



ПЕДИАТРИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ШКАЛЫ ЯПОНСКОЙ АССОЦИАЦИИ ОРТОПЕДОВ

О.М. Сергеев, Д.М. Савин, А.В. Евсюков, А.В. Бурцев

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Россия

Цель исследования. Клиническая апробация педиатрической модификации 18-балльной шкалы Японской ассоциации ортопедов (mJOA) при оценке патологии позвоночника и спинного мозга у детей.

Материал и методы. У 143 пациентов детского возраста с патологией позвоночника и спинного мозга оценивали функциональное и неврологическое состояние при помощи шкалы mJOA с тремя возрастными версиями (0,5–1,5 года, 1,5–4 года и 4–18 лет). В контрольную группу вошли 10 пациентов взрослого возраста с аналогичным профилем патологий, которых оценивали по шкале mJOA в модификации Benzel.

Результаты. Первоначальный анализ результатов по шкале mJOA в пяти возрастных группах (0,5–1,5, 1,5–4, 4–8, 8–18 и старше 18 лет) значительных различий по финальным оценкам не выявил. Повторная оценка (в среднем через 3,1 года, диапазон 1–10 лет) также не показала значимых различий как внутри, так и между группами. Вторичный анализ выполняли у пациентов с патологией на шейном, грудном и поясничном уровнях спинного мозга: внутри групп с течением времени значительных изменений по величине шкал не выявлено. При этом пациенты с патологией на шейном уровне демонстрировали достоверно более высокую оценку, у них реже отмечалась деформация нижних конечностей и зависимость от инвалидного кресла, при этом чувствительность и движения в верхних конечностях были значительно хуже, чем в других группах.

Заключение. Предложенная педиатрическая шкала mJOA продемонстрировала возрастную преемственность и удобство. Результаты оценки функционального и неврологического состояния пациентов по данной шкале, помимо сопоставимости друг с другом, сравнимы с результатами шкалы mJOA Benzel у взрослых.

Ключевые слова: педиатрическая модификация шкалы Японской ассоциации ортопедов, патология позвоночника и спинного мозга, дети.

Для цитирования: Сергеев О.М., Савин Д.М., Евсюков А.В., Бурцев А.В. Педиатрическая модификация шкалы Японской ассоциации ортопедов // Хирургия позвоночника. 2024. Т. 21. № 2. С. 57–65.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.2.57-65>.

PEDIATRIC MODIFICATION OF THE JAPANESE ORTHOPEDIC ASSOCIATION SCALE

O.M. Sergeenko, D.M. Savin, A.V. Evsyukov, A.V. Burtsev

National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia

Objective. To perform clinical testing of a pediatric modification of the 18-point Japanese Orthopedic Association (mJOA) scale for assessing pathology of the spine and spinal cord in children.

Material and Methods. Functional and neurological status was assessed in 143 pediatric patients with pathology of the spine and spinal cord using the mJOA scale with three age versions (0.5–1.5 years, 1.5–4 years and 4–18 years). The control group included 10 adult patients with a similar pathology profile, who were assessed using the mJOA scale as modified by Benzel.

Results. An initial analysis of mJOA scores across five age groups (0.5–1.5, 1.5–4, 4–8, 8–18, and over 18 years) did not reveal significant differences in final scores. Repeat assessment (mean 3.1 years, range 1–10 years) also showed no significant differences either within or between groups. A secondary analysis was performed in patients with pathology at the cervical, thoracic and lumbar levels of the spinal cord: no significant changes in scale scores were found within the groups over time. At the same time, patients with pathology at the cervical level demonstrated a significantly higher score; they were less likely to have deformity of the lower extremities and dependence on a wheelchair, while sensitivity and movements in the upper extremities were significantly worse than in other groups.

Conclusion. The proposed pediatric mJOA scale demonstrated age consistency and utility. The results of assessing the functional and neurological state of patients using this scale, in addition to being comparable with each other, are comparable with the results of the Benzel mJOA scale in adults.

Key Words: pediatric modification of the Japanese Orthopedic Association scale, pathology of the spine and spinal cord, children.

Please cite this paper as: Sergeenko OM, Savin DM, Evsyukov AV, Burtsev AV. Pediatric modification of the Japanese Orthopedic Association scale. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2024;21(2):57–65. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.2.57-65>.

Динамическая оценка функционального и неврологического состояния детей с патологией позвоночника и спинного мозга в процессе взросления представляет вызов для клинициста, так как требует специализированных инструментов, учитывающих возрастные изменения. В исследовании представлен новый подход, заключающийся в адаптации модифицированной ранее Benzel et al. [1] для взрослых европейцев шкалы Японской ассоциации ортопедов (mJOA), а также модификация шкалы mJOA для детей разного возраста с врожденными или приобретенной патологией позвоночника и спинного мозга.

Цель исследования – клиническая апробация педиатрической модификации 18-балльной шкалы Японской ассоциации ортопедов (mJOA) при оценке патологии позвоночника и спинного мозга у детей.

Материал и методы

В исследование включены 143 пациента в возрасте от 6 мес. до 18 лет с патологией позвоночника и спинного мозга, проходившие лечение в Центре Илизарова (Курган) в 2010–2024 гг. Патологические состояния представлены врожденной атлантоаксиальной дислокацией, ротационным атлантоаксиальным блокированием, сегментарной спинальной дисгенезией, а также открытыми и закрытыми дефектами невральной трубки. При анализе пациентов разделили по возрасту и уровню патологии.

