

ДУРАЛЬНО-МЫШЕЧНО-ВЕНОЗНО-ЛИМФАТИЧЕСКАЯ ПОМПА ПОЗВОНОЧНИКА. СООБЩЕНИЕ II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СМЕЩЕНИИ ДУРАЛЬНОГО МЕШКА В ЭПИДУРАЛЬНОМ И СПИННОГО МОЗГА В СУБАРАХНОИДАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВАХ

В. К. Калабанов

Частнопрактикующий врач-мануальный терапевт

г. Н. Новгород, Россия

DURAL-MUSCULO-VEINOUS-LYMPHATIC PUMP OF THE VERTEBRAL COLUMN. COMMUNICATION II. EXPERIMENTAL DATA OF MAGNETORESONANT TOMOGRAPHY ABOUT FUNCTIONAL DISPLACEMENT OF THE DURAL SAC IN EPIDURAL AND SPINAL CORD IN SUBARACHNOID SPACES

V.K.Kalabanov

Private-practical doctor-manual therapist

N. Novgorod

РЕЗЮМЕ

Приводятся экспериментальные данные магнитно-резонансной томографии, подтверждающие функциональное смещение дурального мешка, а также спинного мозга от центра к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала и обратно при создании и устранении функциональной спиральной деформации позвоночника во время выполнения приема постактивизационного растяжения. Выявлены закономерности функционального смещения дурального мешка, спинного мозга и функционального сужения и расширения эпидурального, субарахноидального пространств в грудном и поясничном отделах позвоночника. Выявлены зоны позвоночника, где этого не происходит. Выяснена роль этих зон в циркуляции ликвора. Выявлены закономерности формирования функциональной спиральной деформации позвоночника. Представлен обзор литературы, относящейся к данному вопросу. Делается вывод о воздействии мобилизационной техники постактивизационного растяжения не только на мышечно-связочный аппарат позвоночника, но и на дуральный мешок, эпидуральное и субарахноидальное пространства.

Ключевые слова: постактивизационное растяжение, функциональное смещение дурального мешка, функциональное спиральное расширение эпидурального пространства, функциональное расширение субарахноидального пространства.

SUMMARY

The author adduces experimental data of the magnetoresonant tomography, corroborating functional displacement of the dural sac and the spinal cord from the center to concave side of the arc of vertebral canal's deformation and back in the presence of making and removal of the functional spiral deformation of the vertebral column during fulfillment of postactivating stretching's method. Appropriatenesses of the functional displacement of the dural sac, the spinal cord and functional contraction and dilation of epidural, subarachnoidal spaces in thoracal and lumbar sections of the vertebral column are revealed. Zones of the vertebral column without it are revealed. The author elucidates the role of these zones in the circulation of the liquor. The author reviews literature about this subject. The author draws a conclusion about influence of the mobilization technique of the postactivating stretching not only to the musculo-ligamentous apparatus of the vertebral column, but to the dural sac, epidural and subarachnoidal spaces.

Key words: postactivating stretching, functional displacement of the dural sac, functional spiral dilation of the epidural space, functional dilation subarachnoidal space.

ВВЕДЕНИЕ

Результаты миелографии, эпидурографии и магнитно-резонансной томографии (МРТ) показали, что у пациентов со структуральным сколиозом происходит натяжение и смещение дурального мешка (ДМ) и спинного мозга к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала. При этом возникает сужение или исчезновение эпидурального пространства (ЭП) и субарахноидального пространства (СП) на вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала с расширением ЭП и СП на противоположной, выпуклой стороне [5, 8].

Не было известно, происходит ли натяжение и функциональное смещение ДМ с расширением ЭП и СП при функциональной спиральной деформации позвоночника. Важность получения этой информации заключалась в том, что во время выполнения приемов мануальной терапии врач создает функциональные деформации позвоночника (в ротации, флексии, латерофлексии, экстензии). Необходимо было узнать, происходит ли при этом функциональное воздействие на структуры позвоночного канала.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью исследования являлось выяснение влияния функциональной спиральной деформации позвоночника на ДМ, ЭП и СП во время выполнения приема постактивизационного растяжения (ПАР) [3, 4].

