

Головаха М.Л.¹, Тяжелов А.А.², Летучая Н.П.³, Суббота И.А.², Карпинский М.Ю.²

¹Запорожский национальный медицинский университет МЗ Украины, г. Запорожье, Украина

²ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко НАМН Украины», г. Харьков, Украина

³КУ «Днепропетровская городская студенческая поликлиника» ДООС, г. Днепр, Украина

Биомеханические аспекты экспериментального исследования функционального лечения С-образной сколиотической деформации позвоночника

Резюме. Актуальность. В нашей клинической практике был разработан комплекс физических упражнений, во главу которого были поставлены топические особенности деформации позвоночника. **Цель работы:** на основе математического моделирования обосновать эффективность физиофункционального лечения пациентов с С-образной деформацией позвоночника. **Материалы и методы.** В качестве экспериментального исследования мы использовали математическое моделирование, основой которого являлась математическая модель позвоночника, позволяющая изучить распределение внутренних напряжений в позвоночных двигательных сегментах при различных вариантах их нагружения. На данной математической модели были проверены 15 упражнений. **Выводы.** Исследование с помощью математической модели позволило изучить дифференцированное воздействие методов кинезитерапии на С-образную деформацию позвоночника в зависимости от ее вершины. Данное исследование позволило обосновать показания и противопоказания для использования различных физических упражнений при лечении сколиотической болезни. Проведенное исследование позволило усовершенствовать методологический подход к разработке комплексов лечебной гимнастики с учетом топических особенностей деформации позвоночника.

Ключевые слова: сколиоз; экспериментальное моделирование; функциональное лечение

Введение

Сколиотическая болезнь является объектом многочисленных разработок и исследований самых различных специалистов медицины. Она занимает одно из ведущих мест в реестре патологий пациентов ортопедо-травматологического профиля. Многогранность подхода к одной из сложнейших тем ортопедии, вертебрологии и педиатрии абсолютно обоснована. Данные говорят не только о росте заболеваемости сколиозом в целом, но и об увеличении количества пациентов с тяжелыми степенями деформации [5]. В последнее время в лечении данной патологии хирургический подход к исправлению деформации

позвоночника дает хорошие результаты [2], в то же время ведение пациентов активно включает в свою программу такой мощнейший фактор, как функциональное лечение, и для пациентов после операции, и для больных, которым хирургическое вмешательство не показано. Разработано много различных методик лечебной гимнастики [3, 4, 9, 10], однако оценить все предложенные комплексы субъективно не всегда возможно. Имеются только единичные работы, в которых подбор специальных упражнений обоснован с позиции биомеханики [4].

В нашей клинической практике был разработан комплекс физических упражнений, во главу угла кото-

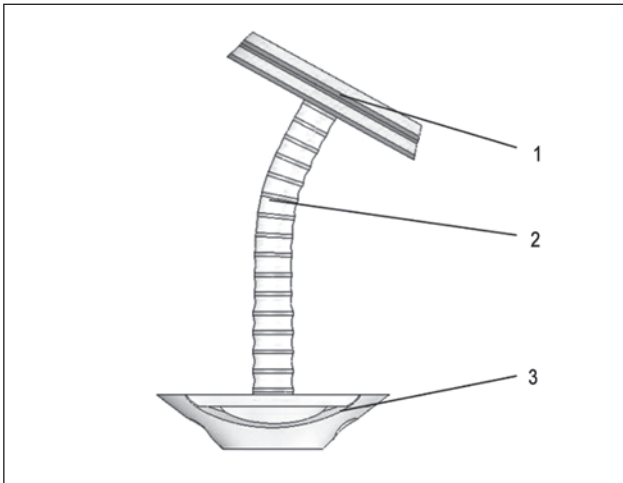


Рисунок 1. Математическая модель сколиотической осанки

рого поставлены топические особенности деформации позвоночника [7].

Цель работы: на основе математического моделирования обосновать эффективность физиофункционального лечения пациентов с С-образной деформацией позвоночника.

Материалы и методы

В качестве экспериментального исследования мы использовали математическое моделирование, основой которого являлась математическая модель позвоночника, позволяющая изучить распределение внутренних напряжений в позвоночных двигательных сегментах при различных вариантах их нагружения.

В Институте патологии позвоночника и суставов имени проф. М.И. Ситенко в лаборатории биомеханики была разработана математическая модель позвоночника с С-образной сколиотической деформацией, которую использовали для анализа напряженно-деформирующего состояния. Следует отметить, что нас прежде всего интересовало распределение внутренних напряжений в нашей модели, а не величина создаваемых напряжений под воздействием данной силы, по-

этому во всех случаях нагрузка принималась равной 10 Н. В случаях применения дополнительных компенсирующих усилий, связанных с поддержанием туловища в исходном положении, например при одноопорном стоянии, использовалась дополнительная нагрузка, которая была равна 2 Н.

Модель состоит из следующих составляющих: верхнего опорного комплекса (1); позвоночного столба (2), нижнего опорного комплекса (3) (рис. 1).

Верхний опорный комплекс представляет собой два реберных кольца, соединенных с двумя верхними позвонками и связанных между собой элементами с механическими свойствами, характерными для межреберной мышечной ткани (рис. 2а).

Блок, моделирующий позвоночный столб, состоит из 15 позвонков, соединенных между собой элементами с механическими свойствами межпозвоночных дисков. Он состоит из грудопоясничного отдела позвоночника, имеющего С-образное искривление (рис. 2б). Искривление моделировалось за счет клиновидности 9 позвонков (с углом наклона опорных поверхностей позвонков от 1 до 6°). Нижний опорный комплекс представлен одним элементом, который обеспечивает приложение нагрузки (рис. 2в).

При моделировании движений верхних конечностей зоны нагружения формировали в области лопаток (рис. 3а), движения нижних конечностей моделировали созданием зон нагружения в области вертлужных впадин (рис. 3б).

При выполнении расчетов использовали механические свойства биологических тканей по данным Березовского [1]. Цифровые значения основных характеристик тканей приведены в табл. 1.

На данной математической модели были проверены 15 упражнений.

Результаты и обсуждение

Приведем результаты анализа некоторых воздействий упражнений при С-образных сколиотических деформациях позвоночника.

Упражнение 1. Стоя, руки вверх, сгибание ноги в тазобедренном и коленном суставах.

