

Функциональная модель черепа с подвижно-суставным сочленением костей для обучения практической работе врачей-osteопатов на краниальных тканях

Д. Е. Мохов^{1,2}, Ю. И. Коваль³, А. В. Чашин¹

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41, тел.: 8 812 303-50-00, e-mail: rectorat@szgmu.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет, Институт остеопатии, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9, тел.: 8 812 328-20-00, e-mail: spbu@spbu.ru

³ «Клиника Валентины Дудник», 194223, Санкт-Петербург, Светлановский пр., д. 43, тел.: 8 921 784-67-36, e-mail: yurakovalspbgmu@mail.ru

Реферат

В статье описана новая для практического применения действующая модель черепа с подвижно-суставным сочленением костей. Модель обеспечивает имитацию подвижности костей в области швов межкостных сочленений. Она представляется как симулятор черепа для обучения навыкам пальпации краниальных тканей. Модель черепа с подвижно-суставным сочленением костей удобна для эксплуатации в учебных учреждениях, для научно-исследовательских работ, а также для диагностики и терапии заболеваний.

Ключевые слова: модель черепа, остеопатия, швы межкостных сочленений, пальпация краниальных тканей, имитаторы подвижности симуляторов костей в швах, управление периодом, скважностью и амплитудой смещения симуляторов костей

Functional Model of the Skull with Movable Articulations Designed for Training Practice on Cranial Tissues for Osteopathic Physicians

D. Mokhov^{1,2}, Y. Koval³, A. Chashchin¹

¹ North-Western State Medical University n. a. I. I. Mechnikov, 41, Kirochnaya street, St. Petersburg, 191015, phone: +7 812 303-50-00, e-mail: rectorat@szgmu.ru

² Saint Petersburg State University, Institute of Osteopathy, 7/9, Universitetskaya embankment, St. Petersburg, 199034, phone: +7 812 328-20-00, e-mail: spbu@spbu.ru

³ Clinic of Valentina Dudnik, 43, Svetlanovskaya avenue, St. Petersburg, 194223, phone: +7 921 784-67-36, e-mail: yurakovalspbgmu@mail.ru

Abstract

The article describes a new model of a skull with movable articulations designed for practical use. The model provides an imitation of bone mobility in the sutural region of the interosseous joints. It appears as a skull simulator, designed to develop the skills of palpation of cranial tissues. The model composition and characteristics reflecting the possibilities of using are presented in the description.

Keywords: model of the skull, osteopathy, epysutures of interosseous joints, palpation of cranial tissues, imitators of mobility of bone simulators in the sutures, control of period, duty cycle and amplitude of displacement of bone simulators

Положение в развитии моделей черепа

Среди методов диагностического обследования организма и терапевтических воздействий в практике остеопатии широко используют техники, основанные на пальпации краниальных

тканей. В частности, при пальпации анализируют состояние суставной подвижности костей черепа и проявление ритмически повторяемых смещений костей относительно друг друга. Применение приёмов пальпации в остеопатической медицине основано на известных фактах о подвижности суставов в сочленении костей черепа, которые в этих участках (швах) проявляются в виде ритмически повторяемых смещений костей относительно друг друга. Используя при обследовании специальные приёмы пальпации определённых участков краниальных тканей, врач-osteопат на качественном уровне анализирует функциональное выполнение относительного смещения костей черепа. Цель этих обследований — выявление ситуаций, связанных с возможными ограничениями движений, определение и устранение таких причин. Так, в условно нормальном состоянии пациента в участках швов межкостных сочленений должны проявляться повторяемые и выраженные по амплитуде и в соответствии с краниосакральным ритмом обратимые смещения костей относительно друг друга. При ограничивающих нарушениях проявляется изменение характеристик смещения — амплитуды и частоты.

Механизм проявления в тканях краниосакральной системы ритмических движений хорошо известен и имеет теоретическое объяснение. Например, в работе [4] их происхождение связывается с функционированием пяти компонентов: головного и спинного мозга, с движением цереброспинальной жидкости, мембраны реципрокного натяжения, костно-суставного механизма и краниосакральным взаимодействием. При этом движения связаны с соответствующими изменениями состояния мембраны реципрокного натяжения и с объёмными изменениями наполнения сосудистой системы черепа. Несмотря на то, что диапазон смещения костей черепа при движении незначительный (для справки: максимальный размах движения костей черепа здорового человека в области швов, выявленный при исследованиях, не превышает 1–1,5 мм), они чрезвычайно значимы для поддержания в нормальном состоянии процессов в организме и, в конечном счете, состояния здоровья. Это связано с тем, что, как и в других суставных участках тела, в области швов межкостных сочленений имеется развитая система сосудов, соединительной ткани и множественные нервные окончания. Отсутствие ритмически повторяемых смещений или их слабое проявление может свидетельствовать об ограничении движений и, соответственно, о возможных патологических изменениях в организме. При обследовании общепринято анализировать характер смещения костей с учётом отмеченных проявлений. Это позволяет, используя пальпацию краниальных тканей, вместе с возможностью на качественном уровне оценивать состояние суставного аппарата костей черепа, по этим косвенным данным анализировать состояние организма в целом. Результат обследования определяют такие характеристики, как амплитуда, ритмичность проявления смещений и подвижность костей в швах межкостных сочленений.

