

ВВЕДЕНИЕ В ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ КРАНИОЛОГИЮ

Кость является высокореактивным органом. Сочленяясь друг с другом, кости образуют суставы, функция которых состоит в обеспечении подвижности костей относительно друг друга. Подобная аналогия прослеживается и для краниальных швов. Даже при синостозе сохраняется возможность пружинирования в живой кости. В конце концов, и отдельная кость, сохраняя резервы деформации, за счёт этого свойства активно участвует в функциональном обеспечении многих систем, например, кроветворной. Наконец, с биоэлектрической и механической точек зрения, кость ведёт себя как монокристалл, в котором реализуется пьезоэффект, поэтому даже минимальные механические нагрузки на кость приводят её в состояние электрической деполяризации (прямой пьезоэффект) и, напротив, изменение разности потенциала на поверхностях кости вызывает изменение напряжения в волокнах кости и механическую деформацию (обратный пьезоэффект), открытый в эксперименте японскими исследователями ещё в 1957 году [1].

Черепные сочленения образуют в конечном итоге морфофункциональное целое, поэтому как экзогенные, так и эндогенные влияния на него могут привести к клиническим симптомам, часто трудно дифференцируемым с неврологическими и общесоматическими синдромами. Трудности диагностики в таких случаях чаще всего связаны с тем, что клиницисты обычно недооценивают функциональные возможности черепа в целом, отдельных сочленений в черепе (специфики строения родничков, швов, мест прикрепления оболочек и т.п.), отдельных внутрикостных структур (отверстий, каналов, придаточных пазух и т.д.), а также особенностей самих костей (варианты нормативного развития, дисплазии и т.д.).

С функциональной точки зрения, наиболее очевидными для черепа являются функция защиты внутричерепных структур (оболочек мозга, собственно мозга, органов чувств, висцеральных входов органов дыхания, пищеварения и т.д.) и функция опоры (каркаса) для этих органов. Являясь местом прикрепления мягких тканей (оболочек мозга, жевательных и мимических мышц, мышц и связок шеи, глотки, языка и т.д.), череп испытывает на себе их влияние и наоборот. Мощностные нагрузки вполне можно оценить, например, по степени выраженности костных выступов — мест прикрепления мягких тканей. Достаточно отметить места прикрепления выйной связки к выйным же линиям (*linea nuche superior et linea nuche inferior*), чтобы убедиться в той мощи, с которой передаётся натяжение на затылочную кость, область которой часто является зоной всевозможных не нормальных ощущений, которые пациенты нередко описывают как боль в шее (хотя указывают рукой на затылок). С другой стороны, миотонические эффекты в жевательной мускулатуре (очевидно, это самые сильные мышцы в организме) могут вызывать краниальные дисторзии (например, в области сочленений клиновидной кости с другими костями), следствием которых могут быть расстройства различного характера, первично вызванные биомеханическими изменениями в черепе, и связанных с ним структурами. Примером тому могут служить нейрососудистые эффекты, связанные

с нарушением кровотока в области пещеристого синуса и внутренней сонной артерии; нередко при неврологическом исследовании можно обнаружить нарушение венозного оттока и нейрососудистые эффекты со стороны X, XI и XII пар черепных нервов вследствие компрессии пирамидки височной и затылочных костей в области яремного отверстия в перинатальном периоде. Снижение остроты зрения с признаками повышения внутриглазного и внутричерепного давления также характерно для нарушения краниальной механики, а повышение внутричерепного давления и нарушение механики в основании черепа может оказать влияние на гормональный фон.