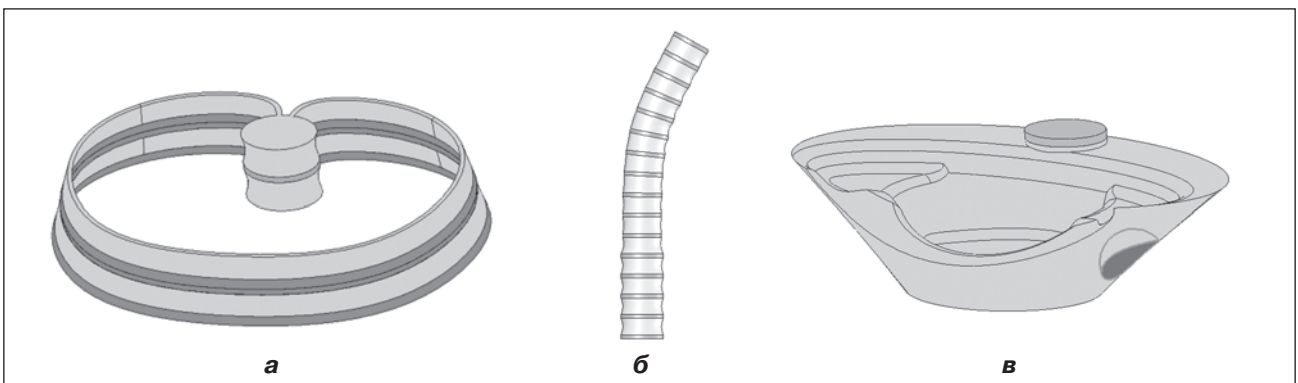


Рисунок 2. Элементы модели: а — верхний опорный комплекс; б — позвоночный столб при С-образном искривлении; в — нижний опорный комплекс

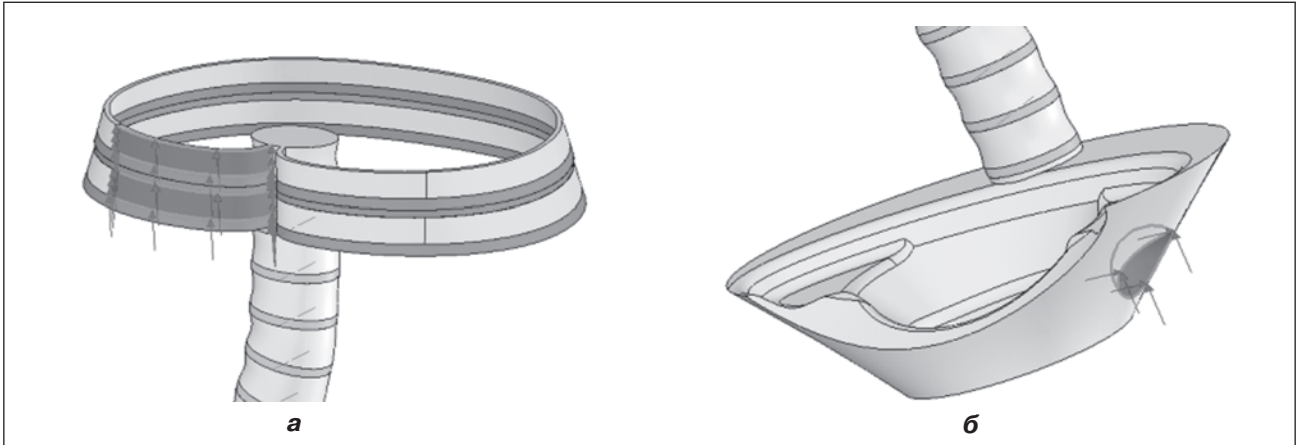


Рисунок 3. Зона приложення усилий: а — вызванных движениями верхних конечностей; б — вызванных движениями нижних конечностей

Таблица 1. Механические свойства материалов, использованных при моделировании

| Материал | Модуль упругости E, МПа | Коэффициент Пуассона, μ |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Костная ткань | 1500 | 0,29 |
| Межпозвоночный диск | 50 | 0,35 |
| Межреберная мышечная ткань | 50 | 0,32 |

Для С-образной сколиотической деформации позвоночника данное упражнение моделировали согласно схеме, представленной на рис. 4. Опора на левую нижнюю конечность представлена силой P_1 , усилие, необходимое для удержания таза в горизонтальном положении, — P_2 , усилие, вызванное поднятием правой ноги, — P_3 , и поднятые вверх руки создают силы P_4 и P_5 . Такой вариант нагружения создает зону растягивающих напряжений в области максимального искривления позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений (светло-серая область) спереди и растягивающих — сзади (черная область). Таким образом, данное упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

Упражнение 2. Лежа на боку, одна рука под головой, вторая вытянута вверх, нога (ноги) в сторону.

При С-образном сколиозе такое упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 5, при которой поднятая вверх рука создает усилие P_3 , вторая рука является опорой и создает усилие P_4 , поднятые ноги создают усилия P_1 , а удержание таза в исходном положении обеспечивается дополнительным усилием P_2 . Это создает зону растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений (светло-серая область) спереди справа и растягивающих — сзади слева (черная область). Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

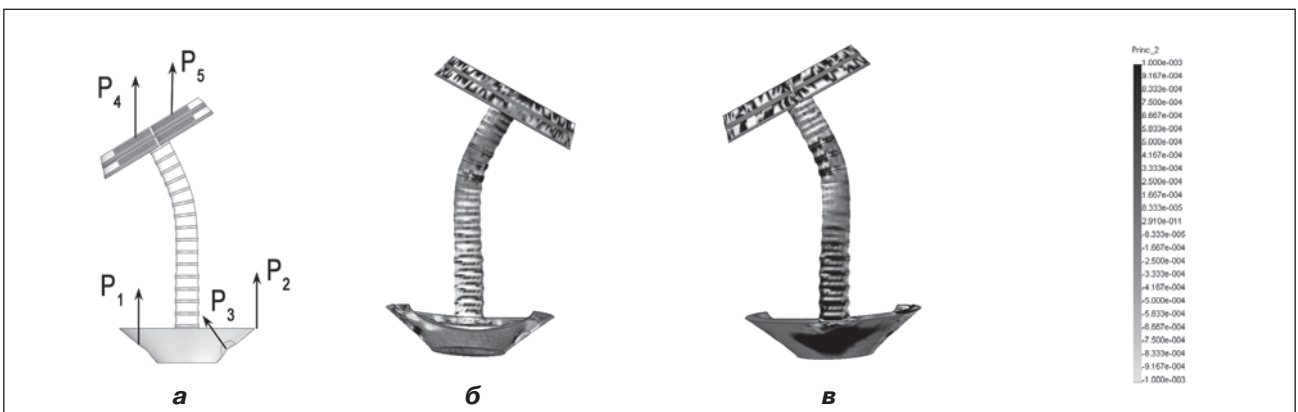


Рисунок 4. Моделирование выполнения упражнения 1: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