Возможности обучения врачей-osteопатов на симуляторах черепа

В медицинских учебных заведениях для изучения строения черепной коробки в целом и отдельных её костей используют разные наглядные пособия: рисунки соответствующих костей и участков их соединения, манекены черепа и симуляторы отдельных костей, анатомические препараты.

Например, в качестве учебных пособий для специализации в области остеопатической медицины немецкая фирма «Erler zimmer» производит разборные модели черепа. Конструкция симулятора черепа представляется в собранном виде и выполнена на основе китайского патента [2]. В ней используют симуляторы соответствующих костей. Сборку общей конструкции черепной коробки, составленной из симуляторов костей черепа, производят с использованием встроенных магнитов. За счёт силы притяжения магнитов образуется их соединение в сборной конструкции симулятора черепной коробки. Производимая фирмой «Erler zimmer» модель представляет собой симулятор черепа среднего европейского взрослого человека. В конструкции симуляторов костей имеются анатомически правильные срезы, позволяющие образовывать оптимальные соединения межкостных сочленений (швы). Они выполнены с учетом срезов и пивотов (стержневых точек

швов). При этом основное достоинство модели — простота и наглядность сборки и разборки симулятора черепа. Кроме того, каждая из костей (групп костей) выполнена в своей цветовой гамме.

Однако эта конструкция модели черепа является статичной и не позволяет на ней симулировать функциональную костно-суставную подвижность. В результате, не моделируется проявление ритмически повторяемых смещений костей относительно друг друга. Соответственно, смещение костей не визуализируется. На собранной модели не наблюдается, а при пальпации в области швов межкостных сочленений не ощущается смещение костей в участках их сочленения. По этой причине при обучении и практической подготовке врачей-osteопатов невозможно проводить тренирующие упражнения с пальпациями и анализировать при этом ритмически повторяющееся смещение костей в участках сочленения. На практике же врачу-osteопату важно приобрести навыки пальпации на действующей модели с учётом динамического взаимодействия составляющих её тканей и подвижного состояния суставного сочленения костей. По причине статичности также невозможно в научно-исследовательской работе изучать механизм проявления костно-суставной подвижности черепа.

В работе [1] даётся решение вопроса создания модели, в которой образуется движение костей черепа в системе межкостных сочленений на уровне швов. При этом модель предназначена для тренировок остеопатическим техникам пальпации краниальных тканей в участках швов межкостных сочленений. Тренировки на модели важны для получения у тренирующегося ощущений, возникающих в результате подвижности и смещения симуляторов костей в швах межкостных сочленений. По ощущениям, получаемым при пальпации краниальных тканей, врач-osteопат анализирует характер изменения амплитуды, силу и ритм повторяющихся смещений костей относительно друг друга. Это имеет значение для исследования состояния подвижности суставного аппарата костей черепа и для приобретения врачами-osteопатами навыков работы. Для симуляции смещения симуляторов костей в швах в модели используют имитаторы подвижности, исполненные в виде активно действующих механизмов, передающих движение симуляторам костей. В качестве исполнительных механизмов имитаторов подвижности в модели используют электрически управляемые пьезодвигатели, механически связанные с участками имитации швов межкостных сочленений.

Однако при использовании модели такой конструкции не симулируется проявление механических воздействий на кости, производимых со стороны краниальных тканей, расположенных в пространстве внутри черепной коробки, или создаваемых за счёт пальпирующих воздействий. Фактически же, к источникам двигательной активности относятся именно эти факторы, и, по сути, они и приводят к смещению костей в швах межкостных сочленений. В организме к таким тканям относится, прежде всего, мембрана реципрокного натяжения (*dura mater*). При этом её двигательная активность передается в виде направленно силового действия одновременно на все кости черепа, что в модели [1] также не учитывается. Отмеченные особенности показывают, что модель не позволяет моделировать состояния, вызванные возможными патологическими изменениями в краниальных тканях. Примерами таких нарушений могут явиться случаи, когда проявляются ограничения движению тканей, причина которых связана с изменением характера смещений костей в швах, например с ограничением смещений, или полным отсутствием, или вследствие патологии в тканях, расположенных в пространстве внутри черепной коробки.

Кроме того, несмотря на то, что в участках швов межкостных сочленений с помощью модели [1] и симулируется смещение костей черепа, применение для этого активно действующих электромеханизмов в качестве имитаторов подвижности неадекватно по отношению к главной причине проявления двигательной активности и циклически повторяемых смещений костей.

