

Биомеханическое обоснование применения аппарата наружной фиксации в профилактике ошибок и осложнений транспедикулярного остеосинтеза

А. Т. Худяев, О. Г. Прудникова, П. И. Коваленко, Ю. А. Муштаева

Biomechanical substantiation of using a device for external fixation in the prevention of transpedicular osteosynthesis errors and complications

A. T. Khudiayev, O. G. Prudnikova, P. I. Kovalenko, J. A. Mushtayeva

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. акад. Г. А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, г. Курган (директор — д. м. н. А. В. Губин)

Представлено биомеханическое обоснование применения аппарата наружной транспедикулярной фиксации при лечении больных со сколиозом и деформациями позвоночника травматического генеза. Рассматриваются варианты остеосинтеза в зависимости от характера деформации, вида и степени искривления. Обоснованный подход к использованию метода позволяет эффективно лечить больных и предупреждает ошибки и осложнения его применения.

Ключевые слова: остеосинтез позвоночника; аппарат наружной транспедикулярной фиксации; сколиоз; травматические деформации позвоночника; биомеханика.

The biomechanical substantiation of using a device for external transpedicular fixation for treatment of patients with scoliosis and deformities of the spine of traumatic genesis is presented. Osteosynthesis variants are considered depending on deformity character, curvature type and degree. The valid approach to the method use allows to treat patients effectively and prevents the errors and complications of its application.

Keywords: osteosynthesis of the spine; a device for external transpedicular fixation; scoliosis; traumatic spinal deformity; biomechanics.

ВВЕДЕНИЕ

Биомеханика травматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника характеризуется изменением высоты и формы тел позвонков и межпозвонковых дисков, их смещением и возникающими вследствие этого кифозом и сколиозом. Повреждение мягкотканых структур и связочного аппарата приводит к патологической подвижности и дополнительным статодинамическим изменениям поврежденного сегмента [2, 3].

При сколиозе биомеханические нарушения позвоночного столба проявляются изменением формы тел позвонков на вершине деформации и, как следствие, формированием основной и компенсаторной дуг искривления и изменениями межпозвонковых дисков [7, 14]. Для сколиотических деформаций характерна многокомпонентность: изменение во фронтальной и сагитальной плоскостях, ротаци-

онный компонент, вторичная асимметрия таза и надплечий.

Проблема исправления деформаций позвоночника различного генеза не теряет своей актуальности, несмотря на разнообразие применяемых методик и конструкций [10, 11].

Системы фиксации для коррекции деформаций позвоночника прошли долгий путь своего развития [12, 13]. Предложенная в 1948 г. пластиночная фиксация позвоночника за остистые отростки впоследствии была заменена на систему фиксации за дуги, предложенную Харингтоном в 1964 г. Последнюю сменила система транспедикулярной фиксации Рой-Камилла. Биомеханическими исследованиями было установлено, что только фиксация за тела позвонков является надежной и обеспечивает стабильность позвоночника при высоких нагрузках [6, 9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова при лечении больных с заболеваниями и повреждениями позвоночника разработан и применяется аппарат наружной транспедикулярной фиксации [1, 3, 5]. Транспедикулярная фиксация обеспечивает достаточную жесткость, что позволяет проводить многоплоскостную коррекцию деформаций позвоночника различного генеза. Исправление про-

водится дозированно под рентгенологическим и неврологическим контролем и позволяет избегать неврологических и сосудистых нарушений.

При остеосинтезе позвоночника проведенные через ножки дуг в тело позвонка стержни-шурупы фиксируются к опорным пластинам. Опорные пластины соединяются в блоки, включающие не менее 2 пластин.