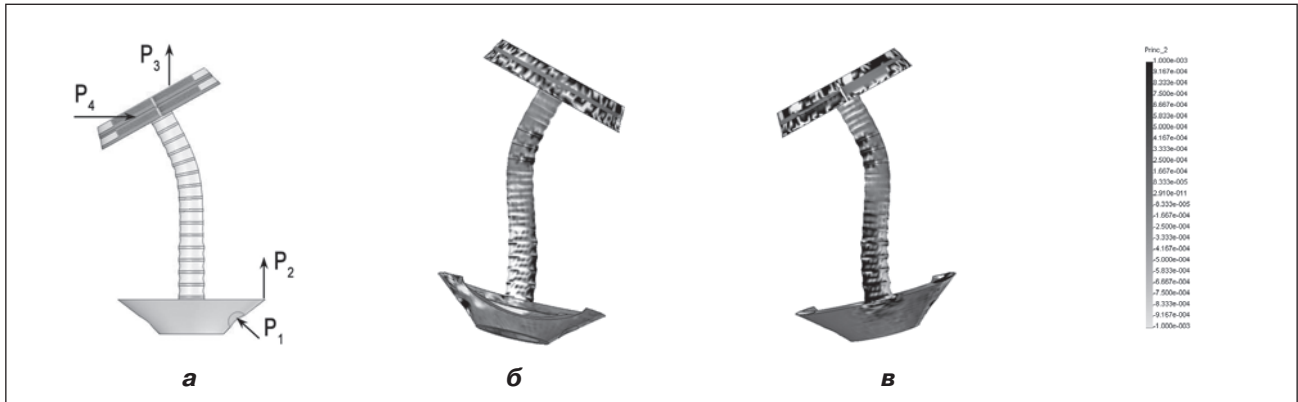


Рисунок 5. Моделирование выполнения упражнения 2: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

Упражнение 3. Стоя, одна рука за головой, вторая упирается в таз, на уровне искривления — валик.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 6. Рука, поднятая вверх, создает усилие P_4 , валик, прижимаемый рукой, создает усилие P_3 , приведение ноги создает усилие P_1 , а опорная конечность — усилие P_2 . Это создает зоны растягивающих (черная область) и сжимающих напряжений (светло-серая область) на всем протяжении позвоночного столба, при этом полностью исправляется положение позвоночного столба без создания противоискривления, но наблюдается тенденция к изменению лордоза поясничного отдела.

Упражнение 4. Стоя, одна рука вверх, вторая — вниз, выпад в сторону.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 5, при котором рука, поднятая вверх, создает усилие P_4 , а рука, опущенная вниз, — P_3 , нога, совершающая выпад в сторону, создает усилие P_2 , а нога, которая остается на месте, — P_1 . Это создает зону растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди и растягиваю-

щих — сзади (светло-серая область). Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

Упражнение 5. Стоя, руки вверх, выпад вперед.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 8, при котором поднятые руки создают усилия P_3 и P_4 , нога, выполняющая выпад, создает усилие P_2 , а нога, которая остается на месте, — P_1 (направленное вперед). Это создает зону растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди и растягивающих — сзади (светло-серая область). Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

Упражнение 6. Лежа на животе, руки вверх, ногу поднять и привести внутрь.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 9, при котором поднятые руки создают усилия P_2 и P_3 , нога, выполняющая движение, — усилие P_1 . Это создает зону растягивающих напряжений, в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди слева и растягивающих — сзади справа (светло-серая

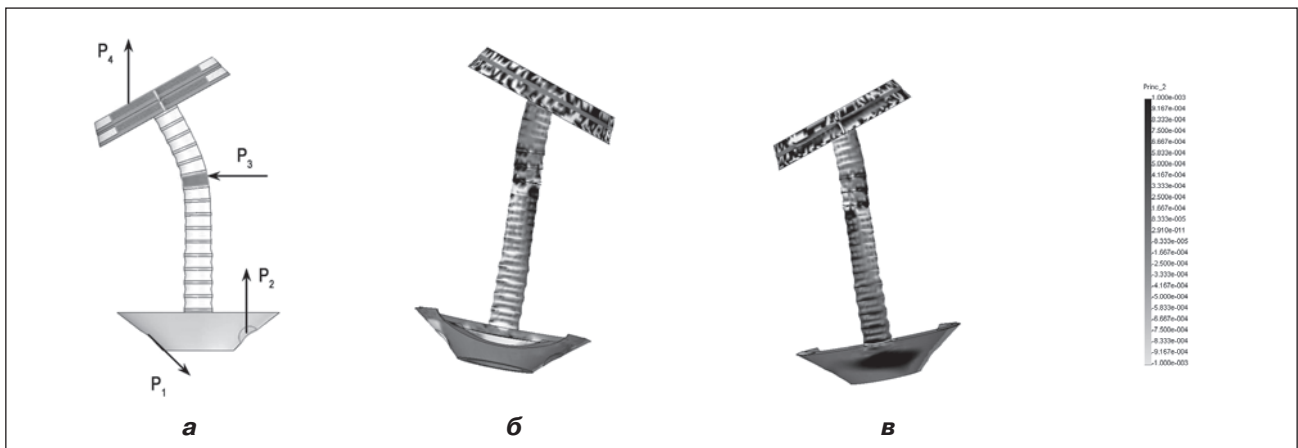


Рисунок 6. Моделирование выполнения упражнения 3: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