Физиологическая причина проявления ритмически повторяемых смещений костей относительно друг друга в швах межкостных сочленений не связана со структурами, сходными с активно действующими электромеханизмами и отвечающими за производимые тканями движения, в частности со структурами, подобными пьезодвигателям. Поэтому в швах межкостных сочленений на модели черепа только обеспечивается создание подвижного состояния, а это является лишь прибли-

жением к действительному положению. На самом же деле, на смещение костей черепа основное действие оказывает движение краниальных тканей, расположенных в полости черепной коробки. К ним, в частности, относятся двигательная активность твёрдой мозговой оболочки (или мембраны реципрокного натяжения, или *dura mater*) на уровне II, III и IV желудочков и движение тканей головного мозга. На смещение костей также влияет уровень заполнения соответствующих структур тканей спинномозговой жидкостью и, кроме того, объёмные изменения в наполнении кровеносных сосудов артериальной и венозной кровью. При этом результирующее действие проявляется в швах межкостных сочленений в виде подвижного состояния и смещения костей черепа. Кроме того, для обеспечения подвижности суставного сочленения симуляторов костей в швах межкостных сочленений, в патенте [1] не учитывается, что существенное влияние на характер их смещения в швах обусловлено особенностью структуры пивотов. Механизм действия пивотов приводит к особому, поворотному характеру движения соседних костей относительно друг друга. Это связано с особым расположением соседних костей в швах межкостных сочленений. К примеру, в венечном, лямбдовидном, затылочно-височном, клиновидно-височном швах пространственная ориентация костей относительно друг друга меняется. Так, расположение костей при рассмотрении с одной стороны на соответствующий пивот отмечается следующее: одна из костей расположена поверх соседней кости, а в продолжении сочленения этих костей — наоборот, она расположена снизу.

Модель [1] также не позволяет выполнять методики пальпации краниальных тканей, расположенных в объёме пространства в области черепной коробки, а это важный аспект практической работы врачей-остеопатов с пациентами. К примеру, пальпацию в этой зоне производят не только с диагностической, но и терапевтической целью. Поэтому для более качественной тренировки на модели черепа требуется учитывать действие мембраны реципрокного натяжения на смещение костей, так как состояние её натяжения и двигательная активность механически передаются и влияют одновременно на все кости черепа. Это влияние проявляется в виде взаимного смещения костей в разных швах межкостных сочленений. Внесение возможности пальпации тканей, расположенных в объёме пространства внутри симулятора черепной коробки, для тренировочной работы на модели черепа расширило бы функциональные возможности модели. Следует учитывать также, что при контакте с телом пациента врач-остеопат собирает и анализирует информацию о возможных ограничениях, функционально препятствующих выполнению циклически повторяемых смещений костей черепа в участках швов межкостных сочленений. Косвенно он также анализирует состояние внутримозговых структур (например таких, как серп мозговой, тенториум мозжечка, серп мозжечка, III и IV желудочки). В этом анализе, как косвенные, используют характеристики, определяющие смещение и подвижность костей в швах межкостных сочленений, — амплитуду, силу и ритм производимых смещений костей в швах.

Таким образом, без учёта особенностей сочленения соседних костей черепа друг с другом и их взаимодействия с краниальными тканями, расположенными внутри черепной коробки, на модели черепа сложно организовать управляемые тренировки навыкам пальпации или научно-исследовательскую работу, направленную на изучение проявлений механизма костно-суставной подвижности сочленений. Поэтому для учебно-практической подготовки врача-остеопата и исследовательской работы важно использовать модель черепа, в которой учитываются взаимодействие и состояние основных составляющих, отвечающих за смещение костей в швах. К числу таких составляющих относятся объёмные изменения жидкостного наполнения внутрисосудистого пространства краниальных тканей, механическое взаимодействие костей с мембраной реципрокного натяжения и механическое взаимодействие соседних костей на уровне швов межкостных сочленений, где при диагностике важно выявлять причины возможных ограничений движения.

Цель и решение задачи конструирования модели черепа

Целью построения модели черепа в настоящей работе является расширение его функциональных возможностей. В первую очередь, это относится к созданию возможности симулировать смещение

соседних симуляторов костей в участках на уровне швов межкостных сочленений, а также к симуляции их механического взаимодействия со структурами тканей, расположенными внутри полости симулятора черепной коробки, например с мембраной реципрокного натяжения, механически приводящей в движение симуляторы костей, и к их смещению в швах. Так реализуется возможность использовать симулятор черепа при тренировках пальпации врачом-остеопатом. Другая цель расширения функциональных возможностей — это создание удобной настройки для осуществления условий, симулирующих ограничение подвижности в швах межкостных сочленений и взаимодействие с мембраной реципрокного натяжения. Ещё одна цель — обеспечение возможности пальпации структур тканей, расположенных во внутричерепной полости и механически действующих на смещение костей черепа в участках швов межкостных сочленений. И наконец, расширение функциональных возможностей модели нацелено на создание возможности проведения научных исследований, позволяющих анализировать проявление смещений в разных швах межкостных сочленений, связанных с ограничением подвижности в них и с изменением условий смещения симуляторов костей в швах.