Для оценки использовали модифицированные версии шкалы mJOA, адаптированные нами к различным возрастным группам: mJOA pediatric 0,5–1,5 года (табл. 1), 1,5–4,0 года (табл. 2) и 4–18 лет (табл. 3). В контрольную группу включили 10 человек старше 18 лет с аналогичными заболеваниями, их оценивали с использованием оригинальной шкалы mJOA Benzel (табл. 4). Малый объем контрольной группы связан с тем, что большинство из рассматриваемых патологических процессов харак-

Таблица 1

Модифицированная педиатрическая шкала Japanese Orthopedic Scale:

возраст от 6 мес. до 1,5 года

Двигательная функция верхних конечностей	
Нет движений в руках	0
Нефункциональные движения в руках (невозможность удерживать игрушку, если ее положить в руку, не удается поднести ее ко рту)	1
Движения в руках сохранены, низкая функциональность (может удерживать игрушку, если ее положить в руку, но не может поднести ее ко рту)	2
Движения в руках сохранены, но функциональность ограничена, требуется постоянная помощь (может удерживать игрушку, если ее положить в руку, может поднести ее ко рту, не ползает, не переворачивается)	3
Движения в руках сохранены, функциональны, но с небольшими трудностями, время от времени требуется помощь (может удерживать игрушку, если ее положить в руку, может поднести ее ко рту, может переворачиваться, но не ползает)	4
Отсутствие дисфункции (может удерживать игрушку; если ее положить в руку, может поднести ее ко рту, переворачивается, ползает)	5
Двигательная функция нижних конечностей	
Нет движений и чувствительности в ногах	0
Есть чувствительность в ногах, реагирует на болевые и тактильные раздражители, может быть рефлекторное сокращение мышц ног, но произвольные движения отсутствуют	1
Нефункциональные движения в ногах, отсутствует опорный рефлекс (не может стоять или ползать на четвереньках, нет упора на колени, тяжелая гипотрофия мышц ног/вторичная деформация ног)	2
Движения в ногах сохранены, но функциональность существенно ограничена, требуется постоянная помощь (стоит на четвереньках, может проползти на четвереньках не более 1 мин, отсутствуют рефлексы в нижних конечностях, тяжелая или умеренная гипотрофия мышц/деформация ног)	3
Движения в ногах сохранены, функциональны, но с значительными трудностями, часто требуется помощь (стоит и ползает на четвереньках от 1 до 5 мин, слабые рефлексы в нижних конечностях, тяжелая или умеренная гипотрофия мышц/деформация ног)	4
Умеренные нарушения движений в ногах, время от времени требуется помощь (стоит и ползает на четвереньках от 5 до 10 мин, слабые рефлексы в нижних конечностях, умеренная деформация одной или обеих стоп)	5
Легкие нарушения движений в ногах, помощь не требуется (стоит и ползает на четвереньках более 10 мин, может удерживаться на ногах или ступать с поддержкой, может сесть самостоятельно, слабые рефлексы в нижних конечностях, снижение тонуса в мышцах ног, легкая вторичная деформация одной или обеих стоп)	6
Нормальные движения в ногах (стоит и ползает на четвереньках и/или стоит и ходит с поддержкой, нормальные рефлексы в нижних конечностях, отсутствие деформации ног, нормальный тонус мышц ног)	7
Чувствительные расстройства верхних конечностей	
Полное отсутствие чувствительности (отсутствие двигательной реакции на боль, тактильное раздражение или пальпацию конечности)	0
Тяжелые и умеренные нарушения чувствительности (снижение всех типов чувствительности, пациент поворачивает голову при проведении тестов на чувствительность, но двигательной реакции нет или крайне слабая)	1
Легкие нарушения чувствительности. Двигательная реакция на один из трех видов раздражителей крайне слабая (болевой, тактильный или проприоцептивный) при активной реакции на другие раздражители (отдергивание/сгибание руки, плач)	2
Отсутствие чувствительных нарушений (пациент сгибает руку при проведении проб на чувствительность, явная реакция на все виды чувствительных раздражений)	3
Нейрогенные нарушения мочеиспускания и дефекации	
Не контролирует мочеиспускание и дефекацию полностью (постоянное подтекание мочи или задержка мочи с необходимостью катетеризации, гидроуретеронефроз и везикоуретеральный рефлюкс, частые уроинфекции, отсутствие анального рефлекса, расширенный анус, каломазание или продолжительный запор)	0
Значительные проблемы с мочеиспусканием и дефекацией (повторяющиеся инфекции мочевыводящих путей, периодическое подтекание мочи, периодические задержки мочеиспускания, требующие катетеризации, гидроуретеронефроз и везикоуретеральный рефлюкс, слабый анальный рефлекс, каломазание или продолжительный запор)	1
Легкие проблемы с мочеиспусканием и кишечником (единичная инфекция мочевыводящих путей в анамнезе, везикоуретеральный рефлюкс, остаточная моча после мочеиспускания, эпизоды запора)	2
Отсутствие дисфункции (ребенок мочится каждые 2–4 ч, без подтекания мочи, отсутствие остаточной мочи после мочеиспускания, регулярные акты дефекации и сохраненный анальный рефлекс)	3

Таблица 2

Модифицированная педиатрическая шкала Japanese Orthopedic Scale:
возраст от 1,5 до 4 лет