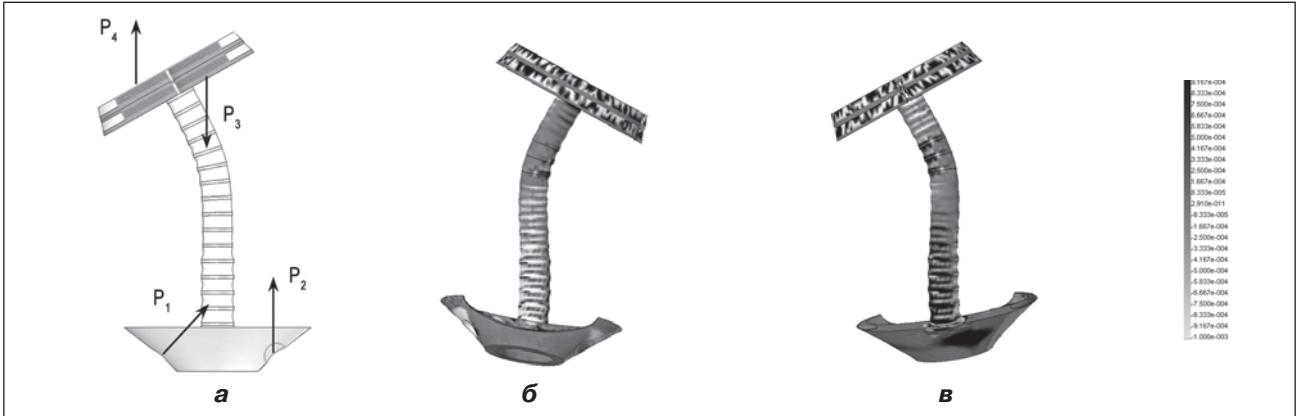


Рисунок 7. Моделирование выполнения упражнения 4: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

область). Упражнение не приводит к созданию зон напряжений в грудном отделе позвоночника, а формирует условия для создания зоны противоискривления в поясничном отделе.

Упражнение 7. Стоя, выпад вперед, одна рука вверх, вторая прижата к туловищу.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 10, при котором поднятая рука создает усилия P_4 , а рука, прижатая к туловищу, — P_3 , нога, выполняющая выпад, создает усилие P_2 , а нога, которая остается на месте, — P_1 (направленное вперед). Это создает зону растягивающих напряжений в области вершины искривления

позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди (светло-серая область) и растягивающих — сзади. Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

Упражнение 8. Лежа на животе, одна рука перемещается через сторону вверх, вторая заведена за спину, поднимается голова и верхняя часть туловища.

При С-образном искривлении упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 11, при котором поднятая рука создает усилия P_3 , а рука, заведенная за спину, — P_1 , движение туловища осуществля-

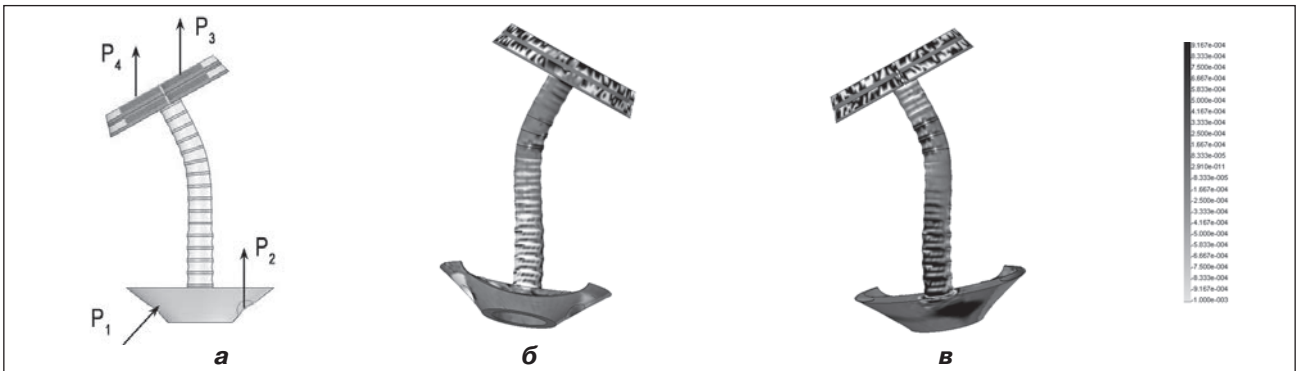


Рисунок 8. Моделирование выполнения упражнения 5: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

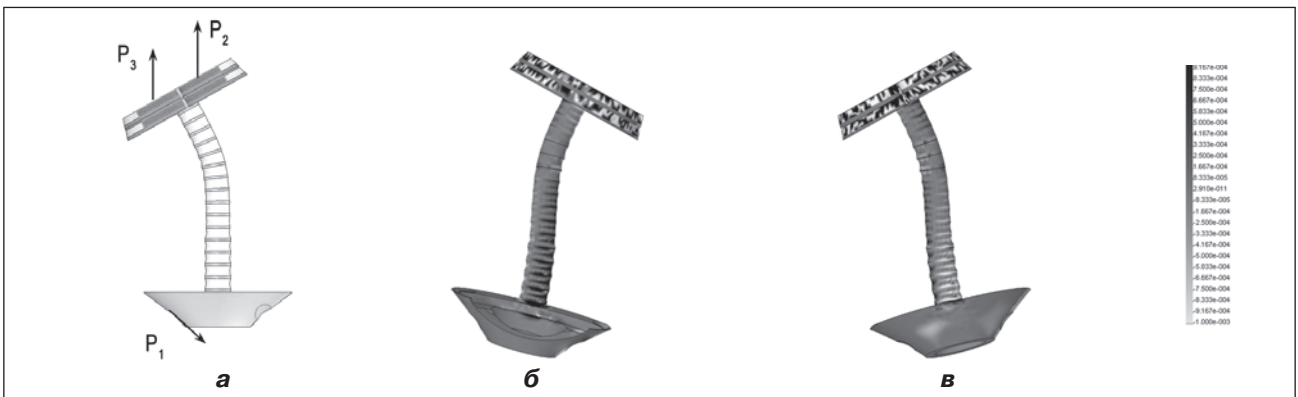


Рисунок 9. Моделирование выполнения упражнения 6: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

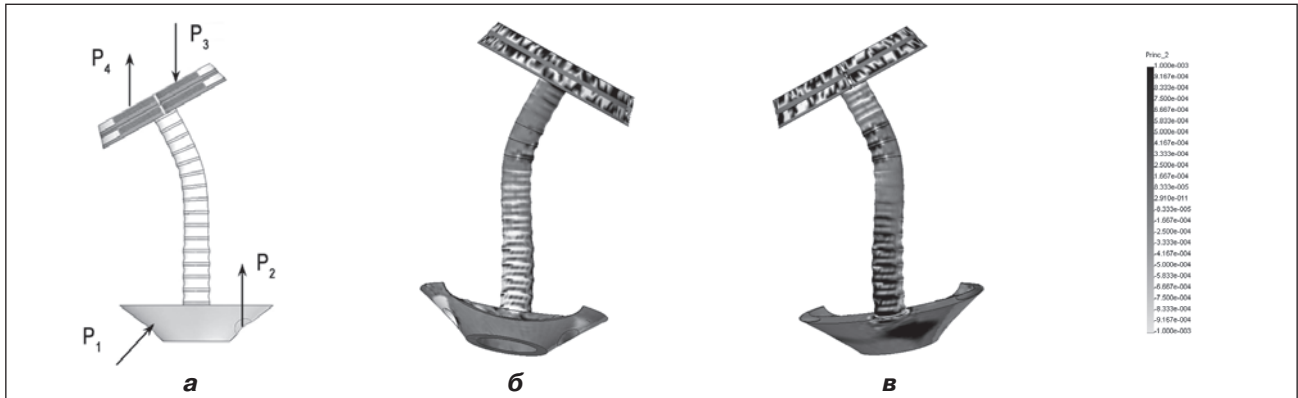


Рисунок 10. Моделирование выполнения упражнения 7: а – схема; б – вид спереди; в – вид сзади