При этом решались следующие задачи:

- 1) выявление факта функционального смещения ДМ, спинного мозга от центра к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала и обратно;
- 2) выявление факта функционального сужения или исчезновения ЭП, СП на вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала и функционального расширения ЭП, СП – на выпуклой;
- 3) определение позвонков, в зоне которых происходит функциональное смещение ДМ, спинного мозга в грудном отделе позвоночника (ГОП) и ДМ в поясничном отделе позвоночника (ПОП);
- 4) определение стенок позвоночного канала, вдоль которых происходит функциональное сужение и расширение ЭП, СП в зоне данных позвонков и на протяжении позвоночного канала в ГОП и ПОП;
- 5) определение позвонков, в зоне которых не происходит функционального смещения ДМ и спинного мозга в ГОП и ДМ в ПОП;
- 6) выявление закономерностей формирования функциональной спиральной деформации позвоночника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В группу обследуемых входили 5 пациентов без сколиоза со здоровыми межпозвоноковыми дисками (МПД) или с протрузиями, не приводящими к компрессии дурального мешка (ДМ). С помощью МРТ исследовался позвоночный канал в ПОП и ГОП при выполнении постактивизационного растяжения (ПАР) мышечно-связочного аппарата грудного, поясничного отделов позвоночника, таза, подвздошно-поясничной связки в ротации. Использовались два положения: 1-е – соответствовало этапам предварительного и повторного пассивного растяжений, во время которых создается функциональная спиральная деформация позвоночника (рис. 1а, 1б); 2-е – соответствовало этапу изометрической активизации, во время которой функциональная

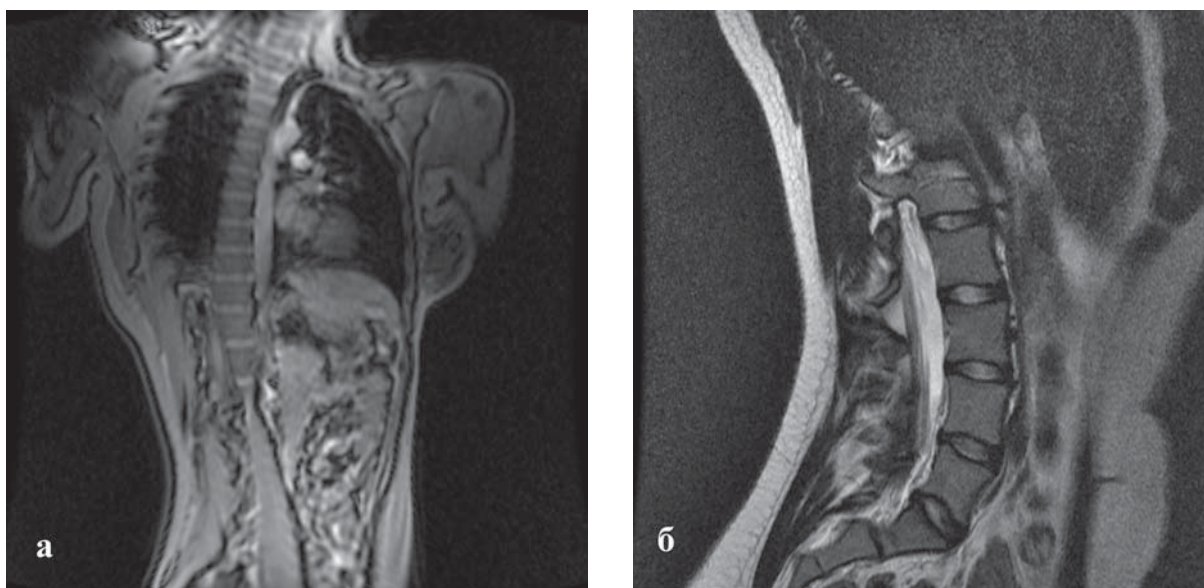


Рис. 1. МР томография грудного (а) и поясничного (б) отделов позвоночника; фронтальное Т2 взвешенное изображение: функциональная спиральная деформация позвоночника.



Рис. 2. МР томография на уровне L_V позвонка при функциональной спиральной деформации позвоночника; аксиальное T_1 взвешенное изображение:

1 – смещение дурального мешка назад и вверх, в сторону остистого отростка позвонка и верхней части дужки – к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала;

2 – расширение эпидурального пространства на противоположной – выпуклой стороне дуги деформации позвоночного канала: 2а – в районе верхнего межпозвонкового отверстия; 2б – вдоль тела позвонка; 2в – в районе нижнего межпозвонкового отверстия.

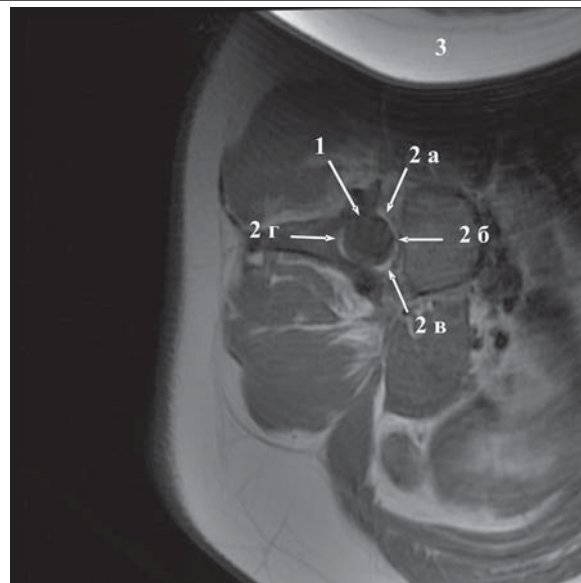


Рис. 3. МР томография на уровне L_{IV} позвонка при функциональной спиральной деформации позвоночника; аксиальное T_1 взвешенное изображение:

1 – смещение дурального мешка вверх, в сторону верхней части дужки позвонка – к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала;

2 – расширение эпидурального пространства на противоположной – выпуклой стороне дуги деформации позвоночного канала: 2а – в районе верхнего межпозвонкового отверстия; 2б – вдоль тела позвонка; 2в – в районе нижнего межпозвонкового отверстия; 2г – в районе остистого отростка позвонка;

3 – наложение нижней части предыдущего среза.

спиральная деформация устраняется. Исследование во время этапа изотонической активизации (промежуточного этапа) не проводилось, так как во время этого этапа совершается движение, а при МРТ исследовании необходимо соблюдать неподвижность тела.

Сколиоз – это трехмерная деформация, и оценка ее только во фронтальной и сагиттальной плоскостях не дает всей полноты информации. Исследование было выполнено в аксиальной плоскости, так как она давала наиболее полную информацию о взаиморасположении ДМ и стенок позвоночного канала.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При создании функциональной спиральной деформации позвоночника во время этапов предварительного и повторного пассивного растяжений наблюдалась следующая картина. У всех пациентов на уровне L_V позвонка ДМ смещался назад и вверх, в сторону остистого отростка позвонка и верхней части дужки – к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала. На противоположной, выпуклой стороне, ЭП расширялось от верхнего межпозвонкового отверстия вдоль тела позвонка к нижнему межпозвонковому отверстию (рис. 2). На уровне L_{IV} позвонка ДМ смещался вверх, к верхней части дужки позвонка – к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала. ЭП расширялось на противоположной стороне позвоночного канала – от верхнего межпозвонкового отверстия вдоль тела позвонка и нижнего межпозвонкового отверстия до остистого отростка позвонка (рис. 3). На уровне L_{III} и L_{II} -позвонков ДМ не смещался. Расширение ЭП определялось в районе остистых отростков, что соответствует норме (рис. 4). На уровне L_I позвонка ДМ не смещался. Конус спинного мозга и конский хвост смещались к остистому отростку и нижней части дужки. Расширение ЭП определялось в районе остистого отростка позвонка, что соответствует норме (рис. 5). На уровне Th_{XI} или Th_{XII} позвонков ДМ и спинной мозг находились в центре позвоночного канала. СП равномерно окружало спинной мозг со всех сторон. Расширение ЭП определялось в районе остистых отростков позвонков, что соответствует норме. Хорошо виден поперечный срез сосудов переднего и заднего внутренних

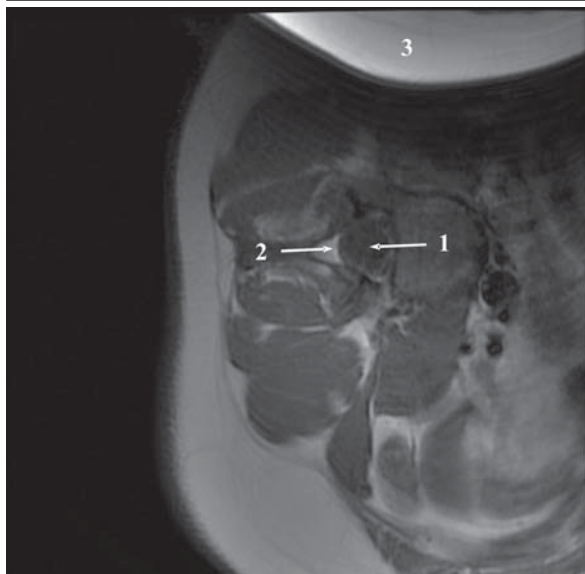


Рис. 4. МР томография на уровне LIII и LII позвонков при функциональной спиральной деформации позвоночника; аксиальное T₁ взвешенное изображение:

- 1 – отсутствие смещения дурального мешка в позвоночном канале;
- 2 – нормальное расширение эпидурального пространства в районе остистого отростка позвонка;
- 3 – наложение нижней части предыдущего среза.