Для этого в устройство модели черепа были внесены составляющие элементы, обеспечивающие механическое действие на симуляторы костей со стороны тканей, симулирующих заполнение объёма пространства симулятора черепной коробки. Они предназначены, чтобы оказывать влияние на смещение симуляторов костей в швах. При этом было учтено, что в сочленении определённых соседних костей имеются пивоты, а именно изменяется порядок наложения одной кости на другую. На одном участке сочленения в швах одна из костей покрывает другую, а за этим участком, — наоборот, другая покрывает первую. Кроме того, в модель черепа дополнительно внесены устройства, позволяющие симулировать ограничивающее (препятствующее, или блокирующее) действие на смещение костей в швах. Была также предусмотрена адекватно доступная возможность пальпации структур симуляторов краниальных тканей, расположенных в объёме пространства симулятора черепной коробки.

Целью пальпации тканей, расположенных в объёме пространства симулятора внутри черепной коробки, при таком построении модели является проведение врачом-остеопатом практических тренировок именно в этой области, с использованием при этом качественных критериев и оценки изменений частоты и амплитуды циклически повторяемых движений и сил действия, передаваемых структурами тканей.

Конструкция модели черепа с подвижно-суставным сочленением костей

На рис. 1 представлена схема модели черепа с подвижно-суставным сочленением костей, использованная при решении поставленной задачи. Схема составлена из симуляторов костей, образующих симулятор черепной коробки со швами межкостных сочленений. В ней имеется блок

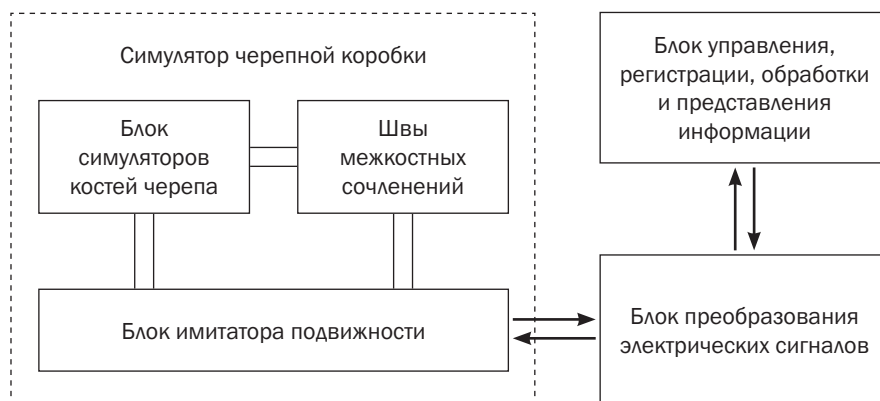


Рис. 1. Схема модели черепа с подвижно-суставным сочленением костей

имитатора подвижности, связанный через преобразователь электрических сигналов с блоком управления, регистрации, обработки и представления информации.

Блок имитатора подвижности состоит из пневмоблока, соединённого с расположенной в объеме пространства симулятора черепной коробки пневмокамерой. Пневмокамера механически, посредством деталей крепления из состава связующих элементов имитатора межтканевых соединений, связана с симуляторами костей.

В такой конструкции модели черепа симулятор черепной коробки составлен из номенклатуры симуляторов костей, которые, соответственно, образуют швы межкостных сочленений и предназначены для тренировки методическим приёмам пальпации или для научных исследований феномена суставной подвижности костей черепа. При этом могут быть образованы разные конфигурации симуляторов черепной коробки.

Например, включение в состав мозговой части симулятора черепной коробки симуляторов двух теменных, двух височных костей, одной лобной кости, одной затылочной и одной клиновидной костей в участках их сочленения образует, соответственно, венечный, лямбдовидный, сагиттальный, два чешуйчатых, два теменно-сосцевидных, два затылочно-височных, два клиновидно-теменных, два клиновидно-лобных и два клиновидно-височных шва и сфенобазиллярный синхондроз. Или другой пример: с включением симуляторов костей лицевого черепа — симуляторов решетчатой кости, двух симуляторов костей верхней челюсти, двух симуляторов скуловых костей, в сочленении образующих, соответственно, клиновидно-решетчатые, лобно-решетчатые, решетчато-верхнечелюстные, лобно-верхнечелюстные, скуловерхнечелюстные, срединный нёбный, клиновидно-скуловые, лобно-скуловые и скуловерхнечелюстные швы. В общей сборке эти симуляторы костей и швы образуют симулятор черепной коробки, предназначенный для тренировок пальпации в участках названных швов межкостных сочленений или для экспериментальных исследований. При выборе симуляторов костей, необходимых в построении конструкции симулятора черепной коробки, может использоваться, например, комплект симуляторов из числа производимых немецкой фирмой «Erler zimmer»: левая и правая теменная кость; затылочная кость; височные кости; клиновидная кость; лобная кость; решетчатая кость; сошник; левая и правая небная кость; левая и правая нижние носовые раковины; левая и правая верхняя челюсть с зубами; левая и правая слезная кость; носовая кость; левая и правая скуловая кость; нижняя челюсть с зубами.