Функциональные ресурсы черепа во многом определяются его биомеханическими свойствами, которые не так очевидны клиницистам общего профиля, но вполне актуальны с точки зрения кранионеврологии. В клинической практике мануальных терапевтов, остеопатов, ортодонтот, постурологов функциональная краниология становится важнейшим основанием практики. Ортодонты по необходимости обращают внимание прежде всего на нарушение смыкания в связи с позицией зубов и состоянием височно-нижнечелюстного сустава; в свою очередь показано, что постуральный баланс во многом зависит от позиции височных костей (вместе с рецепторами равновесия в них), асимметрия которых часто вызывает нарушение постурального баланса, сопровождаемого, например, различными формами сколиоза и тазовыми дисторзиями, а, следовательно, эффектами во всём опорно-двигательном аппарате. Специалисты-краниологи чаще всего имеют дело с последствиями черепных травм (перинатальных, ятрогенных, например, после стоматологических или ЛОР вмешательств), они же имеют возможность оценить долю краниального компонента в структуре нейрососудистых синдромов. Однако наиболее часто со стороны врачей общей практики подвергаются сомнению именно биомеханические свойства черепа, отдельных его сочленений и его содержимого. Поэтому мы должны остановиться на этом обстоятельстве особо.

Исследования, подтверждающие краниальную механику

Прежде следует обратиться к наиболее очевидным фактам краниальной механики. К ним следует отнести два важных с точки зрения функционирования черепа факта, потенциально имеющих разнообразную клиническую актуализацию.

Первый из них связан с очевидными возрастными изменениями в костях и суставах черепа. Относительная подвижность костей черепа с возрастом прогрессивно уменьшается (но не исчезает), однако она очевидна у новорожденных, так как кости свода черепа ещё не организованы в швах (собственно, швов ещё и нет) и наличествуют роднички (парные и непарные). По сути, кости свода черепа развиваются на основе наружного листка твёрдой мозговой оболочки (эндесмальский тип окостенения)¹. Так как ещё нет швов, имеется резервная подвижность костей (например, между теменными костями, где у новорожденного можно пальпировать

¹При таком типе точка окостенения располагается в центре натяжения мембраны, и дальнейшее окостенение будет происходить от центра (т.е. от точки окостенения) к периферии, т.е. радиально. Это характерно для плоских костей черепа. Эти исходные точки на костях свода легко пальпируются в буграх (лобных, теменных, затылочных), относительная асимметрия между ними указывает на возможный внутрикраниальный конфликт как в смысле неравномерности распределения интракраниального давления, так и мембранные дисторзии (прежде всего твёрдой мозговой оболочки).

верхний сагиттальный синус, натяжение и возможную пульсацию в нём при повышении внутричерепного давления), что является необходимым элементом для обеспечения конфигурации и прохождения головки плода в родовом канале, в частности при реализации синклитического либо асинклитического вставления головки (рис.). Следует отметить (в клинической перспективе) механическое взаимодействие черепа плода и тазовой механики роженицы при прохождении головки через узкий таз (или наличие крупной головки плода).