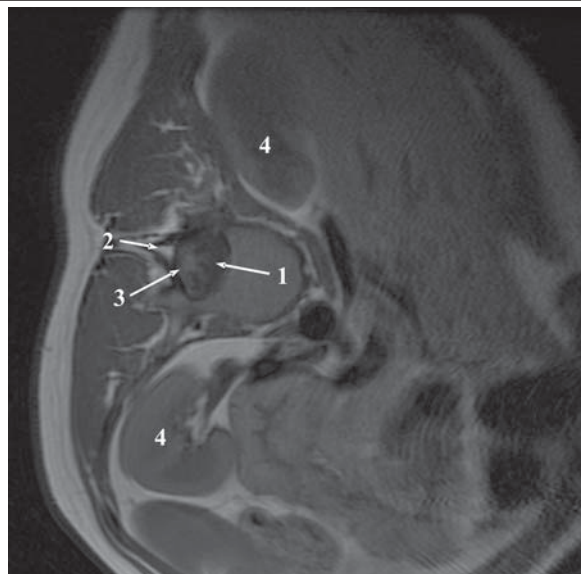


Рис. 5. МР томография на уровне L1 позвонка при функциональной спиральной деформации позвоночника; аксиальное T₁ взвешенное изображение:

- 1 – отсутствие смещения дурального мешка в позвоночном канале;
- 2 – нормальное расширение эпидурального пространства в районе остистого отростка позвонка;
- 3 – смещение конуса спинного мозга и конского хвоста к остистому отростку и нижней части дужки; 4 – почки.

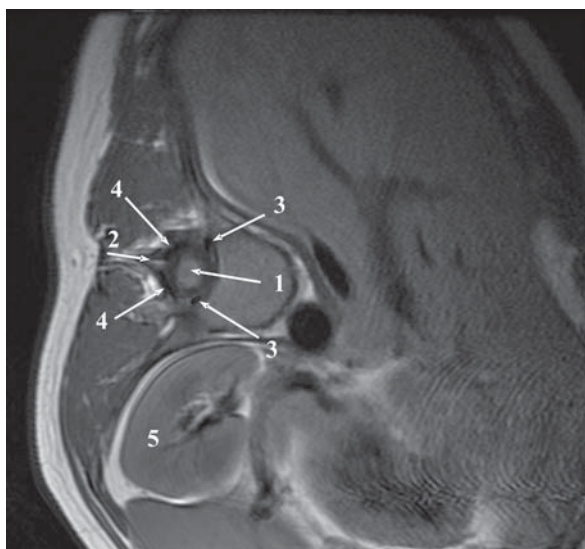


Рис. 6. МР томография на уровне Th_{XII} или Th_{XI} позвонков при функциональной спиральной деформации позвоночника, зона нижнего нейтрального грудного позвонка; аксиальное T₁ взвешенное изображение:

- 1 – положение дурального мешка и спинного мозга в центре позвоночного канала;
- 2 – нормальное расширение эпидурального пространства в районе остистого отростка позвонка;
- 3 – сосуды переднего внутреннего позвоночного венозного сплетения (продольные позвоночные пазухи);
- 4 – продольные и поперечные сосуды заднего внутреннего позвоночного венозного сплетения; 5 – почка.

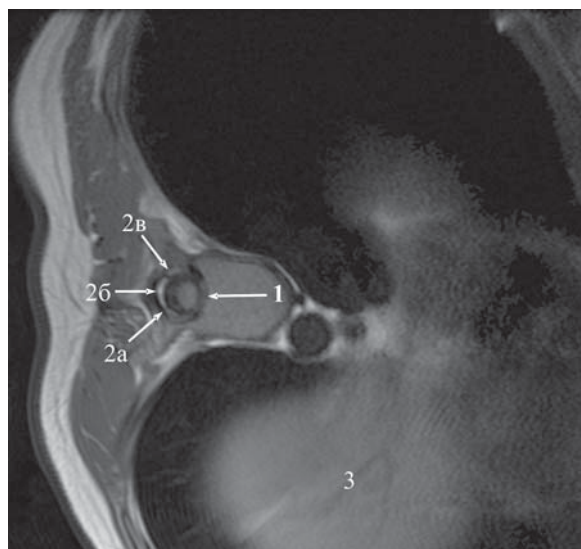


Рис. 7. МР томография на уровне Th_X позвонка при функциональной спиральной деформации позвоночника; аксиальное T₁ взвешенное изображение:

- 1 – смещение дурального мешка и спинного мозга вперед, к телу позвонка – к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала;
- 2 – расширение эпидурального пространства на противоположной, выпуклой стороне дуги деформации позвоночного канала; 2а – в районе нижней части дужки; 2б – в районе остистого отростка позвонка; 2в – в районе верхней части дужки;
- 3 – печень.