ется за счет приложения дополнительных усилий P_2, P_4 (к плечевому поясу), P_5 и P_6 (к тазу). Это создает зону растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений слева и растягивающих — справа (черная область, вид сзади). Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

Упражнение 9. Стоя выпад вперед, руки фиксируются за спиной.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 12, при

котором руки создают усилия P_3 и P_4 (направлены назад), нога, выполняющая выпад, создает усилие P_1 , а нога, которая остается на месте, — P_2 (направленное вперед). Это создает зону растягивающих напряжений на вершине искривления (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди (светло-серая область, вид спереди) и растягивающих — сзади. Данное упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

Упражнение 10. Лежа на спине, руки в стороны, опора на плечи и пятки, ноги согнуты в тазобедренном и коленном суставах, одну ногу выпрямить и отвести.

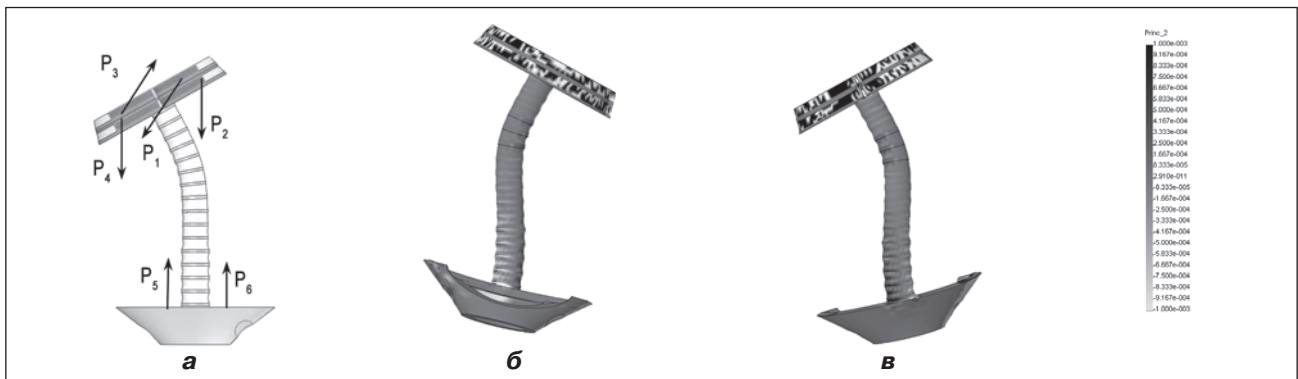


Рисунок 11. Моделирование выполнения упражнения 8: а – схема; б – вид спереди; в – вид сзади

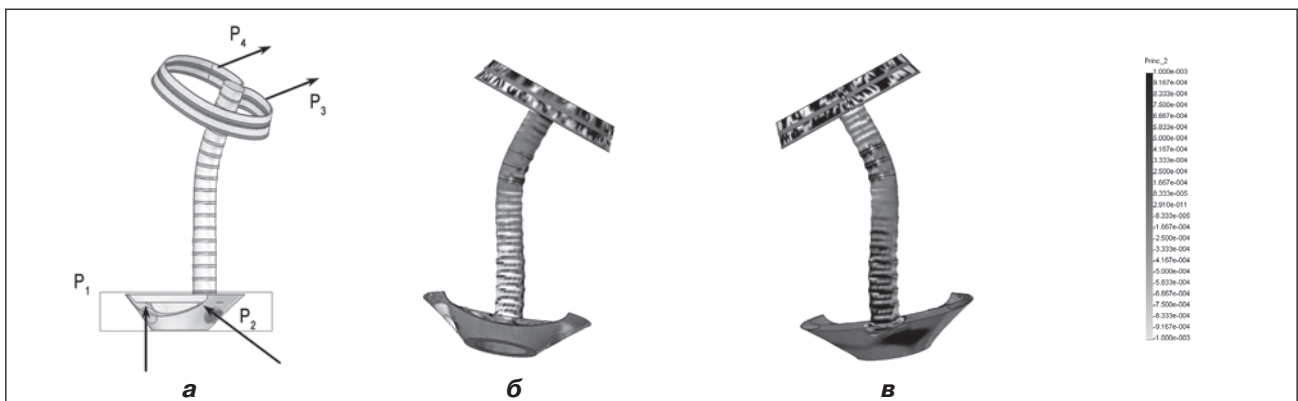


Рисунок 12. Моделирование выполнения упражнения 9: а – схема; б – вид спереди; в – вид сзади

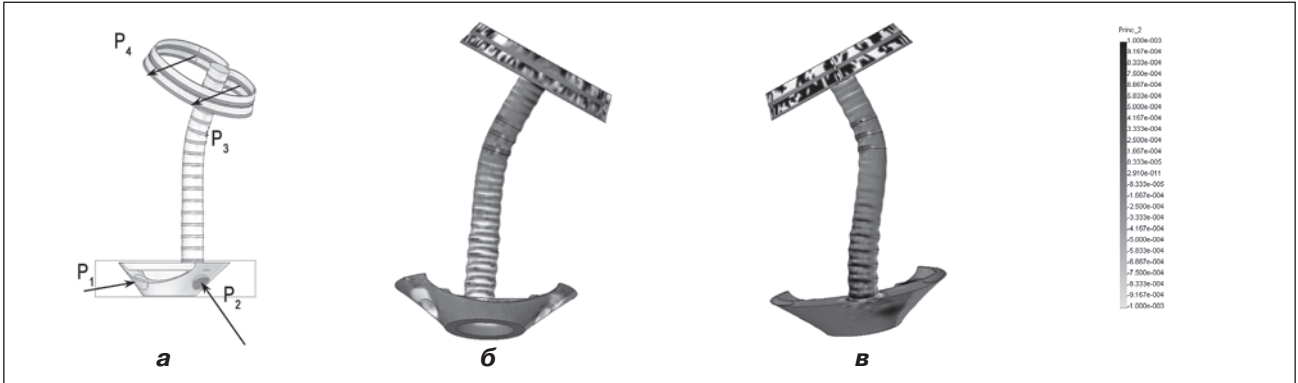


Рисунок 13. Моделирование выполнения упражнения 10: а – схема; б – вид спереди; в – вид сзади