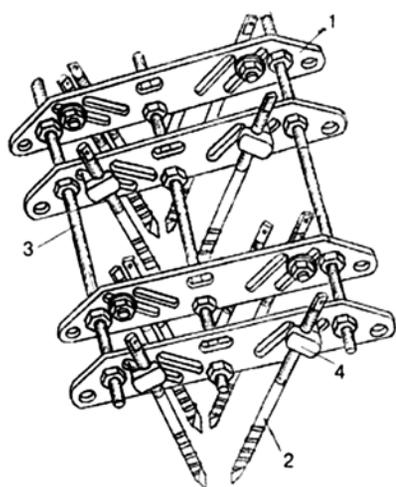


Рис. 1. Схема аппарата наружной транспедикулярной фиксации при травматических деформациях: 1 — пластина; 2 — стержень-шуруп; 3 — резьбовые стрежни; 4 — Г-образный зажим

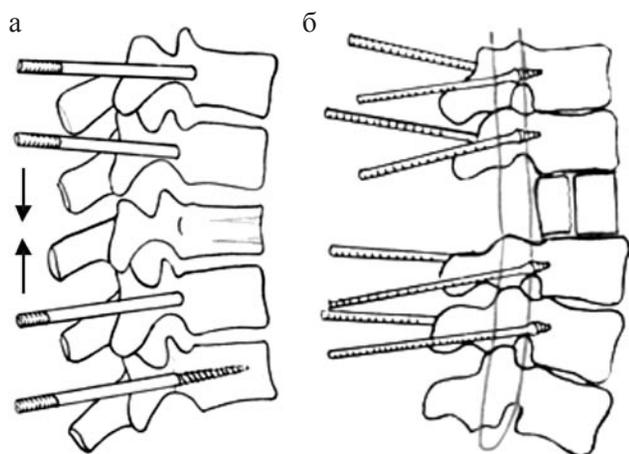


Рис. 2. Схема исправления кифоза аппаратом наружной транспедикулярной фиксации при травматической деформации: приложение компрессионных усилий (а), после выполненного переднего спондилодеза (б)

Опорные блоки соединяются между собой резьбовыми стержнями или шарнирными соединениями (рис. 1).

Для создания условий безопасного и эффективного применения аппарата были проведены экспериментально-клинические исследования, на основании которых были сделаны выводы, что для каждого позвонка должно обеспечиваться конкретное значение усилия со стороны аппарата, и при коррекции деформации необходим запас прочности как позвонков, так и деталей аппарата. При анализе распределения напряжений стержней-шурупов и определении их усталостной прочности были подобраны оптимальные размеры фиксирующих элементов и выявлено, что наибольшая несущая способность аппарата в исправлении деформаций достигается при использовании шарнирных вариантов их фиксации к пластине. При этом анализ напряженно-деформированного состояния деталей аппарата показал, что наибольшее напряжение возникает при распределении нагрузки между пластинами с фиксированными транспедикулярными стержнями внутри блока, приводя к опасности переломов стержней.

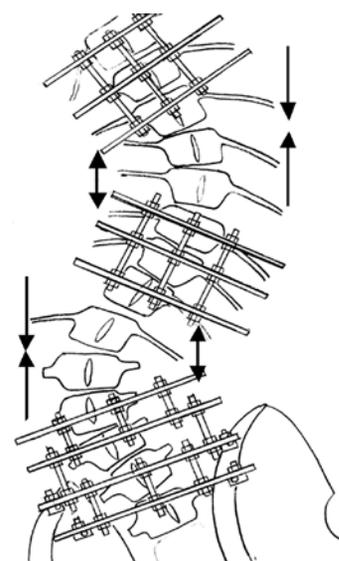


Рис. 3. Биомеханическая схема исправления сколиотической деформации позвоночника

Доказано, что дистракционно-компрессионные усилия должны прилагаться к блокам аппарата, при этом блоки аппарата должны иметь шарнирные соединения [8]. Схема наложения аппарата зависит от этиологии заболевания, вида и степени деформации позвоночника.

Применение аппарата при травматических повреждениях позвоночника создает условия для консолидации перелома за счет восстановления оси позвоночника и надежной фиксации. При этом производится фиксация позвонков выше и ниже повреждения, при необходимости фиксируется поврежденный позвонок. Исправление кифотического компонента деформации производится путем компрессии между блоками аппарата (рис. 2).

При лечении больных со сколиозом аппарат наружной фиксации позволяет восстанавливать ось позвоночника и биомеханику позвоночного столба, исправлять фронтальный, сагиттальный компоненты искривления, устранять перекос надплечий и таза. Риск осложнений, связанных с тракцией позвоночника и спинного мозга и присущих одномоментной коррекции, при этом методе минимальный.