Двигательная функция верхних конечностей	
Нет движений в руках	0
Нефункциональные движения в руках (не может удерживать игрушку, ложку, карандаш)	1
Движения в руках сохранены, но функциональность низкая (может удерживать игрушку, ложку, карандаш, но не может поднять выпрямленные руки и привести их к средней линии в положении лежа)	2
Движения в руках сохранены, функциональность ограничена, требуется постоянная помощь (может удерживать игрушку, ложку, карандаш и использовать их, может поднять выпрямленные руки и привести их к средней линии в положении лежа, но не может поднимать и бросать мяч)	3
Движения в руках сохранены и функциональны, но с небольшими трудностями, время от времени требуется помощь (может удерживать игрушку и играть с ней, рисовать карандашом, поднимать и бросать мяч, есть руками или ложкой, но не может висеть на горизонтальной перекладине)	4
Отсутствие дисфункции (может удерживать и играть с игрушкой, рисовать карандашом, поднимать и бросать мяч, есть руками или ложкой, а также висеть на горизонтальной перекладине)	5
Двигательная функция нижних конечностей	
Нет движений и чувствительности в ногах	0
Есть чувствительность в ногах, реагирует на болевые и тактильные раздражители, может быть рефлекторное сокращение мышц ног, но произвольные движения отсутствуют	1
Движения в ногах сохранены, функциональность низкая (может стоять на четвереньках, но не может ползать или ходить)	2
Движения в ногах сохранены, но функциональность ограничена, требуется постоянная помощь (может ползать, стоя и ходить только с поддержкой или специальными средствами и только по ровной поверхности)	3
Движения в ногах сохранены, функциональны, но со значительными трудностями (может сделать несколько шагов без поддержки, но затем требуется посторонняя помощь или дополнительные средства вертикализации, не может прошагать по лестнице даже с помощью, не прыгает)	4
Умеренные нарушения походки, время от времени требуется помощь (ходит сам, с умеренной неустойчивостью, может переступить через небольшое препятствие сам или с поддержкой, может подниматься и спускаться по лестнице с посторонней помощью или держась за перила, не может подпрыгнуть на месте или вперед, не может пинать мяч)	5
Легкие нарушения походки, помощь не требуется (ходит сам без посторонней помощи, может подниматься и спускаться по лестнице, держась за поручни или с поддержкой, может подпрыгнуть на обеих ногах, но не может подпрыгнуть на правой или левой, не может ходить спиной вперед)	6
Отсутствие дисфункции (идет устойчиво вперед и назад, может подниматься и спускаться по лестнице без поддержки, хорошая сила при прыжках, может стоять на носочках, прыгать на одной ноге, пинать мяч правой и левой ногой)	7
Чувствительные расстройства верхних конечностей	
Полное отсутствие чувствительности (отсутствие двигательной реакции на боль, тактильное раздражение или пальпацию конечности)	0
Тяжелые и умеренные нарушения чувствительности (снижение всех типов чувствительности, пациент поворачивает голову при проведении тестов на чувствительность, но двигательной реакции нет или она крайне слабая)	1
Легкие нарушения чувствительности. Двигательная реакция на один из трех видов раздражителей крайне слабая (болевой, тактильный или проприоцептивный) при активной реакции на другие раздражители (отдергивание/сгибание руки, плач)	2
Отсутствие чувствительных нарушений (сгибает руку при проведении проб на чувствительность, явная реакция на все виды чувствительных раздражений)	3
Нейрогенные нарушения мочеиспускания и дефекации	
Не контролирует мочеиспускание и дефекацию полностью (постоянное подтекание мочи или задержка мочи с необходимостью катетеризации, частые уроинфекции, отсутствие анального рефлекса, расширенный анус, каломазание или постоянные запоры)	0
Значительные проблемы с мочеиспусканием и дефекацией (задержка мочи с периодическими подтеканиями, подтекание мочи во время физической активности, необходимость менять подгузники или использовать катетер более трех раз в день, запоры со случайными актами дефекации)	1
Легкие проблемы с мочеиспусканием и дефекацией (периодически возникающее подтекание мочи, ощущение неполного опорожнения мочевого пузыря, необходимость менять подгузники или использовать катетер менее трех раз в день, остаточная моча после мочеиспускания)	2
Отсутствие дисфункции (ребенок мочится каждые 2–4 ч, нет подтекания мочи, отсутствует остаточная моча после мочеиспускания, стул регулярный, анальный рефлекс сохранен)	3

терны в первую очередь для детей, а не для взрослых.

При первичном обращении каждого пациента оценивали по соответствующей возрасту шкале, в последующем выполняли повторную оценку, как минимум, через 1 год, максимум – через 10 лет. Фиксировали клинические и демографические данные, включая возраст, диагноз и медицинскую историю.

Пациентам проводили лечение, включая операции на позвоночнике, спинном мозге и нижних конечностях. Критерием исключения являлось наличие тяжелой умственной отсталости или детского церебрального паралича.

Для обобщения демографических и клинических характеристик использовали описательную статистику. Баллы mJOA и другие показатели анализировали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для выявления возрастных тенденций и различий между диагностическими группами. Динамические изменения также оценивали с помощью теста ANOVA. В результате анализа данных, полученных при использовании шкалы mJOA, было установлено, что распределение показателей подчиняется нормальному закону. С учетом ограниченного числа случаев в выборке статистические показатели представили в формате медианы с указанием промежутка значений (range), что позволяет более наглядно характеризовать распределение данных и минимизировать влияние выбросов на интерпретацию результатов. Для анализа использовали пакет StatPlus для Microsoft Excel.

Результаты

Среди включенных в исследование пациентов было 143 ребенка и 10 взрослых (64 мужского пола и 89 – женского) в возрасте от 0,5 до 34,1 года (в среднем $8,4 \pm 6,0$ года) с однородной патологией позвоночника и спинного мозга. По уровню патологии позвоночника и спинного мозга пациентов разделили на 3 группы: с патология-

ми на шейном ($n = 41$), грудном ($n = 41$) и поясничном ($n = 71$) уровнях. Пациенты с патологией на шейном уровне в подавляющем большинстве имели атлантоаксиальную дислокацию ($n = 32$) или атлантоаксиальное ротационное блокирование ($n = 6$) на фоне врожденных аномалий позвоночника (синдром Клиппеля – Фейля), по поводу чего всем провели оперативное лечение. Большая часть пациентов с патологией на уровне грудного и поясничного отделов имела открытые и закрытые дефекты невральнй трубки ($n = 43$ и $n = 63$ соответственно), сопровождавшиеся аномалиями и деформациями позвоночника, фиксацией спинного мозга и деформациями нижних конечностей, по поводу чего большинство из них также перенесли оперативное лечение.

В табл. 5 представлены результаты исследования с учетом стратификации пациентов на пять возрастных групп: 0,5–1,5 года ($n = 3$); 1,5–4 года ($n = 37$); 4–8 лет ($n = 47$); 8–18 лет ($n = 56$) и старше 18 лет ($n = 10$).

Помимо данных, представленных в табл. 5, группы продемонстрировали схожие характеристики по полу (p -value 0,42), уровням миелопатии/миелодисплазии (шейный отдел: p -value 0,08, грудной отдел: p -value 0,08, поясничной отдел: p -value 0,96) и типам аномалий (дефекты невральнй трубки: p -value 0,15; закрытые дефекты невральнй трубки: p -value 0,96; атлантоаксиальные дислокации: p -value 0,32; атлантоаксиальное ротационное блокирование: p -value 0,34; сегментарные спинальные дисплазии: p -value 0,21).