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 13, при котором опора на плечи создает усилия P_3, P_4 , нога, выполняющая движение, создает усилие P_1 (направленное внутрь-назад), а нога, которая остается на месте, — P_2 (направленное вперед). Это создает зону растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди и растягивающих — сзади (черная область, вид сзади). Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

Упражнение 11. Лежа на скамейке, опора на руки и пятки, таз поднять, одну ногу согнуть и повернуть наружу.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 14, при котором опора на руки создает усилия P_3, P_4 , нога, выполняющая движение, создает усилие P_1 (направленное внутрь-назад и вверх), а нога, которая остается на месте, — P_2 (направленное вперед). Это создает зону растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди (светло-серая область, вид спереди) и растя-

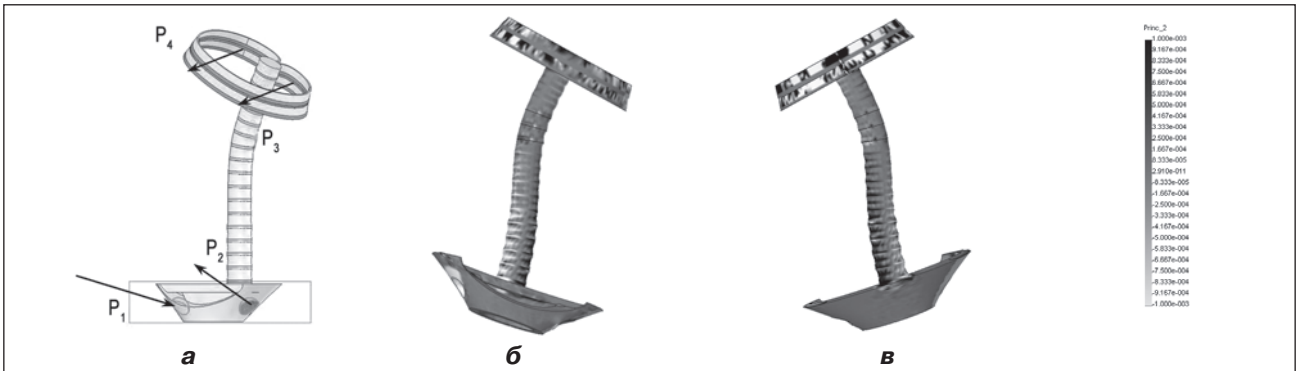


Рисунок 14. Моделирование выполнения упражнения 11: а – схема; б – вид спереди; в – вид сзади

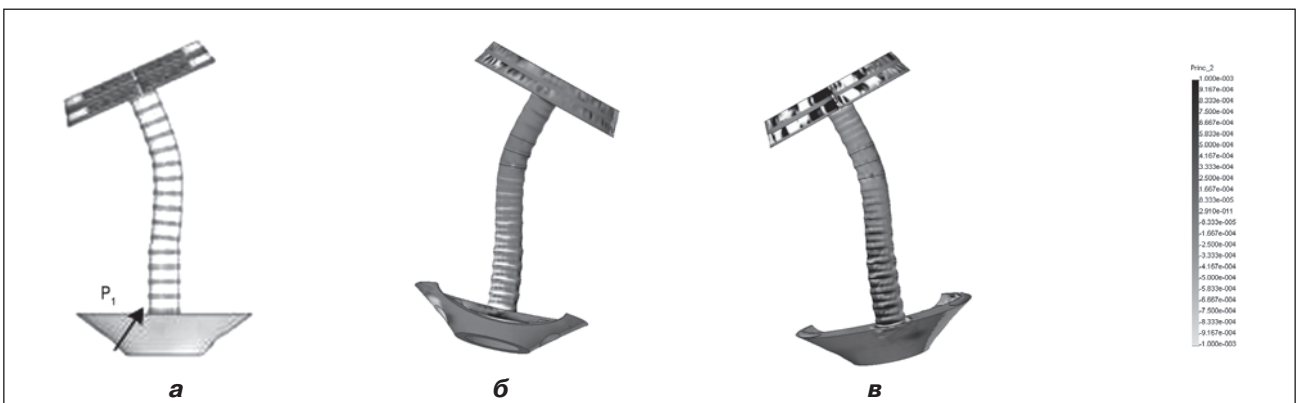


Рисунок 15. Моделирование выполнения упражнения 12: а – схема; б – вид спереди; в – вид сзади

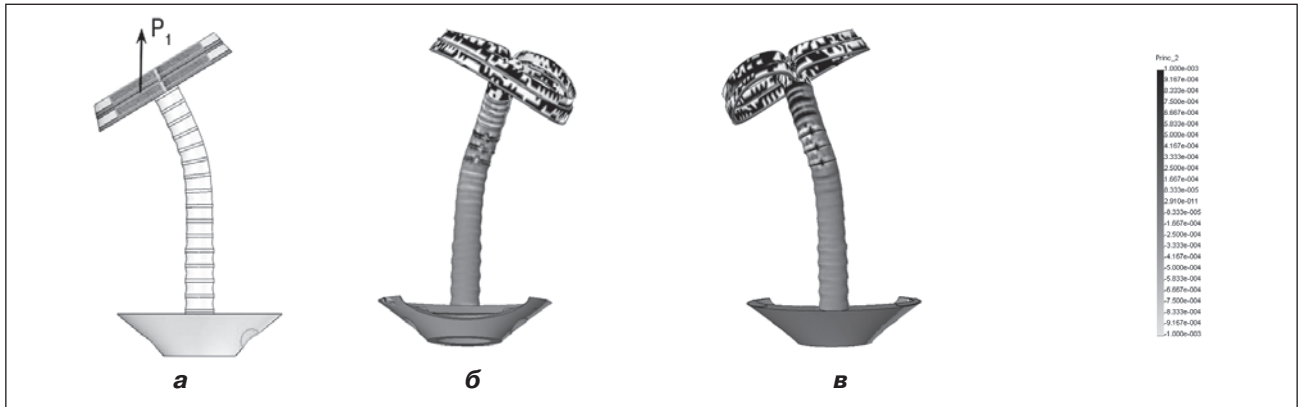


Рисунок 16. Моделирование выполнения упражнения 13: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

гивающих — сзади. Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации. Область растягивающих напряжений расположена спереди, что может привести к увеличению кифотической деформации в грудном отделе.