Выбор схемы остеосинтеза позвоночника зависит от вида и степени деформации. Блоки аппарата располагаются у основания вершин деформации, при необходимости — на вершине деформации. Обязательным является фиксация костей таза отдельным опорным блоком. Исправление деформации осуществляется путем компрессии по вогнутой стороне и дистракции — по выпуклой стороне (рис. 3).

На операционном столе производится начальная одномоментная коррекция деформации позвоночника до 25% исходной величины. Дальнейшая дозированная управляемая нагрузка проводится с 4–5 суток с темпом 4–5 мм/сут до достижения необходимого результата. Исправление сагиттального компонента сколиоза (кифоза) проводится путем компрессионных усилий между блоками аппарата, расположенными у основания дуги искривления. Фиксация отдельным блоком костей таза является опорной точкой при всех корригирующих манипуляциях и позволяет устранять его перекос.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Представляем результаты лечения 86 пациентов с повреждением груднопоясничного отдела позвоночника, находившихся на лечении в 2005–2010 годах. Преобладали осложненные повреждения Th12, L1, L2 позвонков (рис. 4).

Степень компрессии поврежденного позвонка расценена как II–III с выраженной кифотической деформацией позвоночника.

Тактика лечения этой категории больных определялась характером повреждения позвоночника и спинного мозга и включала декомпрессию спинного мозга, исправление компонентов деформации и создание условий для консолидации перелома или формирования спондилодеза. Для исправления деформаций применялся аппарат наружной транспедикулярной фиксации. Биомеханические подходы к остеосинтезу поврежденного сегмента позволили добиться исправления кифоза в 86% случаев, исправления сколиоза у 96% больных.

Клинический пример. Больной Б. с осложненным компрессионно-оскольчатый переломом Th10 позвон-

ка, вывихом Th9 позвонка. Выполнена операция: передняя декомпрессия спинного мозга и спондилодез никелидом титана из заднего доступа, остеосинтез аппаратом наружной транспедикулярной фиксации. Произведена фиксация двух позвонков выше и двух ниже поврежденного. После проведения контрольной КТ, подтвердившей отсутствие зоны резорбции вокруг имплантата и исключившей его смещение, аппарат демонтирован (рис. 5).

Аппарат наружной транспедикулярной фиксации при лечении сколиоза применен у 290 больных. Угол деформации составлял от 40° до 120°. Возраст пациентов — от 11 до 26 лет. Преобладали S-образные сколиозы (рис. 6).

Лечение сколиотической деформации включало несколько этапов. Остеосинтез аппаратом наружной транспедикулярной фиксации с исправлением деформации был основным этапом лечения.

У всех больных получен хороший косметический эффект: ось позвоночника приближена к вертикальной, достигнута симметричность крыльев таза, нет реберного горба. Степень исправления деформаций составила: С-образных — от 80 до 90% исходной величины, S-образных — от 90 до 102%.

Клинический пример исправления С-образной деформации позвоночника у больной Ц., 12 лет. Угол деформации 60° с вершиной на Th9 позвонке. Остеосинтез позвоночника осуществлен аппаратом наружной транспедикулярной фиксации с учетом биомеханических подходов. При этом блоки аппарата расположены у основания вершины искривления в грудном отделе, на вершине деформации и в костях таза. Проведено постепенное дозированное исправление сколиоза. Достигнута удовлетворительная коррекция деформации, восстановлена ось позвоночника, рост пациентки увеличился на 6 см. Фиксирующий спондилодез выполнен внутренней динамической транспедикулярной системой (рис. 7, 8).

Исправление S-образной деформации позвоночника у больного М., 12 лет. Дуга искривления в грудном отделе на Th7–8 с углом 50°, дуга противоискривления