Важной особенностью симуляторов костей фирмы «Erler zimmer» является наличие в них анатомически правильных срезов и пивотов. В собранной конструкции симулятора черепной коробки это имеет принципиальное значение с точки зрения характеристик, определяющих направление смещений симуляторов костей в образовавшихся швах межкостных сочленений. Именно в соответствии с исполнением срезов и пивотов в модели черепа определяется направление поворотно-осевого смещения и амплитуда смещения костей в швах.

Блоком имитатора подвижности создаются условия, при которых происходит смещение симуляторов костей в швах межкостных сочленений. В блок имитатора подвижности входят имитатор межтканевых соединений и связей, пневмоблок и пневмокамера с упруго растяжимой стенкой.

Имитатор межтканевых соединений и связей обеспечивает образование соединения друг с другом симуляторов костей черепа и создание при этом между ними механической связи и силового взаимодействия, а также создание взаимодействия симуляторов костей с краниальными тканями, расположенными в объеме пространства симулятора черепной коробки. Детали имитатора межтканевых соединений и связей используют при сборке симулятора черепа для её укрепления, а также для обеспечения моделью черепа функциональной подвижности в суставах во время тренировок пальпации. Функционально подвижное состояние составляющих модели обеспечивается, в частности, именно за счёт деталей крепления имитатора межтканевых соединений и связей. К числу таких деталей относятся крепежные детали и материал, придающие участкам

межкостных сочленений имитацию свойства суставной подвижности или ограничивающие смещение соседних симуляторов костей в швах межкостных сочленений.

В процессе сборки симулятора черепной коробки на суставные поверхности участков сочленения соседних симуляторов костей наносится упруго-эластичный материал, герметик типа МАКРОFLEX AX104, с модулем упругости при 100 % удлинении = 0,35МПа (ISO 8339), или другой подобный материал. Назначение герметика в симуляторе черепной коробки состоит, с одной стороны, в образовании швов межкостных сочленений, механически объединяющих между собой симуляторы костей. С другой стороны, упруго-эластичные свойства герметика создают возможность выполнения упругих возвратно-поступательных смещений симуляторов костей относительно друг друга. После сборки герметик сохраняет устойчивую форму и свои упругоэластичные свойства, обеспечивая смещение симуляторов костей в суставах межкостных сочленений.

Среди других деталей имитатора межтканевых соединений и связей используются неэластичные, нерастяжимые нити из лески марки «Shimano» диаметром 0,45 мм. Они образуют механическое соединение, посредством которого передаётся силовое действие на симуляторы костей и происходит их взаимодействие. Это приводит к взаимному смещению симуляторов костей в швах. Кроме того, нити обеспечивают симуляцию механической связи симуляторов костей черепа с имитаторами краниальных тканей, расположенных в объеме пространства симулятора черепной коробки. Нити соединяют друг с другом симуляторы теменных костей, симуляторы лобной и теменной костей, симуляторы височных и затылочной костей. Они закрепляются на симуляторах костей во внутреннем объеме пространства симулятора черепной коробки. Образующиеся между симуляторами костей механические связи обеспечивают передачу силового действия одних симуляторов костей на другие. В результате, происходит их смещение в швах межкостных сочленений. При этом соответствующие симуляторы костей приводятся в движение за счёт натяжения нитей и за счёт движения симуляторов краниальных тканей, расположенных в объеме пространства симулятора черепной коробки.

На рис. 2 схематично представлен симулятор черепной коробки с отметками симуляторов основных костей и точек прохождения связующих нитей крепления межкостных сочленений.

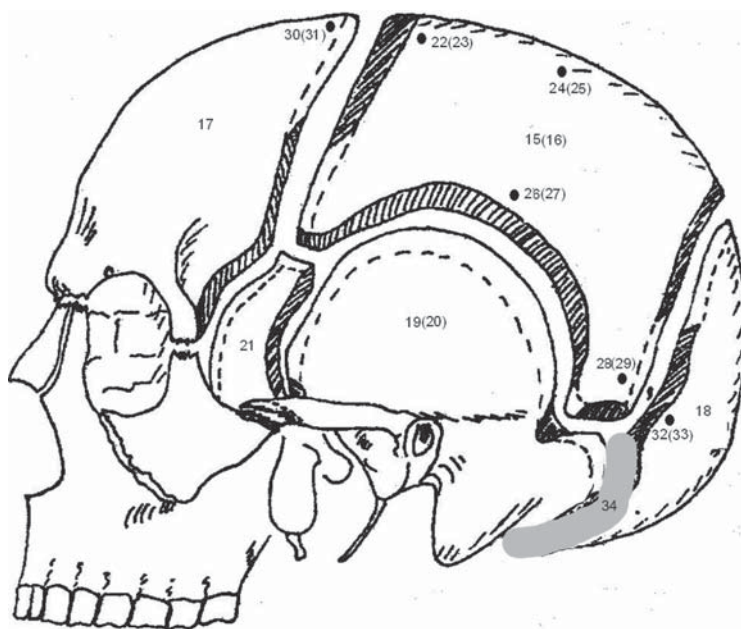


Рис. 2. Симулятор черепной коробки с отметками симуляторов основных костей и точек прохождения связующих нитей крепления межкостных сочленений (вид сбоку)