Упражнение 12. Лежа на спине, руки вверх (в покое), нога отводится в тазобедренном суставе, колено согнуто.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 15, при котором нога, выполняющая выпад, создает усилие P_1 (направленное вперед-вверх и внутрь). Это создает зону растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди и растягивающих — сзади (черная область, вид сзади). Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации. Область растягивающих напряжений расположена спереди, что может привести к увеличению кифотической деформации в грудном отделе.

Упражнение 13. Лежа на животе, рука с усилием направляется вверх.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 16, при котором поднятая рука создает усилие P_1 . Это создает зону незначительных растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область, расположена спереди) и незначительных сжимающих напряжений (светло-серая область, расположена сзади), в поясничном отделе существенных напряжений не возникает. Упражнение способствует исправлению искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации, в основном выше вершины искривления.

Упражнение 14. Лежа на спине, руки в стороны, вращение ногами (при движении по часовой стрелке).

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схемам нагружения, приведенным на рис. 17, так как вращение можно разделить на две фазы: первая — подъем ног, вторая — опускание, при которых усилия P_3 и P_4 создаются мышцами живота, ноги, выполняющие движение, создают усилия P_2 и P_1 (которые меняют свое направление в зависимости от фазы движения).

При первой фазе движения создается зона растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область, расположенная

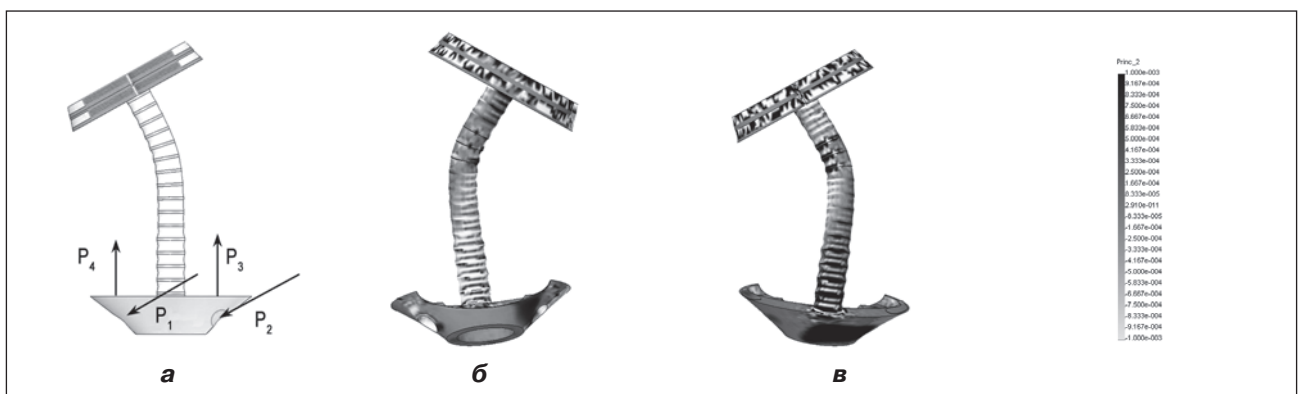


Рисунок 17. Результаты нагружения модели при выполнении упражнения 14, фаза 1: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади; фаза 2: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

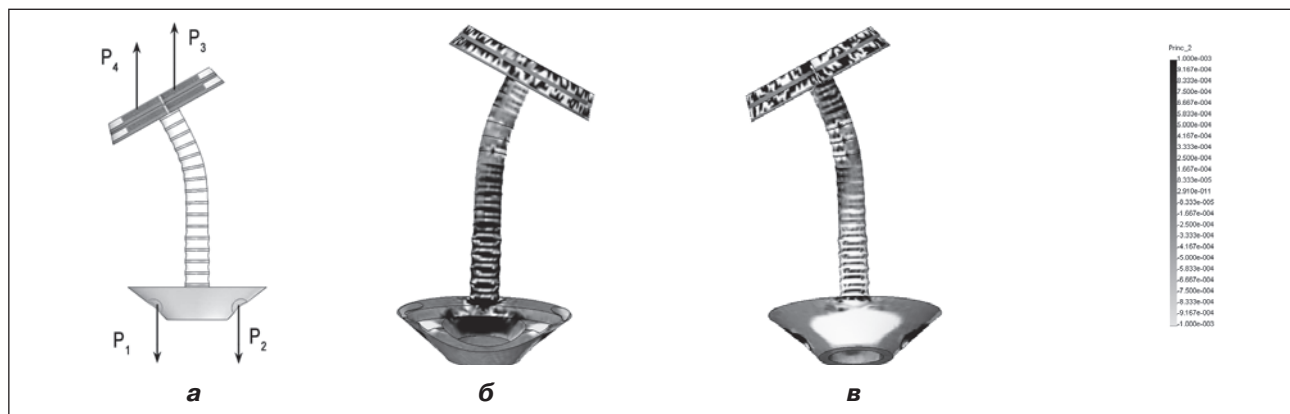


Рисунок 18. Моделирование выполнения упражнения 15: а — схема; б — вид спереди; в — вид сзади

слева), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди (черная область) и растягивающих — сзади (светло-серая область). Данная фаза упражнения увеличивает искривление в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

При второй фазе движения создается зона растягивающих напряжений в области вершины искривления позвоночника (черная область, расположенная сзади), в поясничном отделе создается область сжимающих напряжений спереди (черная область) и растягивающих — сзади (светло-серая область). Данная фаза существенно не влияет на положение грудного отдела столба при С-образной деформации.

Упражнение 15. Вис.

При С-образном сколиозе упражнение соответствует схеме нагружения, приведенной на рис. 18, при котором руки создают усилия P_3 , P_4 , а ноги — P_1 и P_2 . Это создает зону растягивающих напряжений ниже области вершины искривления позвоночника (черная область, расположенная слева), а также в области вершины искривления создаются сжимающие напряжения (светло-серые участки, расположенные в межпозвоночных дисках), в поясничном отделе создается область растягивающих напряжений спереди (черная область) и сжимающих — сзади (светло-серая область). Упражнение может увеличить деформацию в зоне вершины искривления в грудном отделе позвоночного столба при С-образной деформации.