При сравнении общих баллов mJOA и баллов по разделам шкал (движения в верхних конечностях, движения и чувствительность в нижних конечностях, чувствительность в верхних конечностях и функция тазовых органов) значительных различий по оценке между детьми и взрослыми не выявлено (p -value 0,40).

Пациентов повторно оценили после периода наблюдения в среднем

Таблица 3

Модифицированная педиатрическая шкала Japanese Orthopedic Scale:

возраст 4 года и старше

Двигательная функция верхних конечностей	
Нет движений в руках	0
Нефункциональные движения в руках (может двигать рукой, но не может удерживать предметы, ложку, зубную щетку, расческу)	1
Движения в руках сохранены, но низкофункциональны (может удерживать ложку и другие предметы, но не может использовать их)	2
Движения в руках сохранены, но с ограниченной функциональностью и значительными трудностями, требуется постоянная помощь (может есть ложкой, чистить зубы, расчесывать волосы, надевать одежду, использовать молнии только при постоянной помощи)	3
Движения в руках сохранены, функциональны, но с небольшими трудностями, периодически требуется помощь (может есть ложкой, чистить зубы, расчесывать волосы, надевать одежду, использовать молнии, застёжки и завязывать шнурки, но медленно и неуклюже)	4
Нарушений движений в руках нет	5
Двигательная функция нижних конечностей	
Нет движений и чувствительности в ногах	0
Есть чувствительность в ногах, реагирует на болевые и тактильные раздражители, может быть рефлекторное сокращение мышц ног, но произвольные движения отсутствуют	1
Движения в ногах сохранены, низкая функциональность (может двигать ногами и стоять с поддержкой/помощью, но не может ходить)	2
Движения в ногах сохранены, но с ограниченной функциональностью и значительными трудностями, требуется постоянная помощь (может ходить по ровному полу с поддержкой/помощью, но не может подниматься по лестнице)	3
Движения в ногах сохранены, функциональны, но со значительными трудностями, часто требуется помощь (ходит самостоятельно, но неустойчиво, может подниматься и спускаться по лестнице только с помощью или с поддержкой за поручни)	4
Умеренные нарушения походки, периодически требуется помощь (идет с умеренной неустойчивостью, но нуждается в помощи или держится за поручни при подъеме или спуске по лестнице)	5
Легкие нарушения походки, помощь не требуется. (ходит с небольшой неустойчивостью, но может подниматься и спускаться по лестнице без помощи или поручней)	6
Нарушений движений в ногах нет	7
Чувствительные расстройства верхних конечностей	
Полное отсутствие чувствительности в руках (нет реакций на раздражители)	0
Тяжелые и умеренные сенсорные нарушения (снижение всех видов чувствительности)	1
Легкие сенсорные нарушения (снижение или отсутствие поверхностной чувствительности при сохранении болевой и глубокой чувствительности)	2
Нарушений чувствительности в руках нет	3
Нейрогенные нарушения мочеиспускания и дефекации	
Не контролирует мочеиспускание и дефекацию (постоянное подтекание мочи или задержка мочи с необходимостью катетеризации 6 раз в день, отсутствие анального рефлекса, зияющий анус, каломазание или продолжительный запор)	0
Значительные проблемы с мочеиспусканием и дефекацией (задержка мочи с периодическим подтеканием мочи, частые подтекания мочи во время физической активности, необходимость смены прокладок/подгузников или катетеризации более трех раз в день, запоры, каломазание)	1
Легкие проблемы с мочеиспусканием и дефекацией (редкое подтекание мочи, ощущение неполного опорожнения мочевого пузыря, необходимость смены прокладок/подгузников или катетеризации менее трех раз в день, остаточная моча после мочеиспускания)	2
Нет дисфункции (ребенок мочится каждые 2–4 ч, нет подтекания мочи, отсутствует остаточная моча после мочеиспускания, стул регулярный, анальный рефлекс сохранен)	3

через 3,1 года (min 1 год; max 10 лет) с использованием соответствующих возрасту шкал. Значительных динамических различий в баллах не выявили.

В табл. 6 представлены результаты сравнения данных, полученных у пациентов с патологией на шейном

(41 человек), грудном (41 человек) и поясничном (71 человек) уровнях. По результатам предварительного анализа (помимо данных, представленных в табл. 6) группы были сходны по полу (p -value 0,16) и возрасту (p -value 0,26).

Таблица 4

Модифицированная шкала Japanese Orthopedic Scale (Benzel)

Оценка двигательной дисфункции верхних конечностей	
Нет движений в руках	0
Не может есть ложкой, но может двигать руками	1
Не может застегнуть рубашку, но может есть ложкой	2
Может застегивать рубашку с большим трудом	3
Может застегивать рубашку с небольшими сложностями и неловкостью	4
Нарушений движений в руках нет	5
Оценка двигательной дисфункции нижних конечностей	
Полная утрата двигательных и чувствительных функций	0
Сохранение чувствительности без возможности двигать ногами	1
Возможность двигать ногами, но неспособность ходить	2
Возможность ходить по ровному полу с использованием вспомогательных средств (например, трость или костыль)	3
Возможность подниматься и/или спускаться по лестнице с использованием поручней	4
Умеренная или значительная нестабильность, но есть возможность подниматься и/или спускаться по лестнице без использования поручней	5
Легкая нестабильность, но возможность ходить без поддержки с плавным взаимодействием	6
Нарушений движений в ногах нет	7
Чувствительные расстройства в верхних конечностях	
Полная потеря чувствительности в руках	0
Тяжелая утрата чувствительности или наличие боли	1
Легкая утрата чувствительности	2
Нарушений чувствительности в руках нет	3
Дисфункция сфинктера	
Невозможность самостоятельного мочеиспускания	0
Значительные трудности с мочеиспусканием	1
Легкие и умеренные трудности с мочеиспусканием	2
Нормальное мочеиспускание	3

Стоит отметить, что в группе пациентов с патологией шейного отдела деформация нижних конечностей (p -value 0,0000), задержка психомоторного развития (p -value 0,001) и зависимость от инвалидного кресла (p -value 0,03) встречались реже, что указывает на более легкие клинические симптомы и более легкое повреждение спинного мозга. При сравнении разделов шкалы mJOA (движения в верхних конечностях, движения и чувствительность в нижних конечностях, чувствительность в верхних конечностях и функция тазовых органов) для движения и чувствительности в верхних конечностях выявлены более низкие баллы в группе с патологией шейного отдела (p -value 0,0000). В свою очередь, степень пареза в нижних конечностях и нарушения

функции тазовых органов более выражены в группах с патологией на уровне грудного и поясничного отделов (p -value 0,0000).