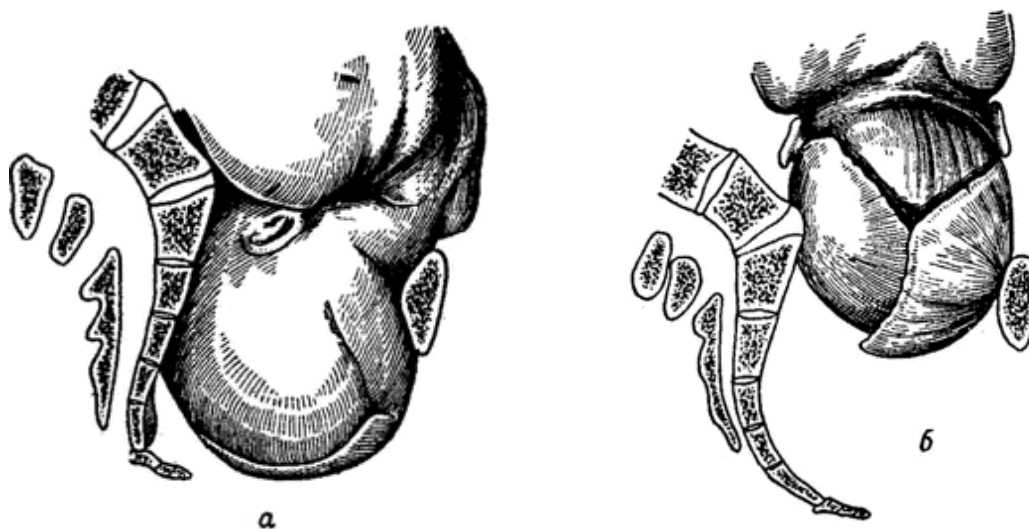


Рис. Механическое взаимодействие черепа плода и костей таза роженицы:

а — по прохождении головки через узкое место затылок опускается и поворачивается кпереди; б — захождение костей черепа при суженном тазе. Теменная кость, расположенная выше, заходит под нижестоящую теменную. Передний асинклитизм

Существует великое разнообразие патобиомеханики черепа в зависимости от условий, сложившихся на различных этапах реализации родового механизма. Следует отметить и патобиомеханические нарушения в черепе плода при извлечении его из матки посредством *sectio Caesarea*. Такие черепа, хотя и относительно симметричны (так как не прошли через родовой канал и, следовательно, миновали нормативные фазы разгибательного вставления головки и поворота), в итоге демонстрируют (при визуальном и мануальном обследовании) признаки черепной ригидности, сопровождающейся суставными ограничениями, а в возрастной перспективе наличие интракраниальной гипертензии с гидроцефалией является обычной находкой. Можно было бы отметить множество подобных перинатальных биомеханических нарушений, реализующихся с возрастом в клинические состояния, с которыми различные специалисты столкнутся в дошкольном, школьном возрасте, а по мере окостенения черепных костей значительно позже. Однако особо следует отметить, что биомеханика черепа в родах, со всеми последующими признаками краниальной асимметрии (а роды — это физиологически асимметричный процесс), запечатлевается на всю дальнейшую жизнь, и для квалифицированного краниолога лицо (да и вообще голова) уже взрослого пациента оказывается той «картой травм», которые перенёс данный субъект в родах. Исказилось взаимное расположение точек окостенения, и каждая кость в дальнейшем будет развиваться

с некоторым искажением от первоначально заложенного в морфогенезе плана. Все будущие черепные конфликты данного субъекта будут неизбежно и последовательно накладываться на фон этой главной асимметричной и первичной индивидуальной «карты», которую он получил при посвящении в «Таинство родов».

Следующий очевидный факт черепной механики — это биомеханика височно-нижнечелюстного сустава. Нижняя челюсть, сочленяясь с височной костью, образует одноименный сустав (ВНЧС). С другой стороны, сосание (у младенцев), прикус и жевание (жевательные мышцы, будучи самыми сильными в организме, развивают усилие до 72 кг на моляр) оказывают своё действие не только на височную кость, но и на основную кость и, следовательно, на механику верхнечелюстного комплекса и верхний зубной ряд. Таким образом, изучение черепной механики в целом (не только лицевых костей и сочленений) может быть перспективным направлением в современной функциональной ортодонтии.

Если механика черепа младенцев и височно-нижнечелюстного сустава очевидна, то подвижность в иных сочленениях черепа и интракраниальных мембран обычно вызывает сомнения у незнакомых с клинической краниологией. Поэтому ниже мы приводим небольшой обзор данных, подтверждающих реальность краниальной механики.

Приводимые ниже данные получены были, главным образом, в 70-е годы XX века, т.е. в тот период, когда метод компьютерного томографического исследования с анализом имиджей во времени и трёхмерной реконструкцией был ещё не доступен². С появлением данной методики (конец 80-х — начало 90-х гг.) вопрос о подвижности костей черепа был окончательно решён в положительную сторону. Однако с исторической точки зрения полезно рассмотреть различные идеи и направления исследований, проводившихся в указанный «докомпьютерный» период, ибо объективизация краниального ритма всегда была наиболее остро дискуссионным пунктом концепции краниальной механики.