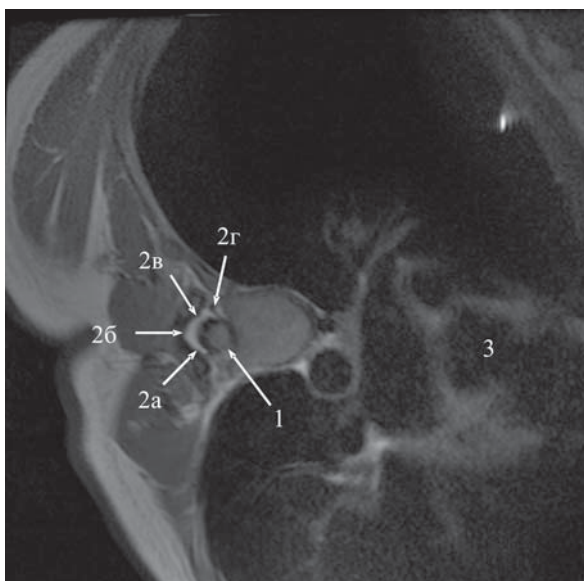


Рис. 8. МР томография на уровне Th_{ix}, Th_{viii} или Th_{vii} позвонков при функциональной спиральной деформации позвоночника, зона вершинного грудного позвонка; аксиальное T₁ взвешенное изображение: 1 – смещение дурального мешка и спинного мозга вперед и вниз, к телу позвонка и нижнему межпозвонковому отверстию – к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала; 2 – расширение эпидурального пространства на противоположной, выпуклой стороне дуги деформации позвоночного канала: 2а – в районе нижней части дужки; 2б – в районе остистого отростка позвонка; 2в – в районе верхней части дужки; 2г – в районе верхнего межпозвонкового отверстия; 3 – сердце.

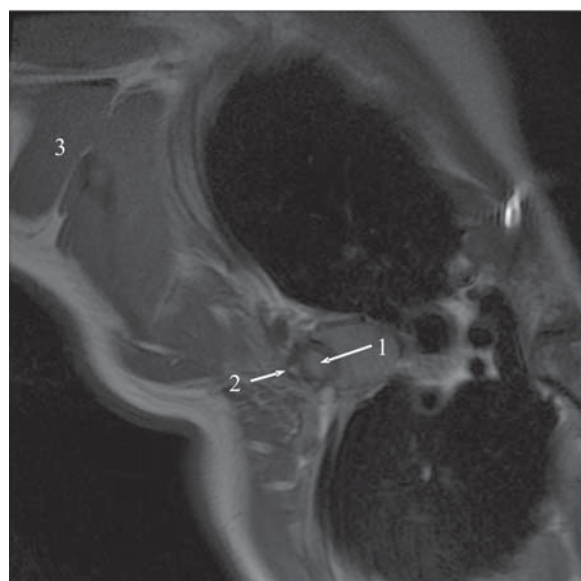


Рис. 9. МР томография на уровне Th_v или Th_{iv} позвонков при функциональной спиральной деформации позвоночника, зона верхнего нейтрального грудного позвонка; аксиальное T₁ взвешенное изображение: 1 – положение дурального мешка и спинного мозга в центре позвоночного канала; 2 – нормальное расширение эпидурального пространства в районе остистого отростка позвонка; 3 – отведенное плечо.

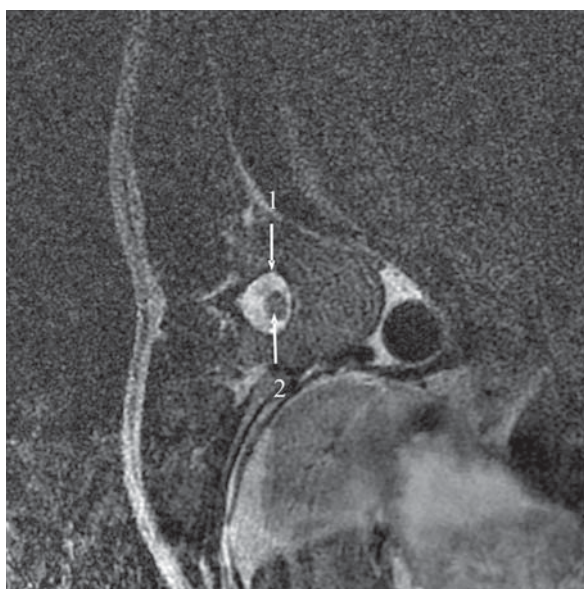


Рис. 10. МР томография грудного отдела позвоночника при нейтральном положении позвоночника; аксиальное T₂ взвешенное изображение: 1 – отсутствие смещения дурального мешка; 2 – незначительное смещение спинного мозга вниз под силой тяжести.