В группе пациентов с патологией на грудном и поясничном уровнях также чаще встречались деформация нижних конечностей и зависимость от инвалидного кресла (p -value 0,0000 и 0,03). Общий балл по шкале mJOA различался, достигая максимума у пациентов с патологией шейного отдела и минимума – с патологией грудного отдела (p -value 0,02). В конце периода наблюдения пациентов повторно оценили по соответствующим возрасту шкалам: сохранялись прежние различия между группами, кроме того, баллы по разделам шкалы и общей шкале оставались значимо неизменными в течение времени.

Обсуждение

Изначально разработанная для оценки неврологических симптомов у взрослых с патологией позвоночника классическая шкала JOA включала четыре раздела, оценивающих движения верхних и нижних конечностей, чувствительность в верхних конечностях, груди, животе и нижних конечностях. Эта шкала использовала суммарную систему оценки в диапазоне от 0 до 17 баллов [2]. С течением времени было предложено несколько модификаций, при этом наиболее популярной стала модификация шкалы JOA, представленная в 1991 г. Benzel et al. [1, 3–5].

Шкала mJOA Benzel состоит из четырех разделов, оценивающих моторную функцию в верхних конечностях (0–5 баллов), чувствительность и движения в нижних конечностях (0–7 баллов), чувствительность в верхних конечностях (0–3 балла) и функцию мочевого пузыря (0–3 балла) с суммарной системой оценки от 0 до 18 баллов. Простой дизайн и система оценки делают ее удобной для использования как медицинскими специалистами, так и пациентами. Адаптивность шкалы к разным языкам и культурам способствует ее широкому использованию в различных регионах и среди различных популяций. Возможность ее гибкого использования обеспечивает последовательные и стандартизированные оценки в разнообразных демографических группах пациентов с патологией позвоночника и спинного мозга.

Изначально созданная для взрослых с шейной спондилогенной миелопатией, эта шкала стала популярной в первую очередь в исследованиях, посвященных эффективности лечения пациентов с этой патологией, однако с каждым годом появляется все больше работ, посвященных ее использованию при патологии грудного [6–11] и поясничного [12–15] отделов. В настоящее время шкала с успехом применяется в исследованиях, посвященных не только дегенеративной патологии и деформациям позвоночника, но и в работах

Таблица 5

Стратифицированный по возрасту анализ оценки педиатрической шкалой mJOA в течение времени наблюдения от 1 до 10 лет

Параметр		Показатель				
Возраст на момент исследования, лет		0,5–1,5	1,5–4	4–8	8–18	18+
Количество исследованных, п		3	37	47	56	10
Пол (п, %)	муж	—	16 (43)	18 (38)	27 (48)	3 (30)
	жен	3 (100)	21 (57)	29 (62)	29 (52)	7 (70)
Возраст 1, лет, медиана (диапазон)		1 (0,5–1,3)	2,7 (1,6–3,9)	6,1 (4,0–7,9)	10,6 (8,0–17,4)	23,5 (19,4–34,1)
Время между повторной оценкой, лет, медиана (диапазон)		4 (3,0–4,5)	2 (1,0–7,0)	3 (1,0–10,0)	3 (1,0–9,0)	2,5 (1,0–6,0)
Возраст 2, лет, медиана (диапазон)		4,9 (4,3–5,0)	4,8 (2,6–10,0)	8,6 (5,3–16,3)	14,4 (9,2–25,3)	26,6 (20,4–35,1)
Возраст 1: движения в руках (оценка, медиана, диапазон)		5 (3–5)	5 (0–5)	5 (2–5)	5 (1–5)	5 (3–5)
Возраст 2: движения в руках (оценка, медиана, диапазон)		5	5 (1–5)	5 (3–5)	5 (3–5)	5 (3–5)
p-value		0,37	0,91	0,18	0,36	0,77
Возраст 1: движения и чувствительность в ногах (оценка, медиана, диапазон)		5 (2–5)	3 (0–7)	3 (0–7)	6 (0–7)	5 (2–7)
Возраст 2: движения и чувствительность в ногах (оценка, медиана, диапазон)		7 (4–7)	3 (0–7)	4 (0–7)	6 (0–7)	5 (2–7)
p-value		0,23	0,40	0,72	0,32	0,90
Возраст 1: чувствительность в руках (оценка, медиана, диапазон)		3	3 (0–3)	3 (2–3)	3 (0–3)	3 (2–3)
Возраст 2: чувствительность в руках (оценка, медиана, диапазон)		3	3 (1–3)	3 (2–3)	3 (1–3)	3 (2–3)
p-value		1,00	1,00	0,14	0,63	1,00
Возраст 1: функция тазовых органов (оценка, медиана, диапазон)		3 (1–3)	1 (0–3)	2 (0–3)	3 (0–3)	3 (0–3)
Возраст 2: функция тазовых органов (оценка, медиана, диапазон)		3 (1–3)	2 (0–3)	2 (0–3)	3 (0–3)	3 (0–3)
p-value		1,00	0,79	0,83	0,81	0,84
Возраст 1: общая mJOA (оценка, медиана, диапазон)		14 (11–16)	12 (0–18)	12 (6–18)	16 (1–18)	16 (10–18)
Возраст 2: общая mJOA (оценка, медиана, диапазон)		18 (13–18)	13 (3–18)	14 (8–18)	17 (5–18)	15 (10–18)
p-value		0,29	0,56	0,55	0,39	0,94

mJOA—модифицированная Japanese Orthopedic Association scale: модификация Benzel была использована для всех индивидуумов в возрасте старше 18 лет, а новая педиатрическая модификация — у детей младше 18 лет.

