2012. Vol. 7. P. 1-13.
4. Alperin N. et al. From cerebrospinal fluid pulsation to noninvasive intracranial compliance and pressure measured by MRI flow studies, 2006, № 2. P. 117-129.
5. Новосельцев С.В. Остеопатия 1. М. : Медпресс-информ. 2021. 688 с.
6. K. Ambarki et al. A New Lumped-Parameter Model of Cerebrospinal Hydrodynamics During the Cardiac Cycle in Healthy Volunteers IEEE Transactions on biomedical engineering, 2007, Vol. 54, № 3, P. 483-491.
7. Москаленко Ю.Ж. и др. Медленно волновые колебания в кранио сакральном пространстве: гемоликвородинамическая концепция происхождения // Физиологический Журнал России им. И.М. Сеченова. 2008. Т. 94. № 4. С.441-447.
8. Керн М. Мудрость тела, СПб. 2006. С. 30-37.
9. Решетилов В.И. Отток ликвора из подболочного пространства // Вопросы нейрохирургии. 1982. № 6. С. 44-46.
10. Bryn A.Martin, et al, Hydrodynamic and Longitudinal Impedance Analysis of Cerebrospinal Fluid Dynamics at the Craniovertebral Junction in Type 1 Chiari Malformation. PLOS ONE 2013 Vol. 8 P. 1-9.
11. Воробьев Л.В. Анализ и контроль сердечной деятельности при физических нагрузках // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 8. С. 378-381.

REFERENCES

1. Alperin N, et al. Hemodynamically independent analysis of CFS and brain motion observed with dynamic phase contrast MRI. Magnetic Resonance in Medicine. 1996;35:741-754.
2. Bert R, et al. The relationships among spinal CSF flows, spinal cord geometry, and vascular correlations: evidence of intrathecal sources and sinks. American Journal of Physiology. 2019:470-484.
3. Yiallourou TI, et al. Comparison of 4D Phase-contrast MRI flow measurements to computational fluid dynamics simulations of CFS motion in the cervical spine. PLOS ONE. 2012;7:1-13.
4. Alperin N, et al. From cerebrospinal fluid pulsation to noninvasive intracranial compliance and pressure measured by MRI flow studies. Current Medical Imaging. 2006;2(1):117-129.

5. Novoseltsev SV. Osteopathy 1. Moscow: MEDpress-inform; 2021. 688 p. (In Russ.).
6. Ambarki K, et al. A New Lumped-Parameter Model of Cerebrospinal Hydrodynamics During the Cardiac Cycle in Healthy Volunteers. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2007;54(3):483-491.
7. Moskalenko YuZh, et al. Slow-wave oscillations in the craniosacral space: hemo- and cerebrospinal fluid dynamic concept of origin. Fiziologicheskii Zhurnal Rossii im. I.M. Sechenova = I.M. Sechenov Russian Journal of Physiology. 2008;94(4):441-447. (In Russ.).
8. Kern M. Body's wisdom. Saint-Petersburg; 2006:30-37. (In Russ.).
9. Reshetilov VI. Outflow of cerebrospinal fluid from the subchondral space. Voprosy Neurokhirurgii = Neurosurgery Issues. 1982;6:44-46. (In Russ.).
10. Martin BA, et al. Hydrodynamic and Longitudinal Impedance Analysis of Cerebrospinal Fluid Dynamics at the Craniovertebral Junction in Type 1 Chiari Malformation. PLOS ONE. 2013;8:1-9.
11. Vorobyev LV. Analysis and control of cardiac activity during physical activities. Mezhdunarodnyi Zhurnal Prikladnykh i Fundamentalnykh Issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Studies. 2016;8:378-381. (In Russ.).