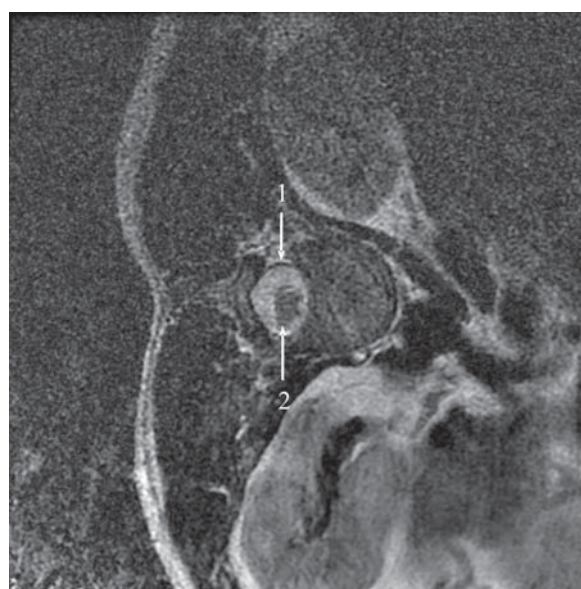
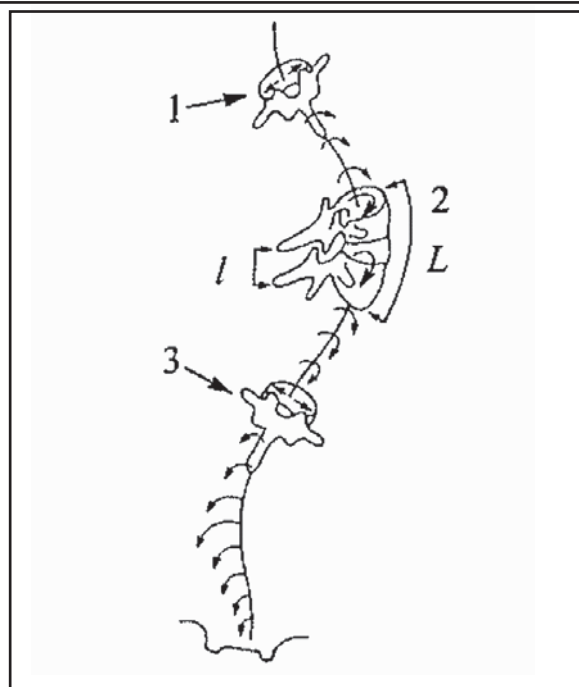


Рис. 11. МР томография верхнепоясничного отдела позвоночника при нейтральном положении позвоночника; аксиальное T₂ взвешенное изображение: 1 – отсутствие смещения дурального мешка; 2 – значительное смещение конского хвоста вниз под силой тяжести.

Рис. 12. Торсия:

- 1 – верхний нейтральный позвонок (без ротации);
- 2 – максимальная ротация в зоне апикального лордоза (I – L);
- 3 – нижний нейтральный позвонок; максимум ротации вершинного позвонка, отсутствие ротации нейтральных позвонков.



позвоночных венозных сплетений, расположенных в ЭП (рис.6). На уровне Th_x позвонка ДМ и спинной мозг смещались к телу позвонка – к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала. На противоположной, выпуклой стороне, ЭП расширялось от нижней части дужки вдоль остистого отростка до верхней части дужки. Расширение СП происходило аналогично (рис. 7). В зоне максимальной деформации позвоночника в ГОП, на уровне Th_{ix}, Th_{vii}I или Th_{vii} позвонков, ДМ и спинной мозг смещались вперед и вниз, к телу позвонка и нижнему межпозвоноковому отверстию – к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала. На противоположной, выпуклой стороне, ЭП расширялось от нижней части дужки вдоль остистого отростка и верхней части дужки до верхнего межпозвонокового отверстия позвонка. На МРТ видно, что ЭП и СП исчезали или имели наименьшую величину у вогнутой стороны дуги деформации и наибольшую – у выпуклой стороны (рис. 8). Таким образом, ДМ на вершине дуги деформации в ГОП совершал функциональное смещение к переднебоковым стенкам позвоночного канала (рис. 8), а в пояснично-крестцовом переходе – к диаметрально противоположным заднебоковым стенкам (рис. 2). Это объяснялось наличием физиологического кифоза позвоночника в ГОП и лордоза в ПОП. На уровне Th_v или Th_{iv} позвонков ДМ и спинной мозг находились в центре позвоночного канала. СП равномерно окружало спинной мозг. Расширение ЭП определялось в районе остистого отростка позвонка, что соответствует норме (рис. 9).

При устранении функциональной спиральной деформации позвоночника во время этапа изометрической активизации ДМ находился в центре позвоночного канала. Происходило незначительное смещение вниз под силой тяжести плавающего в ликворе спинного мозга (рис. 10) и более значительное – конского хвоста (рис. 11). Это объяснялось тем, что спинной мозг до уровня между D₁₂ и L₁ корешками фиксирован в ДМ, расположенной во фронтальной плоскости зубчатой связкой, а конус спинного мозга и конский хвост нет [1]. Это подтверждало известные факты о мобильности спинного мозга при изменении положения тела (на правом и левом боку) [8]. Стало ясно, что во время этапов ПАР ДМ натягивался и совершал функциональные смещения от центра к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала и обратно. При работе на другой половине тела пациента ситуация зеркально менялась.