М. Tettambel использовала преобразователи механических усилий и записала на плёнку ряд показателей — одни с лобной кости, другие с двух сосцевидных отростков височных костей — у 30 субъектов в возрасте от 16 до 71 года. Она успешно записала с этих локализаций три отдельных ритма. Отчётливо регистрировался сердечный пульс и дыхательный ритм. Регистрировался третий ритм с частотой около 8 раз в минуту. Она предположила, что третий ритм соответствует краниальному ритмическому импульсу [2].

Другой исследователь сообщает, что совместно с инженером-электронщиком было построено устройство, применявшееся на 48 испытуемых. Прибор прикреп-

²Метод компьютерной кино-томографии (киноКТ) — разновидность функциональной томографии, заключающейся в том, что исследуется один и тот же объект (срез) в динамике (во времени) с дальнейшим компьютерным анализом полученных имиджей в виде последовательности кадров, что позволяет выявить динамику в тканях. Визуальные данные напоминают кадры кинофильма, поэтому называется кинотомография. Для осуществления данной методики требуется наличие режима динамического сверхбыстрого сканирования. Объектом сканирования является движущийся субстрат (например, движения сердца, мозга, ликвора, суставных структур и т.д.).

ляли продольным наложением между кожей над *glabella* и кожей над носовыми костями. Регистрировали и измеряли движения между этими двумя пунктами. Эти движения происходили с частотой от 5 до 10 раз в минуту. Также автор заявляет, что контролировал краниосакральную деятельность у 36 пациентов в клинике, когда им производилась перидуральная анестезия. По его наблюдениям краниосакральный ритм прекращался сразу после начала введения анестетика [3].

V.M. Frymann и инженер-механик изобрели устройство для измерения механической циклической активности головы, дыхательных волн и сердечного пульса. Был успешно продемонстрирован третий ритм с частотой 6-12 раз в минуту, который соотносился краниальному ритму [4].

Еще один исследователь отмечает, что удалось применить оборудование, зарегистрировавшее пьезоэлектрические изменения в стреловидном шве живой овцы. В этой работе также демонстрируются ритмическое расширение и сжатие шва с частотой 12 раз в минуту. Объем движений составлял около 1 мм [5].

Следует отметить, что большинство исследований подобного рода в этот период проводили экспериментаторы, не применявшие краниосакральную терапию, а являлись либо стоматологами, либо каким-то образом были связаны с ортодонтической практикой. Поэтому использовали в основном датчики напряжения (тензиметрия) или же изучались пьезоэлектрические явления в костях.

Ещё один этап инструментальной верификации компонентов «первичного респираторного механизма» связан с применением ультрасонографических приборов, которые использовались в неврологической и нейрохирургической практике. Например, исследователи-неврологи сообщают об ультразвуковых признаках интракраниальной пульсации мембран и головного мозга с частотой 9 раз в минуту [6].

Были обнаружены ультразвуковые признаки интракраниальной пульсации с частотой 7 раз в минуту у здорового человека. Эта пульсация продолжалась неизменно и при задержке дыхания. Когда исследователи изучали пульсацию Траубе — Геринга³ (обычно измеряется в области ушей), оказалось, что она значительно отличается от выявленной до того пульсации 7 раз в минуту. Авторы пришли к выводу, что найденный ритм является автономным и не связан с дыхательным, сердечным или ритмом Траубе — Геринга [7].

Однако наиболее убедительные данные были получены в результате рентгенологических и МРТ исследований имиджей. Например, по сообщению нейрохирургов, изучающих идиопатическую гидроцефалию (Международная конференция по биоинженерии и биофизике в Иерусалиме, 1979 г.), они наблюдали с помощью компьютерного томографа периодическую пульсацию и изменение размеров желудочков мозга с частотой 4 раза в минуту у больной женщины и 8 раз в минуту у здоровой женщины. Изменение размеров желудочков достигало 40% при двухмерном анализе полученных имиджей [8].