по травме позвоночника и спинного мозга [16, 17], туберкулезным спондилитам [18], опухолям спинного мозга и позвоночника [19], арахноидальным кистам спинного мозга [20–22], мальформации Киари и сирингомиелии [23, 24].

Существуют попытки применения этой шкалы у детей [25–29], однако очевидно, что необходимы ее модификации, особенно для детей младше восьми лет.

Детский возраст подразумевает динамичное изменение функционального статуса по мере взросления, например, навык держания головы появляется после двух месяцев, ползание — после шести месяцев, сидение — после восьми месяцев, начало хождения по плоской поверхности — после года, самостоятельное поднятие по лестнице — после двух лет, освоение застегивания пуговиц и завязывания шнурков — в 5–6 лет и т.д. [30]. Наша модификация шкалы JOA, адаптированная для детей,

выполнена с учетом этих особенностей. Она может быть использована в исследованиях, посвященных патологии позвоночника и спинного мозга, характерных для детского возраста, таких как шейные стенозы на фоне атлантоаксиальных дислокаций, системных заболеваний (спондилоэпифизарная дисплазия, мукополисахаридоз), аномалии Киари, стенозы на уровне грудного отдела на фоне сегментарных спинальных дисгенезий, деформации позвоночника и миелодисплазии

Таблица 6

Стратифицированный по уровню патологии анализ оценки педиатрической шкалой mJOA в течение времени наблюдения от 1 до 10 лет

Параметр		Патология на уровне шейного отдела	Патология на уровне грудного отдела	Патология на уровне поясничного отдела
Количество пациентов, n		41	41	71
Патология	ОДНТ, n (%)	—	22	20
	ЗДНТ, n (%)	1	14	49
	ААД, n (%)	32	—	—
	ССД, n (%)	2	5	2
	ААРБ, n (%)	6	—	—
Возраст 1, лет, медиана (диапазон)		9 (0,5–24,0)	4,8 (1,7–34,1)	7,1 (1,0–26,5)
Время между повторной оценкой, лет, медиана (диапазон)		2,1 (1–8)	3 (1–9)	2 (1–10)
Возраст 2, лет, медиана (диапазон)		12,2 (4,0–27,2)	8,8 (2,9–35,1)	10,6 (2,6–31,5)
Возраст 1: движения в верхних конечностях (оценка, медиана, диапазон)		5 (0–5)	5 (3–5)	5 (3–5)
Возраст 2: движения в верхних конечностях (оценка, медиана, диапазон)		5 (1–5)	5	5 (3–5)
p-value		0,18	0,18	1,00
Возраст 1: движения и чувствительность в нижних конечностях (оценка, медиана, диапазон)		7 (0–7)	2 (0–7)	5 (0–7)
Возраст 2: движения и чувствительность в нижних конечностях (оценка, медиана, диапазон)		7 (1–7)	3 (0–7)	5 (0–7)
p-value		0,34	0,47	0,39
Возраст 1: чувствительность в верхних конечностях (оценка, медиана, диапазон)		3 (0–3)	3 (2–3)	3 (2–3)
Возраст 2: чувствительность в верхних конечностях (оценка, медиана, диапазон)		3 (1–3)	3	3 (2–3)
p-value		0,49	0,16	0,73
Возраст 1: функция тазовых органов (оценка, медиана, диапазон)		3 (0–3)	0 (0–3)	3 (0–3)
Возраст 2: функция тазовых органов (оценка, медиана, диапазон)		3 (0–3)	0 (0–3)	2 (0–3)
p-value		0,44	0,88	1,00
Возраст 1: общая mJOA (оценка, медиана, диапазон)		18 (0–18)	10 (6–18)	15 (6–18)
Возраст 2: общая mJOA (оценка, медиана, диапазон)		18 (3–18)	11 (8–18)	15 (6–18)
p-value		0,31	0,51	0,60

ААД — атлантоаксиальная дислокация; ААРБ — атлантоаксиальное ротационное блокирование; ЗДНТ — закрытый дефект невальной трубки; ОДНТ — открытый дефект невальной трубки; ССД — сегментарная спинальная дисгенезия; mJOA — модифицированная Japanese Orthopedic Association scale: модификация Benzel использована для всех индивидуумов старше 18 лет, а новая педиатрическая модификация — у детей младше 18 лет.

на фоне открытых и закрытых дефектов невальной трубки, а также при сирингомиелии, опухолях спинного мозга и позвоночника, туберкулезном спондилите, позвоночно-спинномозговой травме. Адаптация шкалы обеспечивает возможность непрерывной оценки функционального и неврологического состояния пациента на протяжении детского и подросткового возраста. Педиатрическая версия шкалы mJOA может быть использована у пациентов с указанным спектром заболеваний до дости-

жения взрослого возраста, а последующее применение шкалы mJOA Benzel позволяет отслеживать существенные функциональные изменения уже во взрослом возрасте [31, 32].

Исследование продемонстрировало возрастную преемственность разработанной шкалы и возможность ее широкого применения не только у детей с патологией на шейном уровне позвоночника, но и на грудном и поясничном.

Ограничения исследования. Несколько ограничений потенциально могли бы повлиять на полученные результаты:

1) малое количество пациентов в возрасте до 1,5 лет и в контрольной группе взрослых;

2) большинство пациентов подверглись нейрохирургическим и/или ортопедическим хирургическим вмешательствам, что потенциально могло повлиять на клинические оценки, хотя значительных изменений невро-

логического статуса, согласно результатам по шкале, за период наблюдения не выявлено;

3) наличие легкой умственной отсталости у некоторых пациентов могло потенциально сказаться на их оценке в баллах.