Факт натяжения и колебательного смещения ДМ в ЭП объясняется тем, что ДМ является неотъемлемой составной частью позвоночного столба. В подтверждение этого автор приводит следующие данные из анатомии.

Из мезенхимы, окружающей спинной и головной мозг, образуются два листка – наружный (ectomeninx) и внутренний (endomeninx). Наружный листок (ectomeninx) развивается в плотную оболочку (rachymeninx) и в дальнейшем, в свою очередь, дифференцируется в два листка. Из части его, прилегающей к стенкам позвоночного канала, образуется слой надкостницы позвоночного канала (endorachis) и внутренней поверхности костей мозгового черепа (endocranium). Из той же его части, которая обращена в сторону спинного и головного мозга, образуется собственно твердая оболочка (dura mater) [7].

Твердая мозговая оболочка (ТМО) состоит из двух листков: наружного и внутреннего. В верхней части шейного отдела наружный и внутренний листки ТМО плотно связаны между собой и затылочным отверстием черепа. В верней шейной части единая вначале пластинка ТМО расщепляется на наружную, более тонкую, надкостницу позвоночного канала и внутреннюю, собственно ТМО спинного мозга. Наружная пластинка является органом костеобразования, внутренняя – ДМ, охватывающим спинной мозг и продолжающимся в периневрий спинальных нервных стволов в виде рукавов, охватывающих нервные корешки [6].

Из приведенных данных видно, что ТМО и ее составляющая – ДМ – является такой же неотъемлемой частью позвоночного столба, как и другие пассивные структуры: мембраны, связки, суставные капсулы, МПД. Логично утверждать, что при растяжении активных структур – мышц – и вышеперечисленных пассивных структур одновременно происходит воздействие и на самую крупную пассивную структуру, расположенную внутри позвоночника, – ДМ.

Если сравнить смещение ДМ со схемой торсии позвоночника при сколиозе (рис. 12) [5], то видно, что участок максимального смещения ДМ и спинного мозга в ГОП на уровне Th_{IX} , Th_{VIII} или Th_{VII} позвонков (рис. 8) совпадал с находящимся в максимальной ротации вершинным позвонком в зоне апикального лордоза.

Апикальный (вершинный) позвонок – наиболее горизонтально расположенный, наиболее ротированный, наиболее отстоящий от средней крестцовой линии и наиболее деформированный позвонок сколиотической дуги [5].

Участок ДМ и спинного мозга, находящийся в центре позвоночного канала на уровне Th_{XII} или Th_{XI} позвонков (рис. 6), совпадал с нижним нейтральным позвонком, не подверженным ротации. Участок ДМ и спинного мозга, находящийся в центре позвоночного канала на уровне Th_V или Th_{IV} позвонков (рис. 9), совпадал с верхним нейтральным позвонком, не подверженным ротации.

Нейтральный позвонок на фасной спондилограмме, в положении стоя, расположен на конце дуги или рядом с ней и находится в состоянии наименьшей ротации [5].

У пациентов со сколиозом в области нейтральных позвонков ЭП имеет минимальные размеры [8].

Автор предполагает, что позвонки на рис. 6 и рис. 9 являются нейтральными, так как ДМ и спинной мозг на данных срезах расположены в центре позвоночного канала. На других срезах ДМ, спинной мозг и конский хвост смещались к тем или иным стенкам позвоночного канала, и происходило одностороннее расширение как ЭП, так и СП. Очевидно, что нумерация вершинного и нейтральных позвонков может меняться в зависимости от мобильности и особенностей строения позвоночника пациентов.

У пациентов с идиопатическим сколиозом и наличием поясничного противоискривления или поясничной дуги имеется вершинный поясничный позвонок на уровне L_{II} или L_I позвонков с дугой деформации, смотрящей в сторону, противоположную вершинному грудному позвонку [5]. Так как в ПОП в зоне $L_{III}-L_I$ позвонков не происходило смещения ДМ, то автор предполагает, что поясничное противоискривление не было сформировано. В ПОП была частичная дуга.

Частичная (fractional) дуга – компенсаторное противоискривление, которое представляется неполным, так как переходит в прямую линию. Единственный горизонтальный позвонок этой дуги является самым краниальным или самым каудальным [5].