Были изучены взаимоотношения костей в сфенобазиллярном суставе в рентгеновском отображении. Автор показал, что по рентгенограмме можно оценить взаимоотношения костей в суставе, описанные еще Сатерлендом [9].

³ L. Traube (1818-1876), немецкий терапевт; K.E.K. Hering (1834-1918), физиолог. Медленные колебания артериального давления, синхронные с редкими дыхательными движениями, наблюдаются при гипоксии ЦНС — «волны третьего порядка».

Специалисты в области краниосакральной терапии также пытались проводить эксперименты в условиях минимальной технической оснащённости. Следующая работа была выполнена исследователями в Нью-Йоркской университетской анатомической лаборатории. Исследователи использовали аппаратуру (на трупе), которая измеряла пьезоэлектрические показатели, связанные с изменениями растяжения в *falx cerebri* в ответ на направленное натяжение лобной кости. Результаты показали, что упругий ответ начал проявляться после тяги в 140 г на лобной кости. После 642 г приложенного усилия упругий ответ заканчивался, и начинались вязкие деформации. После приложения усилия в 642 г на лобной кости, *falx cerebri* удлинялся на 1,097 мм в пределах 5 см расстояния, заполненного измерительным прибором [10].

Следует отметить исследование доктора Нортон, которое включало 24 пациентов и 12 исследователей-студентов одного и того же факультета, изучающих остеопатию. При одной и той же укладке пациентов и типичном захвате свода черепа каждый из исследователей должен был фиксировать конец каждого краниосакрального цикла посредством кнопки, установленной под ногами. Каждый исследователь должен был обследовать всех пациентов на предмет подсчёта ритма. Перед каждым новым обследуемым исследователь отдыхал по три минуты. Общее количество исследованных циклов — 274. Таким образом, усреднённый показатель ритма составил 3,7 циклов в минуту. Следует отметить, что на протяжении всего исследования имели место «точки покоя» (*still point*)⁴ и это время также имело значение при вычислении окончательного усреднённого показателя. Следует учесть, что возобновившийся после «точки покоя» ритм оказывается более редким и, следовательно, это также повлияло на полученные результаты. Однако некоторые практикующие краниосакральную технику специалисты описывают ритм, имеющий частоту менее 4 раз в минуту [11].

Другой исследователь хирургическим путём накладывал тензодатчики у стреловидных швов живых кошек. Выполнялась запись ритмической механической активности в области шва, отличавшаяся от дыхательного ритма или сердечно-сосудистой пульсации. Внешние приложенные стимулы не влияли на эту ритмическую активность. Средняя частота составила 11 раз в минуту [12].

Изучали также мануальным способом ритмы у 102 психиатрических больных и у 62 здоровых субъектов. У психиатрических больных ритм составил в среднем 6,7 раз в минуту. У двух больных, имеющих в анамнезе фронтальную лобэктомия, этот ритм составил 4 раза в минуту. У здоровых субъектов средний ритмический показатель составил 12,47 раза в минуту [13].

Исследователь-ортодонт сообщает, что он изменил расстояние между верхнечелюстными костями на уровне вторых моляров на 3 мм, используя краниосакральную технику [14].

⁴ *Still point* (англ., «точка покоя») — момент прекращения ритмической активности первичного респираторного механизма. Длительность его не детерминирована, может продолжаться до минуты и более, затем цикл возобновляется. Хотя физиологический смысл этого феномена не совсем ясен, эмпирически было установлено, что *still point* является важным событием для организма и представляет собой что-то типа «перезагрузки» системы.