Имитатор межтканевых соединений и связей дополнительно включает имитатор ограничения подвижности и смещения симуляторов костей в швах. Посредством него симулируется ограничение подвижности костей в швах межкостных сочленений. Имитатор ограничения подвижности и смещения располагается в участке соответствующего шва межкостного сочленения, венечного, лямбовидного, сагиттального, чешуйчатого, теменно-сосцевидного, затылочновисочного, клиновидно-теменного, клиновидно-лобного, клиновидно-височного шва или сфенобазиллярного синхондроза. Имитатор ограничения подвижности и смещения костей в швах устанавливается изнутри имитатора черепной коробки в виде скрепляющей шов склейки, например при помощи медицинского пластыря. Собранная с использованием имитатора ограничения подвижности и смещения костей конструкция симулятора черепной коробки позволяет симулировать патологии, вызванные ограничением в каком-либо из швов подвижности и смещения костей, и при пальпации анализировать при этом относительное смещение между симуляторами костей в других швах межкостных сочленений.

Таким образом, конструкция симулятора черепа снабжена передаточным механизмом взаимодействия, производимого посредством механической связи между симуляторами костей и их связи с симуляторами тканей, расположенных в объеме пространства симулятора черепной коробки. При этом крепёжные детали и материал имитатора подвижности представляются как составляющие имитатора межтканевых соединений в объеме пространства симулятора черепной коробки. В целом же блок имитатора подвижности обеспечивает функциональную подвижность симуляторов костей в участках швов межкостных сочленений, а имитатор ограничения подвижности и смещения симуляторов костей в швах обеспечивает имитацию нарушения при исполнении механизма суставной подвижности и смещения относительно друг друга симуляторов костей.

Пневмокамера, входящая в блок имитатора подвижности, предназначена при тренировках для создания и передачи посредством её упруго растяжимой стенки силового поля действия одновременно на все структуры тканей, расположенных в объеме пространства симулятора черепной коробки, и, соответственно, на все симуляторы костей. Силовое действие на кости проявляется во взаимном смещении симуляторов костей в участках швов межкостных сочленений. Оно образуется за счёт давления воздуха, действующего на упругорастяжимую стенку пневмокамеры, и за счёт изменения заполняемого в ней объема воздуха. Создаваемая давлением воздуха в пневмокамере сила, действующая на её стенку, передаётся в объеме пространства симулятора черепной коробки на систему нитей имитатора межтканевых соединений и связей межкраниальных тканей, укрепленных на симуляторах костей. Размер пневмокамеры выбирается с учётом размеров симуляторов костей и образуемого симулятора черепной коробки. Посредством упругорастяжимой стенки пневмокамеры давление от неё передаётся на систему симуляторов костей и краниальных тканей, расположенных в полости симулятора черепной коробки. Стенкой пневмокамеры также воспринимаются внешние механические воздействия, вызванные движением симуляторов костей.

Пневмоблок в составе имитатора подвижности производит циклы создания изменений давления воздуха в пневмокамере. Это осуществляется при наполнении от пневмоблока воздухом воздушной полости пневмокамеры и нагнетания в ней избыточного давления, по уровню и продолжительности времени в пределах, задаваемых устройством управления, регистрации, обработки и представления информации. При этом пневмоблок является источником избыточного давления, и он функционирует автоматически по командам от блока управления.

В качестве блока управления, регистрации, обработки и представления информации могут использоваться различные варианты. К примеру, могут применяться устройства, построенные на основе персонального компьютера, или решения с использованием микропроцессорного контроллера. Применение персонального компьютера, в частности, позволяет преподавателю, следящему за работой обучающихся врачей-остеопатов, оперативно менять программы тренировки и отслеживать работу тренирующихся. Компьютеризированный вариант также предпочтителен

для исследовательских целей феномена суставной подвижности краниальных тканей и отработки методик их практического применения. Вариант же с использованием микропроцессорного контроллера предпочтителен для индивидуальных занятий и тренировок врачей-остеопатов.

Блок управления, регистрации, обработки и представления информации обеспечивает режим автоматического управления функционированием пневмоблока, при котором давление в пневмокамере создаётся полностью в автоматическом режиме. Он формирует управляющие сигналы и, в частности, сигналы включения и выключения питания микрокомпрессора и пневмореле, обеспечивая задание в соответствии с протоколом тренировки закона изменения давления в пневмокамере. В этом режиме блок управления, регистрации, обработки и представления информации, например персональный компьютер, используется для регистрации, запоминания и отображения на экране монитора изменений сигнала давления в пневмокамере. Блок управления, регистрации, обработки и представления информации может быть выполнен с возможностью представления визуализированных данных, пересчитанных из данных о сигналах, полученных от преобразователя давления. Блок управления, регистрации, обработки и представления информации также включает пульт дистанционного управления.