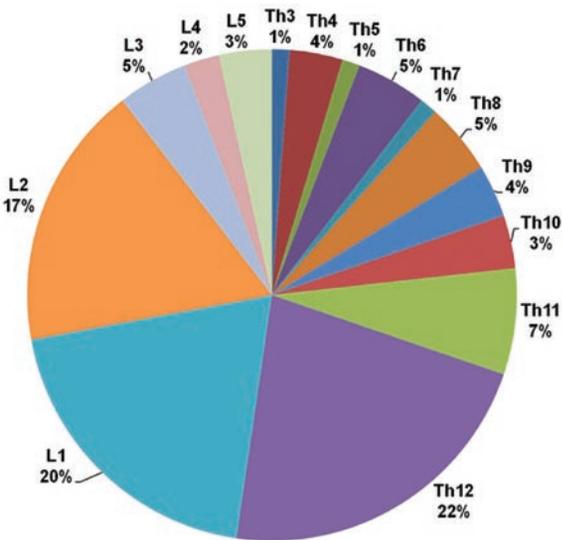


Рис. 4. Распределение повреждения позвонков по уровню

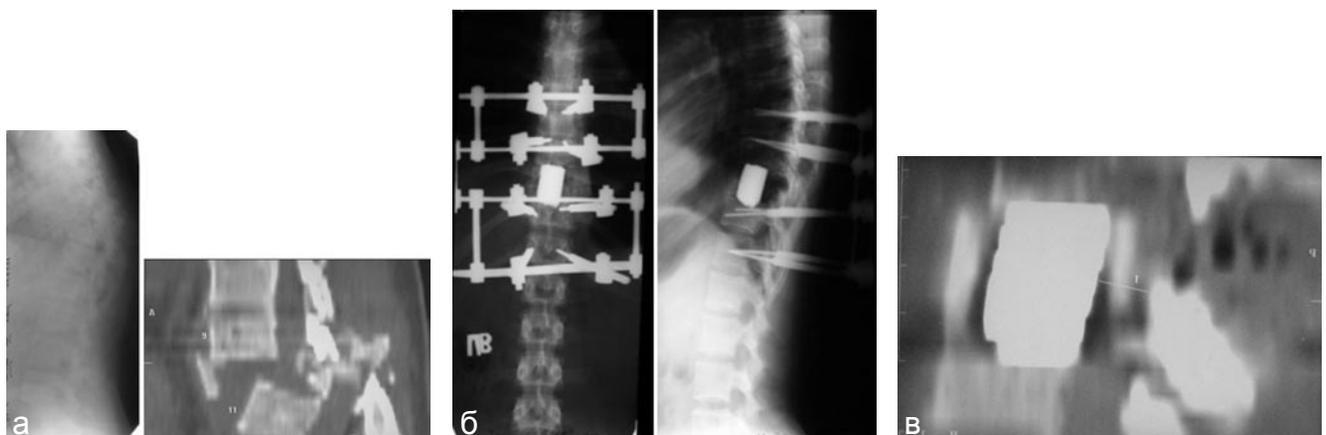


Рис. 5. Осложненный компрессионно-оскольчатый перелом Th10 позвонка, вывих Th9 позвонка. Рентгенограмма позвоночника в боковой проекции и КТ зоны повреждения до лечения (а), рентгенограммы позвоночника в прямой и боковой проекциях после выполнения основных этапов лечения (б), после демонтажа аппарата (в)

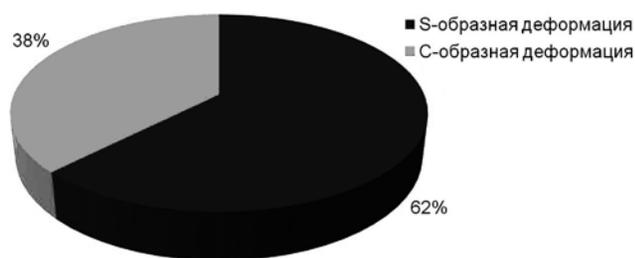


Рис. 6. Распределение сколиозов по виду деформации

в поясничном отделе на L2–3, угол 26°. Осуществлен остеосинтез позвоночника с фиксацией основания вершин искривления в грудном и поясничном отделах и костей таза. Исправление деформации достигнуто дистракцией по вогнутым сторонам в грудном и поясничном отделах, компрессией — по выпуклым сторонам. Предупреждение формирования перекоса таза осуществлено за счет фиксации крыльев подвздошных костей отдельным блоком и манипуляциями между ним и базой поясничного отдела позвоночника. После достижения удовлетворительной коррекции выполнен

