



# РЕТРОСПЕКТИВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ 1991 г. С ПОЗИЦИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТРАЛЬНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СКОЛИОЗА У ВЗРОСЛЫХ

**С.В. Колесов, В.С. Переверзев**

*Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии  
им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия*

Данная статья посвящена обзору диссертационной работы М.М. Усманова «Изменения межпозвонкового диска при ограниченном повреждении его элементов и имплантировании различных материалов: экспериментальное исследование», которая была защищена в 1991 г. Настоящий интерес это исследование представляет в свете разработки и развития вентральной динамической коррекции сколиоза у пациентов с завершённым и завершающимся ростом, где ключевым моментом для обеспечения оптимальных результатов является парциальная нуклеотомия. В диссертации описано экспериментально-морфологическое исследование на кроликах и убедительно доказано, что ограниченное повреждение элементов межпозвонкового диска может влиять на прочностные свойства позвоночно-двигательного сегмента. Показана прямая зависимость между морфологическим состоянием межпозвонкового диска и прочностными характеристиками сегмента позвоночника. Установлено, что изменения прочностных характеристик сегментов позвоночника зависят от характера и объёма регенерирующих тканей межпозвонкового диска. Эти данные могут подтвердить и объяснить эффективность новой концепции лечения сколиоза.

**Ключевые слова:** коррекция сколиоза; повреждение межпозвонкового диска; экспериментальное исследование.

**Для цитирования:** Колесов С.В., Переверзев В.С. Ретроспектива экспериментально-морфологического исследования 1991 г. с позиции оценки эффективности вентральной динамической коррекции сколиоза у взрослых // Хирургия позвоночника. 2025. Т. 22. № 1. С. 6–14.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.6-14>.

RETROSPECTIVE OF THE EXPERIMENTAL MORPHOLOGICAL STUDY OF 1991 FROM THE STANDPOINT  
OF EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF ANTERIOR DYNAMIC CORRECTION OF ADULT SCOLIOSIS

*S.V. Kolesov, V.S. Pereverzev*

*National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russia*

The article reviews the dissertation work of M.M. Usmanov, “Changes in the Intervertebral Disc with Limited Damage to its Elements and Implantation of Various Materials: an Experimental Study”, defended in 1991. This study is of great interest to us in the light of the development and advancement of anterior dynamic correction of scoliosis in patients with completed and close to complete growth, where we believe the partial nucleotomy to be a key moment for ensuring optimal results. The dissertation describes an experimental morphological study on rabbits and convincingly proves that limited damage to the intervertebral disc elements can affect the strength properties of the spinal motion segment. A direct correlation between the morphological state of the intervertebral disc and the strength characteristics of the spine is shown. It was established that changes in the strength characteristics of spinal segments depend on the nature and amount of regenerating tissue in the intervertebral disc. This information can confirm and explain the effectiveness of the new approach to treating scoliosis.

**Key Words:** scoliosis correction; intervertebral disc injury; experimental study.

Please cite this paper as: Kolesov SV, Pereverzev VS. Retrospective of the experimental morphological study of 1991 from the standpoint of evaluating the effectiveness of anterior dynamic correction of adult scoliosis. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2025;22(1):6–14. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.6-14>.

При хирургическом лечении идиопатического сколиоза (ИС) известен и широко применялся вентральный релиз как первый этап с последующей тракцией и дорсальной коррекцией деформации [1–4]. Целью удаления диска является повышение гибкости позвоночника и улучшение дальнейшей коррекции деформации с помощью задней жесткой фиксации [4–6]. Эффективность предшествующего переднего релиза при ИС с точки зрения лучшей коррекции деформации по сравнению с только задним доступом не была доказана, поэтому показания к комбинированному доступу все еще остаются дискуссионными. В то же время относительно недавно предложена методика вентральной динамической коррекции сколиоза VBT (vertebral body tethering), при которой используют один гибкий корд и один ряд винтов, установленные трансперипорально в тела позвонков с выпуклой стороны из переднего доступа. При таком подходе у пациентов с потенциалом роста предполагается самокоррекция деформации за счет модуляции роста с сохранением подвижности позвоночника, но в данном случае какие-либо вмешательства на межпозвонковых дисках не выполняются [7–10]. По разным данным, успешность методики достигает лишь 57–59 % [11], при этом есть сообщения о лучших результатах у пациентов с завершенным и завершающимся костным ростом – до 74 % случаев [12].