Работа с устройством производится в циклах повышения и последующего снижения давления в пневмокамере. Соответственно, меняется натяжение стенки пневмокамеры, приводящее к изменению натяжения неупругих связующих нитей крепления имитатора межтканевых соединений и связей. Как следствие, во время тренировочных пальпаций это приводит к смещению симуляторов костей в швах межкостных сочленений и проявлению осевого поворотного смещения вследствие использования в конструкции симуляторов костей структуры пивотов.

Собранная из симуляторов костей предлагаемая модель черепа с подвижно-суставным сочленением костей применялась по назначению, а именно в качестве действующего пособия при обучении методики пальпации краниальных тканей врачей-остеопатов для получения у них ощущений подвижности и смещения симуляторов костей в швах межкостных сочленений и приобретения опыта при анализе результатов пальпирующих обследований. Для научных исследований также анализировались движения краниальных тканей при симуляции препятствующего действия подвижности и смещения в одном из швов и его влияние на смещение симуляторов костей в других швах межкостных сочленений. Ниже приведены примеры применения действующей модели черепа.

Пример 1. Применение модели черепа для моделирования подвижности костей в швах межкостных сочленений и получения при этом при пальпации на симуляторе черепной коробки ощущений смещения соседних симуляторов костей, и в частности в соответствии со строением сочленений в виде пивотов. Исходно перед включением в работу электропневматических устройств предлагаемой модели черепа учебным планом были определены для тренировочной пальпации симуляторы двух теменных костей, двух височных костей, одной лобной кости, соединённой с костями лицевого черепа, одной затылочной, одной клиновидной костей, а также венечный шов, лямбдовидный, сагиттальный швы, два чешуйчатых шва, два теменно-сосцевидных шва, два затылочно-височных шва, два клиновидно-теменных шва, два клиновидно-лобных шва, два клиновидно-височных шва и сфенобазиллярный синхондроз. Для этого симулятор черепной коробки комплектовался из блока симуляторов костей соответствующими основными костями — двумя теменными, двумя височными костями, одной лобной костью, соединённой с костями лицевого черепа, одной затылочной и одной клиновидной костями. В конструкции строения симуляторов костей имелись предусмотренные для межкостных сочленений соответствующие пивоты.

Была поставлена задача при разных уровнях изменения давления в пневмокамере, задаваемых в пределах 14–75 мм рт. ст., пальпировать симуляторы венечного, лямбдовидного, сагиттального, двух чешуйчатых, двух теменно-сосцевидных, двух затылочно-височных, двух клиновидно-теменных, двух клиновидно-лобных, двух клиновидно-височных швов межкостных сочленений

и симулятор сфенобазиллярного синхондроза. При этом необходимо было на качественном уровне, по ощущениям анализировать изменение амплитуды и частоты повторения смещений относительно друг друга соседних симуляторов костей.

В исходном состоянии, до включения питающего напряжения и подачи сигналов управления от блока управления, давление воздуха в пневмокамере равно атмосферному давлению. В этом состоянии остаётся пока не задействованным механизм натяжения связующих нитей крепления, входящих в состав имитатора межтканевых соединений и связей и образующих механическую связь симуляторов костей со стенкой пневмокамеры. В венечном, лямбдовидном, сагиттальном, двух чешуйчатых, двух теменно-сосцевидных, двух затылочно-височных, двух клиновидно-теменных, двух клиновидно-лобных, двух клиновидно-височных швах и сфенобазиллярном синхондрозе соседних симуляторов двух теменных, двух височных костей и одной лобной кости, соединённой с костями лицевого черепа, одной затылочной, одной клиновидной костями, смещений костей в швах не происходит. Соответственно, при пальпации этих участков не ощущается смещений относительно друг друга симуляторов костей. Согласно плану тренирующего занятия, на микропроцессорном контроллере, используемом в качестве блока управления, устанавливали нижний и верхний пределы диапазона изменения давления в пневмокамере. Также были установлены временные параметры — скорость повышения и понижения давления в пневмокамере и продолжительность времени тренировки. В частности, задавали диапазоны изменения давления в пределах 14–75 мм рт. ст., скорость повышения в пневмокамере давления от 8 до 75 мм рт. ст. за 15 с, скорость понижения давления от 75 до 8 мм рт. ст. за 15 с и продолжительность времени тренировки, включающей один цикл повышения-понижения давления с минимальной частотой один раз в 30 с.