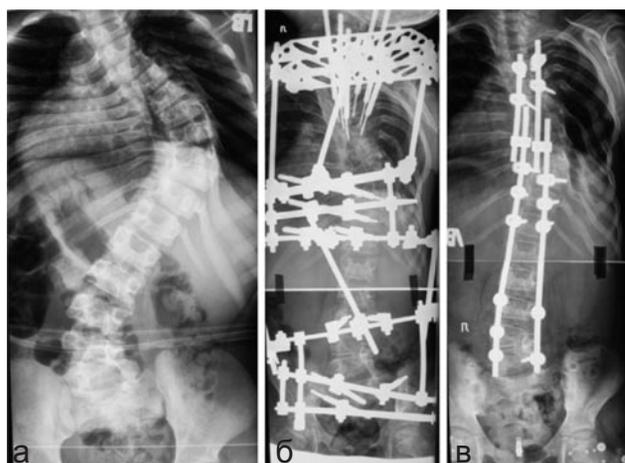


Рис. 7. Рентгенограммы позвоночника в прямой проекции пациентки Ц. с диспластическим С-образным сколиозом до и на этапах лечения: а — до лечения, б — в процессе коррекции, в — после снятия аппарата наружной ТПФ

фиксирующий спондилодез динамической транспедикулярной системой (рис. 8).

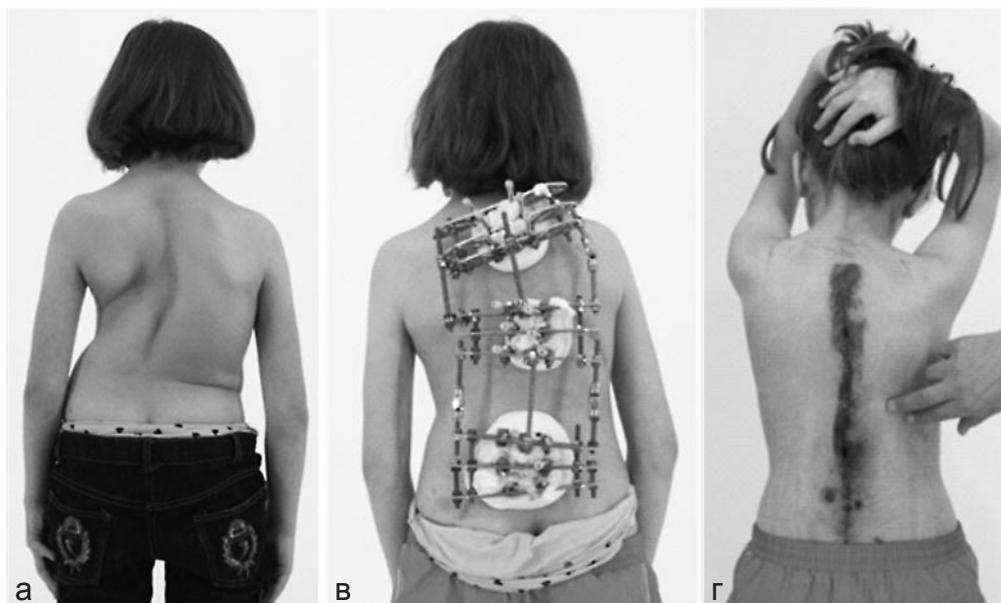


Рис. 8. Внешний вид пациентки Ц. с диспластическим С-образным сколиозом: а — до лечения, б — в процессе коррекции, в — после снятия аппарата наружной ТПФ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биомеханические подходы к исправлению деформаций заключаются в приложении усилий «дистракции-компрессии» к блокам аппарата, фиксирующим определенные сегменты позвоночника. Выбор сегментов для фиксации определяется характером деформации (травма, сколиоз), степенью искривления и сопутствующими факторами (выраженность ротации, гипоплазия дуг и др.). При травматических искривлениях осевым компонентом, относительно которого проводится компрессия или дистракция является поврежденный сегмент, деформация которого ведет к биомеханическим изменениям позвоночника.

При сколиозах подход к остеосинтезу обусловлен количеством дуг искривления, степенью деформации и другими сопутствующими компонентами. При этом

приложение корригирующих усилий проводится как к нефиксированным сегментам (исправление фронтальных и сагиттальных компонентов), так и к фиксированным аппаратом сегментам (боковые усилия). В процессе исправления деформации наружный характер фиксации позволяет проводить дополнительный монтаж конструкции и изменять подходы к приложению корригирующих усилий в зависимости от возникающей клинической ситуации (например, устранять перекоса таза и надплечий).