Ещё один исследователь-стоматолог сообщает, что с помощью прибора, основанного на эффекте Холла⁵, удалось получить данные о ритмической активности на уровне верхнечелюстной арки. Исследовав четырёх пациентов, были получены данные, что средняя величина ритма составила 12 раз в минуту. Амплитуда движений верхнечелюстной арки (пациенты обследовались в зубохирургическом кресле) составила в среднем 1,5 мм [15]. Аналогичные данные приводит ещё один исследователь, сконструировавший устройство для измерения верхнечелюстной дуги на уровне вторых моляров. При исследовании пациента прибор показал ритм в 9 раз в минуту и перемещение в 1,5 мм [16].

Данные, приведенные выше, получены зарубежными исследователями-врачами и, хотя они объективизируют факт наличия «первичного респираторного механизма», они ни в коей мере не отвечают на вопрос о природе этого механизма. Отрадно отметить, что именно в России фундаментальная наука, поначалу, вне зависимости от практики краниальной терапии накопила данные, которые не только подтверждают реальность «первичного респираторного механизма». В последние годы разработана концепция о биофизической структуре краниоспинальной полости и принципах взаимодействия объёмов и давлений жидких сред (кровь и спинномозговая жидкость) в закрытом черепе. На этой основе появилась возможность с точки зрения фундаментальной науки объяснить механизм возникновения первичных движущих сил в полости черепа и их конечные результаты, эмпирически давно используемые в практике краниальной терапии [17]. Экспериментальные и клинические наблюдения показали, что взаимоотношения между основными параметрами сосудистой и ликворной систем мозга весьма сложны и в целом представляют собой «биофизическую структуру системы мозгового кровообращения» (гуморальной динамики). Параметры этой структуры-системы тесно связаны как с интракраниальным, так и с системным кровообращением, что помогает понять отношения между её отдельными элементами.

Биофизическая структура системы мозгового кровообращения состоит из нескольких групп параметров. Основной комплекс параметров — мозговой кровоток, цереброваскулярное сопротивление, объём крови в мозге и внутричерепное давление — характеризуют эту систему как единое функциональное целое. Два первых параметра относятся к цереброваскулярной системе, а два последних — к объёму жидкости в системе. Следует подчеркнуть, что все эти комплексные параметры отчасти независимы друг от друга и их связь носит непрямой характер, поэтому, изучая только один параметр, невозможно получить достоверную информацию о другом. Поведение всей системы весьма специфично в каждом конкретном случае и определяется особой комбинацией первичных факторов, соотношением их объёмов и давлений [18]. Так, при одной комбинации первичных факторов, вместе с повышением объёма артериальной крови, происходит рост внутричерепного давления и мозгового кровотока; однако увеличение объёма венозной крови в черепе или ухудшение условий оттока ликвора в спинную полость также приводят к росту внутричерепного давления, но будут сопровождаться уменьшением мозгового кровотока. Биофизическая структура системы мозгового кровообраще-

⁵Эффект Холла — явление возникновения поперечной разности потенциалов (называемой также холловским напряжением) при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле. Открыт Эдвином Холлом в 1879 году в тонких пластинках золота.

ния помогает объяснить многие важные особенности функционирования системы мозгового кровообращения. Во-первых, тесная корреляция между кровенаполнением и давлением в полости черепа обуславливает важный механизм утилизации артериальной пульсации с целью облегчения оттока венозной крови из полости черепа. Действительно, основные артерии мозга расположены на его основании, а крупные вены — на конвексе. Когда артериальная пульсовая волна достигает черепа, начинается рост артериального объёма и давления на основании мозга, вследствие чего определённый объём ликвора смещается по направлению к венам, происходит их сжатие и «выдавливание» некоторой порции крови из черепа. Доказательства наличия такого механизма подтверждаются рядом фактов, полученных в последнее время — наблюдениями серийных MRI-томограмм, которые продемонстрировали движения мозга в закрытой полости черепа. Важно отметить, что амплитуда движений содержимого черепа согласуется с амплитудными показателями движений костей черепа, полученными с помощью MRI и рентгенографического компьютерного анализа [19].