Начало тренировки отсчитывали с момента подачи от блока управления на блок имитатора подвижности команды включения. При этом автоматически включался пневмоблок, пневмокамера наполнялась воздухом, в ней нагнетался воздух выше атмосферного давления. По мере повышения давления в пневмокамере, её наполнение воздухом возрастало, увеличивались габаритные размеры пневмокамеры, её стенка приобретала упругость, натягивались связующие нити крепления имитатора, входящие в состав межтканевых соединений и связей, образовывалось неупругое механическое взаимодействие связующих нитей крепления со стенкой пневмокамеры. Абсолютное значение давления в пневмокамере отображалось на цифровом индикаторе блока управления. В момент достижения заданного верхнего предела давления 75 мм рт. ст. автоматически выключался пневмоблок. Из пневмокамеры стравливался воздух и снижалось давление, что наблюдалось на цифровых индикаторах блока. В момент достижения заданного нижнего предела давления 8 мм рт. ст. снова включался пневмоблок. Вновь происходило наполнение воздухом пневмокамеры и повышение в ней избыточного давления. Таким же образом происходили последующие циклы повышения и снижения давления в пневмокамере, вплоть до момента достижения заданного времени окончания тренировки. По соответствующей команде завершения тренировки выключался пневмоблок, пневмосистема приходила в исходное состояние. В циклах повышения с последующим понижением давления в пневмокамере во время тренировочных пальпаций это приводило к смещению симуляторов костей в швах межкостных сочленений. Врачи-остеопаты при пальпации отмечали ощущаемое смещение симуляторов костей в швах. Визуально также отмечались соответствующие изменения в венечном, лямбдовидном, сагиттальном швах, в двух чешуйчатых, двух теменно-сосцевидных, двух затылочно-височных, двух клиновидно-теменных, двух клиновидно-лобных, двух клиновидно-височных швах и сфенобазиллярном синхондрозе. При установлении других параметров изменения давления в пневмокамере, выбираемых из предусмотренного диапазона в пределах 8–75 мм рт. ст. за 15 с, и скорости понижения давления от 75 до 8 мм рт. ст. за 15 с при тренировках также подтверждалась возможность приобретения навыка ощущения изменений.

Пример 2. Моделирование изменений физиологической подвижности симуляторов костей при ограничении подвижности в подвижно-суставном сочленении одного из швов. Имитатор ограничения движения в швах выполнен в виде шовной склейки изнутри черепной коробки упругоэластичным герметиком или клеем, например в участке пивота левого затылочно-височного шва. Так как ограничение в одном из швов оказывает влияние на смещение симуляторов костей во всех швах симулятора черепной коробки, то тренирующемуся предлагалось на основе ощущения этих изменений при смещении симуляторов костей выявить имитируемый таким образом патологичный участок.

В ходе испытаний, в зависимости от имевшегося опыта у врача-osteопата, результат тренировочной пальпации удавался с разным успехом. Однако после нескольких тренировок приобретался навык, в котором однозначно определялась причина нарушения смещения симуляторов костей в швах межкостных сочленений, связанная с включением имитатора ограничения движения, причём при разном расположении имитатора ограничения движения вдоль линий швов межкостных сочленений.

Более детальное описание работы устройства при имитации разных ситуаций в остеопатической практике представлены в работе [3].

Заключение

Примеры тренировок врачей-osteопатов с использованием модели черепа с подвижно-суставным сочленением костей показывают их эффективность. Роль преподавателя при тренировке пальпации сводится к указанию выбора параметров, воспроизводимых при тренировках: частоты повторения, амплитуды производимых смещений соседних симуляторов костей черепа и скорости изменения этих смещений в швах межкостных сочленений. Преподаватель также контролирует работу симулятора и правильность пальпации, уточняет у тренирующихся получаемые ощущения при разных значениях амплитуды и частоты смещения симуляторов костей в швах межкостных сочленений. По результатам тренировки определяют готовность врачей-osteопатов к самостоятельной работе.

Предлагаемая модель черепа удобна для эксплуатации в учебных учреждениях, при использовании в научно-исследовательских лабораториях для изучения феномена подвижно-суставного сочленения костей черепа в участках швов, а также для диагностики и терапии заболеваний.

Литература

1. Бучнов А. Д., Матвиенко В. В., Сергеев И. Н., Егорова И. А. Тренажер для обучения и развития навыков пальпации: Патент на изобретение Ru2561902, приоритет от 13.01.2014.
[Buchnov A. D., Matvienko V. V., Sergeev I. N., Egorova I. A. The simulator for training and development of skills of palpation. Patent for invention Ru2561902, priority from 13.01.2014] (rus.)
2. Модель черепа: Патент CN203465885 на полезную модель, приоритет от 22.09 2013.
[Model of a skull: Patent CN203465885 for utility model, priority from 22.09 2013] (rus.)
3. Мохов Д. Е., Коваль Ю. И. Модель черепа с подвижно-суставным сочленением костей: Заявка № 2016109558 от 16.03.2016 в Патентном ведомстве РФ Роспатент.
[Mokhov D., Koval Y. Model of a skull with a movable-articulate joint of bones: Application № 2016109558 of March 16, 2016 in the Patent Office of the Russian Federation Rospatent] (rus.)
4. Caporossi R., Peyralade F. Traité pratique d'ostéopathie crânienne. S.I.O. Editions de Verlaque. Aix-en-Provence, 1992.

Дата поступления 31.03.2017

Мохов Д. Е., Коваль Ю. И., Чашин А. В. Функциональная модель черепа с подвижно-суставным сочленением костей для обучения практической работе врачей-osteопатов на краниальных тканях // Рос. остеопат. журн. 2017. № 1–2 (36–37). С. 20–30.