Заключение

Исследование раскрывает преемственность новой педиатрической

шкалы mJOA для оценки патологии позвоночника и спинного мозга как в различных возрастных группах, так и при разном уровне патологии шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника. Приспособляемость шкалы для педиатрических случаев демонстрирует ее ценность в отслеживании долгосрочных изменений, подтверждает полезность ее применения в разных периодах детства у пациентов с патологией позвоночника и спинного

мозга и сопоставимость с используемой у взрослых шкалой mJOA Benzel.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

1. Benzel EC, Lancon J, Kesterson L, Hadden T. Cervical laminectomy and dentate ligament section for cervical spondylotic myelopathy. J Spinal Disord. 1991;4:286–295. DOI: 10.1097/00002517-199109000-00005.
2. Hirabayashi K, Miyakawa J, Satomi K, Maruyama T, Wakano K. Operative results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament. Spine. 1981;6:354–364. DOI: 10.1097/00007632-198107000-00005.
3. Young K, Steinhaus M, Gang C, Vaishnav A, Jivanelli B, Lovecchio F, Qureshi S, McAnany S, Kim HJ, Iyer S. The use of patient-reported outcomes measurement information system in spine: a systematic review. Int J Spine Surg. 2021;15:186–194. DOI: 10.14444/8024.
4. Kato S, Oshima Y, Oka H, Chikuda H, Takeshita Y, Miyoshi K, Kawamura N, Masuda K, Kunogi J, Okazaki R, Azuma S, Hara N, Tanaka S, Takeshita K. Comparison of the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score and modified JOA (mJOA) score for the assessment of cervical myelopathy: a multicenter observational study. PLoS One. 2015;10:e0123022. DOI: 10.1371/journal.pone.0123022.
5. Tetreault L, Kopjar B, Nouri A, Arnold P, Barbagallo G, Bartels R, Qiang Z, Singh A, Zileli M, Vaccaro A, Fehlings MG. The modified Japanese Orthopaedic Association scale: establishing criteria for mild, moderate and severe impairment in patients with degenerative cervical myelopathy. Eur Spine J. 2017;26:78–84. DOI: 10.1007/s00586-016-4660-8.
6. Baba S, Oshima Y, Iwahori T, Takano Y, Inanami H, Koga H. Microendoscopic posterior decompression for the treatment of thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum: a technical report. Eur Spine J. 2016;25:1912–1919. DOI: 10.1007/s00586-015-4158-9.
7. Bagga RS, Shetty AP, Viswanathan VK, Reddy GJ, Kanna RM, Rajasekaran S. Thoracic myelopathy in ossified ligamentum flavum: surgical management and long-term outcome following 2 different techniques of surgical decompression. Global Spine J. 2023;13:659–667. DOI: 10.1177/21925682211003061.
8. Fan T, Sun C, Chen G, Jiang S, Li W, Chen Z. Clinical progression of ossification of the ligamentum flavum in thoracic spine: a 10- to 11-year follow-up study. Eur Spine J. 2023;32:495–504. DOI: 10.1007/s00586-022-07468-5.
9. Siller S, Pannenbaecker L, Tonn JC, Zausinger S. Surgery of degenerative thoracic spinal stenosis-long-term outcome with quality-of-life after posterior decompression via an uni- or bilateral approach. Acta Neurochir (Wien). 2020;162:317–325. DOI: 10.1007/s00701-019-04191-x.
10. Jannelli G, Baticam NS, Tizi K, Truffert A, Lascano AM, Tessitore E. Symptomatic tandem spinal stenosis: a clinical, diagnostic, and surgical challenge. Neurosurg Rev. 2020;43:1289–1295. DOI: 10.1007/s10143-019-01154-9.
11. Eghbal K, Zafarshamspour S, Sookhakhari M, Saffarian A, Taheri R. Clinical outcome of pedicle-sparing transfacet discectomy and fusion with segmental instrumentation for thoracic disc herniation. J Neurol Surg a Cent Eur Neurosurg. 2024;85:240–245. DOI: 10.1055/a-2005-0620.
12. Chen R, Chen M, Su T, Zhou M, Sun J, Xiong J, Chi Z, Xie D, Zhang B. A 3-arm, randomized, controlled trial of heat-sensitive moxibustion therapy to determine superior effect among patients with lumbar disc herniation. Evid Based Complement Alternat Med. 2014;2014:154941. DOI: 10.1155/2014/154941.
13. Abbas Z, Asati S, Kundnani VG, Jain S, Prakash R, Raut S. Surgical outcomes of single stage surgery for Tandem spinal stenosis (TSS) in elderly and younger patients: A comparative study. J Clin Orthop Trauma. 2021;17:157–162. DOI: 10.1016/j.jcot.2021.03.007.
14. Krishnan A, Dave BR, Kambar AK, Ram H. Coexisting lumbar and cervical stenosis (tandem spinal stenosis): an infrequent presentation. Retrospective analysis of single-stage surgery (53 cases). Eur Spine J. 2014;23:64–73. DOI: 10.1007/s00586-013-2868-4.
15. D'Ercole M, Innocenzi G, Lattuada P, Ricciardi F, Montano N, Visocchi M, Bistazzoni S. Does laminectomy affect spino-pelvic balance in lumbar spinal stenosis? A study based on the EOS X-ray imaging system. Acta Neurochir Suppl. 2023;135:405–412. DOI: 10.1007/978-3-031-36084-8_62.
16. Zhao Y, Xue R, Shi N, Xue Y, Zong Y, Lin W, Pei B, Sun C, Fan R, Jiang Y. Aggravation of spinal cord compromise following new osteoporotic vertebral compression fracture prevented by teriparatide in patients with surgical contraindications. Osteoporos Int. 2016;27:3309–3317. DOI: 10.1007/s00586-016-3651-2.
17. Pirillo V, Berti PP, Prontera A, Rizzo P, Broger M. Biomechanics considerations in the treatment of double traumatic non-contiguous subaxial cervical lesions. Br J Neurosurg. 2023;37:1781–1785. DOI: 10.1080/02688697.2021.1907309.
18. Dunn R, van der Horst A, Lippross S. Tuberculosis of the spine – Prospective neurological and patient reported outcome study. Clin Neurol Neurosurg. 2015;133:96–101. DOI: 10.1016/j.clineuro.2015.03.015.
19. Carrasco Moro R, Gutierrez Cierco JA, Martínez San Millán JS, Pian H, Martínez Rodrigo MA. Spinal extradural angiolipomas: 7 new cases and review of the literature. Neurologia (Engl Ed). 2019;34:98–104. DOI: 10.1016/j.nrl.2016.11.002.
20. Griessenauer CJ, Bauer DF, Moore TA 2nd, Pritchard PR, Hadley MN. Surgical manifestations of thoracic arachnoid pathology: series of 28 cases. J Neurosurg Spine. 2014;20:30–40. DOI: 10.3171/2013.9.Spine.1323.
21. Viswanathan VK, Manoharan SR, Do H, Minnema A, Shaddy SM, Elder JB, Farhadi HF. Clinical and radiologic outcomes after fenestration and partial wall excision of idiopathic intradural spinal arachnoid cysts presenting with myelopathy. World Neurosurg. 2017;105:213–222. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.05.136.