Подведём некоторые итоги данного обзора. Механическая ритмическая активность в черепе, в оболочках мозга и в самом мозге является реальностью. Этот ритм связан с мозговым кровотоком, ликвородинамикой, движением собственно мозга (глиальный насос), костей черепа и натяжением мембран. Частота ритма колеблется в пределах от 3-4 до 10-12 раз в минуту и не сопряжена с ритмами сердечно-сосудистой пульсации и дыхания напрямую. Отмечаются и более медленные волны. Подвижность костей черепа в швах приводит к суммарной деформации в пределах от долей миллиметра до 1 и даже 2 мм, что вполне достаточно для пальпаторного контроля.

Литература

1. Fukuda Eiichi et al. On the Piezoelectric Effect of Bone // Journal of the Physical Society of Japan. 1957; 12 (10): 1158-1162.
2. Tettambel M. et al. Recording of Cranial Rhythmic Impulse // Journal of the American Osteopathic Association. 1978: 78: 149.
3. Rommeveaux L. Personal Communication for J.Upledger.
4. Frymann V.M. A Study of Rhythmic Motions of the Living Cranium. // Journal of the American Osteopathic Association. 1970; 70 (9).
5. Studies of the Structures and Mechanical Properties of the Cranium. Jean-Claude Herniou, D.O., Ph.D.
6. Ultrasonic Measurement of Intra-Cranial Pulsations at 9 Cycles Per Minute. Wallace, Avant, McKinney and Thurstone at Winston-Salem, North Carolina. Journal of Neurology, 1975.
7. Modulation Resembling Traube-Hering Waves Recorded in Human Brain. Jenkins, Campbell and White. European Neurology, 5:1-6, 1971.
8. Dysfunctioning of the Fluid Mechanical Cranio Spinal Systems as Revealed by Stress/Strain Diagrams. K. Lewer Allen, M.D., Neurosurgeon E.A. Bunt, M.D.
9. Roentgen Findings in the CranioSacral Mechanism. Philip E. Greenman, D.O. Journal of the American Osteopathic Association, 70:1, September 1970.
10. Changes in Magnitude of Relative Elongation of the Falx Cerebri During the Application of External Forces on the Frontal Bone of an Embalmed Cadaver. Dimetrios Kostopoulos, M.A., P.T George Keramidas. Journal of Craniomandibular Practice, January 1992.

11. Characterization of the Cranial Rhythmic Impulse in Healthy Human Adults. James M. Norton, Ph.D., et al. Journal of the American Osteopathic Association, Fall 1992.
12. Parietal Bone Mobility in the Anesthetized Cat. Thomas Adams, Ph.D., et al. Journal of the American Osteopathic Association, Volume 92, Number 5, May 1992.
13. Physical Findings Related to Psychiatric Disorders. John M. Woods, D.O., Rachel M. Woods, D.O. Journal of the American Osteopathic Association, Volume 60, August 1961.
14. Libin B. Occlusal Changes Related to Cranial Bone Mobility // International Journal of Orthodontics. 1982; 20 (1).
15. Karsten Bunnergaard, D.D.S. Personal Communication for J.Upledger.
16. Baker E.G. Alteration in the Width of the Maxillary Arch and its Relation to Sutural Movement of Cranial Bones // Journal of the American Osteopathic Association. 1970; 70.
17. Москаленко Ю.Е. и др. Фундаментальные основы представлений о первичном дыхательном механизме и принципы объективной оценки его активности // Материалы II Международного Симпозиума «Фундаментальные основы остеопатии». — СПб., 2000.
18. Moskalenko Yu.E. et al. Biophysical aspects of cerebral circulation. — Oxford: Pergamon Press, 1980. — 164 p.
19. Grietz D. et al. Pulsatile brain movements and associated hydrodynamics studied by magnetic resonance phase imaging, the Monro-Kellie doctrine revisited // Radiology. 1992; 34: 370-380.