Смещение ДМ к вогнутой стороне дуги деформации, противоположной вершинному позвонку в ГОП, происходило в пояснично-крестцовой зоне на уровне самого каудального – L_V – позвонка. Смещение ДМ в пояснично-крестцовой зоне меньше, чем в зоне вершинного грудного позвонка. Это можно объяснить тем, что ротация в последних поясничных позвоночно-двигательных сегментах минимальная.

Разная степень ротации обусловлена тем, что в ПОП плоскость дугоотростчатых суставов расположена преимущественно в сагиттальной плоскости, а в ГОП – во фронтальной [1].

В норме ЭП, в основном, существует с дорсальной стороны и имеет различные размеры на протяжении позвоночного столба. В ШОП оно почти отсутствует; между C_{VII} и Th_{VII} постепенно расширяется, затем снова сужается до уровня L_{II} , отсюда оно все более и более расширяется, а на уровне S_{II} достигает максимальных размеров [2].

Проанализировав последовательность расширения ЭП на протяжении позвоночного канала в ПОП и ГОП при функциональной спиральной деформации позвоночника, автор пришел к выводу, что расширение ЭП на протяжении позвоночного канала также происходило по спирали. Исходными точками спирального расширения ЭП можно считать зоны нейтральных грудных позвонков. От нижнего нейтрального позвонка в нижней трети ГОП ЭП расширялось по спирали вниз, в сторону пояснично-крестцового перехода, и вверх, в сторону вершинного грудного позвонка. От верхнего нейтрального позвонка в верхней трети ГОП ЭП расширялось по спирали вниз, где спираль соединяется. При возвращении ДМ в центр позвоночного канала происходило сужение ЭП и его возврат к дорсальной стороне позвоночного канала.

ВЫВОДЫ

- 1) Натяжение и смещение ДМ, а также спинного мозга к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала возникает не только при структуральном сколиозе, но и при функциональной спиральной деформации позвоночника. При этом возникает функциональное сужение или исчезновение ЭП и СП на вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала с функциональным расширением ЭП и СП на противоположной, выпуклой стороне.
- 2) Наибольшее функциональное смещение ДМ, спинного мозга и расширение ЭП, СП происходит в зоне вершинного грудного позвонка. Диаметральное противоположное, но менее выраженное смещение ДМ и расширение ЭП происходит в пояснично-крестцовой зоне.
- 3) В зоне вершинного грудного позвонка ДМ совершает функциональное смещение к переднебоковым стенкам позвоночного канала, а в пояснично-крестцовой зоне – к заднебоковым стенкам.
- 4) Функциональное смещение ДМ, спинного мозга отсутствует в зонах нижнего и верхнего нейтральных грудных позвонков, а также в зоне верхнепоясничных позвонков.
- 5) В зоне вершинного грудного позвонка происходит перераспределение циркуляции ликвора на выпуклую сторону дуги деформации, а через зоны нейтральных грудных позвонков происходит беспрепятственное сообщение ликвороносных каналов СП спинного мозга ПОП, ГОП и ШОП.
- 6) Функциональное расширение ЭП на протяжении ПОП и ГОП происходит по спирали.
- 7) При функциональной спиральной деформации позвоночника в ГОП формируется неструктуральная дуга, а в ПОП – компенсаторное противоискривление по варианту частичной дуги.
- 8) При создании и устранении функциональной спиральной деформации позвоночника во время выполнения приема ПАР происходит воздействие не только на мышечно-связочный аппарат, расположенный снаружи позвоночника, но и на ДМ, ЭП, СП, расположенные внутри позвоночного канала.
- 9) Посредством функционального натяжения и смещения ДМ, смещения спинного мозга от центра к вогнутой стороне дуги деформации позвоночного канала и обратно создается и устраняется функциональное спиральное расширение ЭП на протяжении позвоночного канала, изменяется пространственная циркуляция ликвора в СП, а также растягиваются рубцы и спайки ЭП и СП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомия человека. / Под ред. М.Р. Сапина. В 2 тт. – М.: Медицина. 1987.
2. Арсени К., Симионеску М. Нейрохирургическая вертебромедуллярная патология. – Бухарест: Медицинское издательство, 1973. 26 с.
3. Калабанов В.К. Способ мануального воздействия. Патент на изобретение № 2237459 от 10.10.04 г.
4. Калабанов В.К. Способ комплексного лечения неврологических проявлений грыж и протрузий поясничных межпозвонковых дисков. Патент на изобретение № 2287317 от 20.11.06 г.
5. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2002. – 432 с.
6. Назаров В.М., Богомолов С.Д., Трошин В.Д. Эпидуральная фармакотерапия боли. – Нижний Новгород: Издательство НГМА. 2001, с. 7-8.
7. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. Том II. – М.: Медгиз. 1958, с. 320-321.
8. Ульрих Э.В. Аномалии позвоночника у детей. – СПб.: Сотис. 1995. – 336 с.