Таким образом, для взрослых предложена другая методика – ASC (Anterior scoliosis correction) [11, 13]. Суть ее заключается в следующих ключевых моментах:

1) коррекция проводится у пациентов с завершающимся или полностью завершенным ростом позвоночника;

2) коррекция проводится одномоментно без модуляции роста;

3) при коррекции используется переднебоковой доступ, в тела позвонков устанавливаются 2 корда из полиэтилентерефталата;

4) на всех уровнях фиксации выполняется парциальная дискэктомия, что позволяет существенно уве-

личить степень коррекции, деротировать позвонки и снизить количество имплант-зависимых осложнений.

Так, большинство публикаций по теме вентральной динамической коррекции сколиоза посвящены технологии VBT (Vertebral Body Tethering), которая используется у детей для модуляции роста, но сопровождается определенным количеством имплант-зависимых осложнений – разрывами корда, гипер- или гипокоррекцией [9, 11, 14–16]. Тем не менее технология, бесспорно, является революционной, так как позволяет не только исправить сколиоз, но и сохранить подвижность в оперированном сегменте, в частности при использовании ее у пациентов с завершенным и завершающимся костным ростом [11, 13].

Динамическая коррекция сколиоза у взрослых с ИС – абсолютно новое направление, эффективность и потенциал которого еще предстоит понять. R. Betz и D. Antonacchi, разработавшие методику динамической фиксации сколиоза, в противовес к используемому у растущих пациентов термину VBT предложили при применении в условиях завершенного роста называть ее Anterior Scoliosis Correction (ASC) [11, 17], в то же время публикаций, полноценно анализирующих применение данной методики у взрослых, практически нет.

В нашей стране технология ASC используется с 2019 г., и уже представлена часть результатов [13], в том числе продемонстрировавших стабильность достигнутой коррекции, малое количество осложнений и сохранение подвижности в оперированном сегменте на сроке от двух до пяти лет.

Чтобы понять, почему технология ASC обеспечивает столь стабильные результаты, планировалось провести экспериментальную работу. При анализе литературы обнаружено исследование, которое еще в 1991 г., на наш взгляд, полностью осветило этот вопрос, опередив свое время более чем на 30 лет.

В 1988 г. руководителем отделения патологии позвоночника ЦИТО

(Москва) был назначен Степан Тимофеевич Ветрилэ. Тогда же из Узбекской ССР к нему был направлен аспирант Мергияс Миркамович Усманов. Именно своему первому аспиранту профессор С.Т. Ветрилэ поручил исследование, называвшееся «Изменения межпозвонкового диска при ограниченном повреждении его элементов и имплантировании различных материалов» [18]. Работа успешно защищена в 1991 г. По материалам диссертации было опубликовано только две статьи, и она прошла как-то незаметно.

В 1991 г. имплантаты при операциях на позвоночнике использовали крайне редко. Планируя работу, С.Т. Ветрилэ преследовал другие цели: он хотел разработать метод пункционного лечения дегенеративных поражений позвоночника (по сути, предшественника эндоскопии). Выполнение фенестрации дисков пункционным способом должно было доказать, что этот метод повышает стабильность оперированного сегмента. Помимо профессора Ветрилэ и аспиранта Усманова, в работе приняли участие морфолог М.Н. Павлова и профессор Н.С. Гаврюшенко. Ретроспективное знакомство с этой диссертацией позволяет не только удивиться прозорливости этих людей, но и получить огромное удовольствие от ее высокого уровня – методологии, широты эксперимента, качества морфологических исследований и оформления.