22. El-Hajj VG, Singh A, Pham K, Edström E, Elmi-Terander A, Fletcher-Sanders J. Long-term outcomes following surgical treatment of spinal arachnoid cysts: a population-based consecutive cohort study. *Spine J.* 2023;23:1869–1876. DOI: 10.1016/j.spinee.2023.08.011.
23. Fan T, Zhao H, Zhao X, Liang C, Wang Y, Gai Q. Surgical management of Chiari I malformation based on different cerebrospinal fluid flow patterns at the cranial-vertebral junction. *Neurosurg Rev.* 2017;40:663–670. DOI: 10.1007/s10143-017-0824-1.
24. Guan J, Yuan C, Zhang C, Ma L, Yao Q, Cheng L, Liu Z, Wang K, Duan W, Wang X, Wang Z, Wu H, Chen Z, Jian F. A novel classification and its clinical significance in Chiari I malformation with syringomyelia based on high-resolution MRI. *Eur Spine J.* 2021;30:1623–1634. DOI: 10.1007/s00586-021-06746-y.
25. Siller S, Egensperger R, Szelenyi A, Tonn JC, Zausinger S, Schichor C. Intraspinal epidermoid and dermoid cysts-tumor resection with multimodal intraoperative neurophysiological monitoring and long-term outcome. *Acta Neurochir (Wien).* 2020;162:2895–2903. DOI: 10.1007/s00701-020-04446-y.
26. Soleman J, Roth J, Bartoli A, Rosenthal D, Korn A, Constantini S. Syringo-subarachnoid shunt for the treatment of persistent syringomyelia following decompression for Chiari type I malformation: surgical results. *World Neurosurg.* 2017;108:836–843. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.08.002.
27. Zhang HQ, Deng A, Tang MX, Liu SH, Wang YX, Gao QL. Posterior-only surgical correction with heavy halo-femoral traction for the treatment of rigid congenital scoliosis associated with split cord malformation. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21:98. DOI: 10.1186/s12891-020-3124-9.
28. Fan T, Zhao X, Zhao H, Liang C, Wang Y, Gai Q, Zhang F. Treatment of selected syringomyelias with syringo-pleural shunt: the experience with a consecutive 26 cases. *Clin Neurol Neurosurg.* 2015;137:50–56. DOI: 10.1016/j.clineuro.2015.06.012.
29. Atli K, Chakravarthy V, Khan AI, Moore D, Steinmetz MP, Mroz TE. Surgical outcomes in patients with congenital cervical spinal stenosis. *World Neurosurg.* 2020;141:e645–e650. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.05.252.
30. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Motor Development Study: windows of achievement for six gross motor development milestones. *Acta Paediatr Suppl.* 2006;450:86–95. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2006.tb02379.x.
31. Ryabykh SO, Pavlova OM, Savin DM, Burtsev AV, Gubin AV. Surgical management of myelomeningocele-related spinal deformities. *World Neurosurg.* 2018;112:e431–e441. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.01.058.
32. Pavlova OM, Ryabykh SO, Kozyrev DA, Gubin AV. Surgical treatment of thoracolumbar segmental spinal dysgenesis: optimal type of fusion. *World Neurosurg.* 2017;106:551–556. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.07.031.

Адрес для переписки:

Сергеенко Ольга Михайловна
640014, Россия, Курган, ул. М. Ульяновой, 6,
Национальный медицинский исследовательский центр
травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова,
pavlova.neuro@mail.ru

Address correspondence to:

Sergeenko Olga Mikhailovna
National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and
Traumatology,
6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia,
pavlova.neuro@mail.ru

Статья поступила в редакцию 28.02.2024

Рецензирование пройдено 10.03.2024

Подписано в печать 20.03.2024

Received 28.02.2024

Review completed 10.03.2024

Passed for printing 20.03.2024

Ольга Михайловна Сергеенко, канд. мед. наук, врач-нейрохирург, спинальный хирург отделения хирургии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0003-2905-0215, pavlova.neuro@mail.ru;

Дмитрий Михайлович Савин, канд. мед. наук, врач-нейрохирург, спинальный хирург отделения хирургии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0002-4395-2103, savindm81@mail.ru;

Алексей Владимирович Евсюков, д-р мед. наук, нейрохирург, хирург-ортопед, заведующий отделением хирургии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0001-8583-0270, alexeysukov@mail.ru;

Александр Владимирович Бурцев, канд. мед. наук, хирург-ортопед, директор, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0001-8968-6528, bav31rus@mail.ru.

Olga Mikhailovna Sergeenko, MD, PhD, neurosurgeon, spine surgeon, Division of Spinal Surgery, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0003-2905-0215, pavlova.neuro@mail.ru;

Dmitry Mikhailovich Savin, MD, PhD, neurosurgeon, spine surgeon, Division of Spinal Surgery, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0002-4395-2103, savindm81@mail.ru;

Alexey Vladimirovich Evsyukov, DMSc, neurosurgeon, orthopedic surgeon, head of Division of Spinal Surgery, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0001-8583-0270, alexeysukov@mail.ru;

Alexander Vladimirovich Burtsev, MD, PhD, orthopedic surgeon, director, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0001-8968-6528, bav31rus@mail.ru.