Выводы

1. Исследование с помощью математической модели позволило изучить дифференцированное воздействие методов кинезитерапии на С-образную деформацию позвоночника в зависимости от ее вершины.
2. Данное исследование позволило биомеханически обосновать показания и противопоказания к использованию различных физических упражнений при лечении сколиотической болезни.
3. Проведенное исследование позволило усовершенствовать методологический подход к раз-

работке комплексов лечебной гимнастики с учетом топических особенностей деформации позвоночника.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии какого-либо конфликта интересов при подготовке данной статьи.

Список литературы

1. Белова А.Н., Шопетова О.Н. *Руководство по реабилитации больных с двигательными нарушениями.* — М.: Антидор, 1998. — 224 с.
2. Васюра А.С., Новиков В.В., Михайловский М.В. и др. *Некоторые особенности оперативного лечения тяжелых форм идиопатического сколиоза подростков // Хирургия позвоночника.* — 2006. — № 3. — С. 29-37.
3. Епифанов В.А. *Медицинская реабилитация.* — М.: Медпресс-Информ, 2005. — 328 с.
4. Кон И.И. *Эффективность асимметричной тренировки подвздошно-поясничной мышцы в комплексе лечения идиопатических и диспластических сколиозов // Ортопедия.* — 2003. — № 4. — С. 33-40.
5. Корж Н.А., Мезенцев А.А. *Сколиотическая болезнь // Лікування та діагностика.* — 2004. — № 4. — С. 9-16.
6. Корнилов Н.В., Грязнухин Э.Г. *Травматология и ортопедия: Руководство для врачей.* — М.: Гиппократ, 2006. — Т. 4. — С. 330-347.
7. Лоскутов А.Е., Летучая Н.П., Головаха М.Л. *Применение лечебной физкультуры с использованием аппаратно-программного комплекса «Антропометр» при лечении сколиотической болезни // Вісник ортопедії, травматології та протезування.* — 2008. — № 2. — С. 21-27.
8. Мальшикина С.В. *Экспериментальное моделирование в научных исследованиях Института патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко // Ортопедия, травматология и протезирование.* — 2007. — № 4. — С. 5-16.
9. Фищенко В.Я., Улещенко В.А., Вовк Н.Н. и др. *Консервативное лечение сколиоза.* — К.: Унити-Атлант, 1994. — 187 с.
10. Чаклин В.Д., Абальмасова Е.А. *Сколиозы и кифозы.* — М.: Медицина, 1973. — 254 с.

Получено 29.03.2019 ■

Головаха М.А.¹, Тяжелов О.А.², Летуча Н.П.³, Суббота І.А.², Карпінський М.Ю.²

¹Запорізький національний медичний університет МОЗ України, м. Запоріжжя, Україна

²ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

³КЗ «Дніпропетровська міська студентська лікарня» ДОР, м. Дніпро, Україна

Біомеханічні аспекти експериментального дослідження функціонального лікування С-подібної сколіотичної деформації хребта

Резюме. Актуальність. У нашій клінічній практиці був розроблений комплекс фізичних вправ, в основу якого були покладені топічні особливості деформації хребта. **Мета роботи:** на підставі математичного моделювання обґрунтувати ефективність фізіофункціонального лікування пацієнтів із С-подібною деформацією хребта. **Матеріали та методи.** Як експериментальне дослідження ми використовували математичне моделювання, основою якого була математична модель хребта, що дозволила вивчати розподіл внутрішніх напружень у хребцевих рухових сегментах при різних варіантах навантаження. На даній математичній моделі було перевірено 15 вправ.

Висновки. Дослідження за допомогою математичної моделі дозволило вивчити диференційний вплив методів кінезітерапії на С-подібну деформацію хребта при лікуванні сколіотичної хвороби. Дане дослідження дозволило біомеханічно обґрунтувати показання та протипоказання до використання різних фізичних вправ при лікуванні сколіотичної хвороби. Проведене дослідження дозволило удосконалити методологічний підхід до розробки комплексів лікувальної гімнастики з урахуванням топічних особливостей деформації хребта.

Ключові слова: сколіоз; експериментальне моделювання; функціональне лікування

M.L. Golovaha¹, O.A. Tiazhelov², N.P. Letuchaya³, I.A. Subbota², M.Yu. Karpinsky²

¹Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia, Ukraine

²State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

³Dnipropetrovsk City Students Polyclinic, Dnipro, Ukraine

Biomechanical aspects of experimental study of functional treatment of C-shaped scoliosis

Abstract. Background. Scoliotic disease is the object of numerous developments and studies of a wide variety of medical specialists. The multifaceted approach to one of the most difficult topics of orthopedics, vertebrology and pediatrics is absolutely justified. The data speak not only of an increase in the incidence of scoliosis as a whole, but also of an increase in the number of patients with severe deformities. Recently, in the treatment of this pathology, a surgical approach to correcting the deformation of the spine produces good results, while patient management actively includes in its program such a powerful factor as functional treatment of patients after surgery and patients who do not undergo surgical intervention. Many different methods of therapeutic gymnastics have been developed, but it is not always possible to evaluate all the proposed complexes subjectively. In our clinical practice, a set of physical exercises was developed, with topical features of the spinal deformity at its head. The purpose was to substantiate the effectiveness of physio-functional treatment of patients with C-shaped scoliotic disease based on mathematical modeling. **Materials and methods.** In the biomechanics laboratory of Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology, mathematical models of the spine with C-shaped scoliotic deforma-

tions were developed, they were used to analyze the stress-strain state. We were interested in the distribution of internal stresses in the model, and not in the magnitude of the stresses produced by this force, so in all cases the load was assumed to be 10 N. In cases of additional compensating forces associated with maintaining the trunk in the initial position, for example, in a one-leg standing, additional load equal to 2 N was applied. As an experimental study, we used mathematical modeling, the basis of which was the mathematical model of the spine that made it possible to study the distribution of internal stresses in vertebral motor segments under different loading patterns. In this mathematical model, 15 exercises were tested. **Conclusions.** The study with the help of a mathematical model allowed studying the differentiated effect of kinesitherapy methods on spinal deformities, depending on its apex. This study allowed biomechanical substantiation of indications and contraindications for the use of various physical exercises in the treatment of scoliotic disease. The study made it possible to improve the methodological approach to the development of therapeutic gymnastics, taking into account the topical features of spine deformity.

Keywords: scoliosis; experimental modeling; functional treatment