Именно поэтому мы сочли возможным представить анализ данной диссертации в отдельной статье, применив ее результаты к технологии динамической коррекции сколиоза взрослых (ASC), когда выполняется вмешательство на межпозвонковых дисках в зоне фиксации.

Цель исследования – ретроспективный анализ экспериментально-морфологического исследования вмешательства на межпозвонковых дисках в аспекте оценки эффективности нуклеотомии при вентральной динамической коррекции сколиоза у пациентов с завершенным и завершающимся костным ростом.

## Материал и методы

Основная часть работы посвящена операциям на межпозвонковых дисках у кроликов породы шиншилла. Всего в эксперименте использованы 154 половозрелых кролика, в том числе у 135 проведены экспериментальные операции на межпозвонковых дисках поясничного отдела. С учетом особенностей процедур животных разделили на 2 большие группы:

– группа I – животные с ограниченным повреждением мягкотканного компонента диска (фиброзного кольца и пульпозного ядра), в том числе:

0 – повреждение в пределах нарушения зоны фиброзного кольца;

1 – перфорация всех слоев фиброзного кольца;

2 – перфорация фиброзного кольца с удалением пульпозного ядра;

– группа II – животные с ограниченным повреждением мягкотканного компонента и костных замыкательных пластин диска, в том числе:

3 – повреждение костных замыкательных пластин в пределах нарушенной зоны фиброзного кольца;

4 – перфорация фиброзного кольца с удалением пульпозного ядра и повреждением костно-замыкательных пластин;

5 – с замещением дефекта мягкотканного компонента диска биополимерным имплантом;

6 – с замещением дефекта мягкотканного компонента диска углеродным имплантом;

7 – с замещением дефекта мягкотканного компонента и замыкательных пластинок диска биополимерным имплантом;

8 – с замещением дефекта мягкотканного компонента и замыкательных пластинок диска углеродным имплантом.

Все операции проводили под наркозом чрезбрюшинным доступом. На каждую модификацию вмешательства приходилось по 15 животных, из них 6 подвергали исследованию прочностных свойств (по 2 кролика на каждый срок исследования). Межпозвонковые диски оставшихся девяти

кроликов изучали морфологическими методами (по 3 на каждый срок исследования).

Для выявления динамики морфологических изменений в межпозвонковых дисках и прочностных свойств позвоночных сегментов всех животных разделили на 3 группы: первая – животные, исследования у которых проведены через 14 дней; вторая – через 30 дней; третья – через 90 дней после вмешательства.

С целью установления «судьбы» имплантированных материалов межпозвонковые диски четырех кроликов подвергли морфологическому исследованию через 1,5 года.

Контрольную группу составили 15 животных, у девяти из которых позвоночные сегменты также подвергли исследованию прочностных свойств (по 3 на каждый срок).

Таким образом, всего морфологическому обследованию подвергли 182 препарата межпозвонковых дисков (91 животное), а испытанию прочностных свойств – 378 сегментов поясничного отдела позвоночника (63 животных).

Испытание подвижности проводили на универсальной испытательной машине «Zwick-1464» методом трехточечного изгиба (рис. 1).

При испытаниях использовали специальное деротационное устройство (рис. 2).

Перед испытанием на испытательном фрагменте удаляли мягкие ткани и поперечные отростки. Давление осуществлялось со скоростью 5 мм/мин (рис. 3).

Наибольший интерес для нас сегодня представляют результаты операций, проведенных без имплантации углерода и полимера.

## Результаты

Путем статистической обработки полученных в эксперименте данных было показано возрастание устойчивости к нагрузке в оперированных дисках в 2–3 раза. Чем более объемное повреждение диска проводилось, тем более устойчивым становился

диск к нагрузке. Даже простое иссечение части фиброзного кольца приводило к увеличению устойчивости диска к нагрузке. При применении имплантатов эти показатели еще больше увеличивались.

Интересно, что при повреждении фиброзного кольца дефект быстро заполнялся сначала грануляционной, затем рубцовой тканью, а гидратированная часть пульпозного ядра сохраняла свою структуру (рис. 4, 5).