Биомеханический подход к остеосинтезу позвоночника при его деформациях с учетом этиологического фактора позволяет осуществлять рациональное, максимально возможное восстановление оси, создает условия для формирования спондилодеза и проведения последующего стабилизирующего этапа лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возможности аппарата наружной транспедикулярной фиксации при исправлении деформаций позвоночника / А. Т. Худяев, О. Г. Прудникова, И. А. Мещерягина, Ю. А. Муштаева // Хирургия позвоночника. 2005. № 4. С. 20–24.
2. Грунтовский Г. Х., Филиппенко В. А. Транспедикулярная фиксация при лечении повреждений и заболеваний позвоночника / Ортопедия, травматология и протезирование. 1996. № 2. С. 37–39.
3. Демпферная система при исправлении S-образных деформаций позвоночника / В. И. Шевцов, А. Т. Худяев, П. И. Коваленко, О. Г. Прудникова, И. А. Мещерягина, Ю. А. Муштаева // Ортопедия, травматология и протезирование. 2007. № 3. С. 88–91.
4. Кирсанов К. П. Итоги и перспективы применения метода управляемого чрескостного остеосинтеза в вертебологии // Гений ортопедии. 1994. № 4. С. 29–36.
5. Лавруков А. М., Томилов А. Б. Остеосинтез аппаратом внешней фиксации у больных с повреждениями и заболеваниями позвоночника. Екатеринбург, 2002. 207 с.
6. Миначов Б. Ш., Костин Е. П., Файрузова Л. М. Хирургическое лечение повреждений и заболеваний позвоночника. Уфа, 2002. 158 с.
7. Михайловский М. В., Фомичев Н. Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. 432 с.
8. Повреждения позвоночника и спинного мозга / под ред. Н. Е. Полищука, Н. А. Коржа, В. Я. Фищенко. Киев, 2001. 388 с.
9. Применение аппарата внешней фиксации при патологии позвоночника / В. И. Шевцов, В. В. Пивень, А. Т. Худяев, Ю. А. Муштаева. М.: Медицина, 2007. 112 с.
10. Проблемы прочности в биомеханике / И. Ф. Образцов [и др.]. М., 1988. 310 с.
11. Denis F., Burkus J. K. Shear fracture dislocations of the thoracic and lumbar spine associated with forceful hyperextension (lumberjack paraplegia) // Spine. 1992. Vol. 17, No 2. P. 156–161.
12. Characteristics of an extended internal fixation system for polysegmental transpedicular reduction and stabilization of the thoracic, lumbar, and lumbosacral spine / W. Eger [et al.] // Eur. Spine J. 1999. Vol. 8, No 1. P. 61–69.
13. Eismont F. J., Garfin S. R., Abitol J. Thoracic and upper lumbar spine injuries // Skeletal trauma / ed. by B. D. Browner [et al.]. Philadelphia: WB Saunders, 1993. P. 729–803.
14. Goldstein L. A. Surgical management of scoliosis // J. Bone Jt. Surg. 1966. Vol. 48-A, No 1. P. 167–196.
15. Harrington P. R., Dickson J. H. The evolution of the surgical management of scoliosis with instrumentation // J. Bone Jt. Surg. 1970. Vol. 52-A, No 4. P. 831.
16. Harrington P. R. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation // J. Bone Jt. Surg. 1962. Vol. 44-A, No 3. P. 591–610.
17. Substitution of transpedicular screws by hook claws in a vertebrectomy model / J. Y. Margulies [et al.] // J. Spinal Disord. 1998. Vol. 11, No 1. P. 36–40.
18. White A. A., Panjabi M. M. Clinical biomechanics of the spine / 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, 1990. 722 p.

Рукопись поступила 14.06.11.

Сведения об авторах:

1. Худяев Александр Тимофеевич — д. м. н. профессор.
2. Прудникова Оксана Германовна — ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздравсоцразвития России, в. н. с. лаборатории клинической вертебологии и нейрохирургии, к. м. н.
3. Коваленко Павел Иванович — ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздравсоцразвития России, в. н. с. лаборатории клинической вертебологии и нейрохирургии, к. м. н.
4. Муштаева Юлия Антоновна — ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздравсоцразвития России, с. н. с. лаборатории клинической вертебологии и нейрохирургии, к. т. н.