Таким образом, повреждение наружной и структурной зоны фиброзного кольца не влияет на изменение гистологической структуры пульпозного ядра и тел смежных позвонков (рис. 6).

При более объемных повреждениях диска показано, что пульпозное ядро замещается зрелой фиброзной тканью с преобладанием волокнистых элементов. Граница между пульпозным ядром и фиброзным кольцом не выявляется. Частичное повреждение всех зон фиброзного кольца с экстирпацией пульпозного ядра приводит к замещению дефекта плотной рубцовой тканью. При этом целостность фиброзного кольца восстанавливается (рис. 7).

Если повреждаются костные замыкательные пластины вместе с диском, то образуются массивные костнохрящевые разрастания, что приводит к увеличению объема прилежащих к диску эпифизов тел позвонков. Появляется форма гантели: межпозвонковый диск уменьшается, что связано со склерозированием гидратированной ткани диска и фиброзированием центральной части диска с созданием малоподвижного блока между телами смежных позвонков.

Таким образом, повреждение межпозвонкового диска отражается на механических свойствах сегмента данного уровня.

В ходе работы были сделаны следующие выводы:

1) нарушение структурной организации пульпозного ядра и снижение внутридискового давления при пункционном повреждении фиброзного кольца приводят к постепенному развитию волокнистой ткани и фиброзированию пульпозного ядра;

2) при повреждении мягкотканых компонентов межпозвонкового диска, сопровождающихся дополнительным нарушением целостности костной и хрящевой ткани прилежащих позвонков, происходит регенерация ткани с формированием рубцового костно-хрящевого сращения тел смежных позвонков;

3) развивающийся при заживлении межпозвонкового диска соединительно-тканый и костно-хрящевой регенерат определяет прочностные свойства поврежденного диска и соответствующего сегмента позвоночника; прочностные свойства тканевого регенерата межпозвонкового диска возрастают пропорционально объему повреждения тканей;

4) имплантированные углеродные и полимерные имплантаты в ткани межпозвонкового диска вызывают слабую воспалительную реакцию со стороны прилежащих тканей, которая способствует регенерации поврежденных элементов диска; вокруг имплантатов развиваются клеточно-волоконистая ткань и фиброзная капсула;

5) применение имплантатов для частичного замещения дефекта тканей межпозвонкового диска способствует увеличению прочностных свойств поврежденных межпозвонковых сегментов;

6) микрохирургические операции, вызывающие ограниченное повреждение отдельных элементов межпозвонкового диска, позволяют за счет регенерирующих тканей увеличить прочность соединения тел смежных позвонков в среднем в 2–3 раза по сравнению с данными интактных сегментов и тем самым способствовать стабилизации поврежденных сегментов позвоночника.

## Обсуждение

Метод ASC подразумевает щадящий межмышечный торакотомический доступ при грудных, грудопоясничных или поясничных дугах и, в отличие от VBT, включает в себя концепцию de-tethering с использованием переднего релиза, так как применя-

ются вмешательства на комплексе передних продольных связок, кольцевой капсулы и дисков. В дополнение к коррекции деформации за счет посегментарного натяжения корда с выпуклой стороны и деротации во время операции при ASC возможно восстановить нормальный кифоз и даже сохранить сегментарные сосуды [11]. В отличие от VBT, показания к ASC более широкие, включают пациентов со зрелым скелетом и деформациями более 70° при меньшей физиологической мобильности основной дуги, поэтому вмешательство несколько более агрессивное.

В то же время спорным остается вопрос подвижности позвоночника в зоне фиксации после дискового релиза и риска развития спонтанного костного блока. Но есть единичные сообщения об удовлетворительном функциональном результате и качестве жизни у 50-летней пациентки через 7 лет после ASC [17]. Более отдаленных данных по взрослым пациентам не опубликовано, что, видимо, связано с новизной методики. При этом ASC демонстрирует как минимум эквивалентные исходы у пациентов со сформированным скелетом, по сравнению с теми, у которых

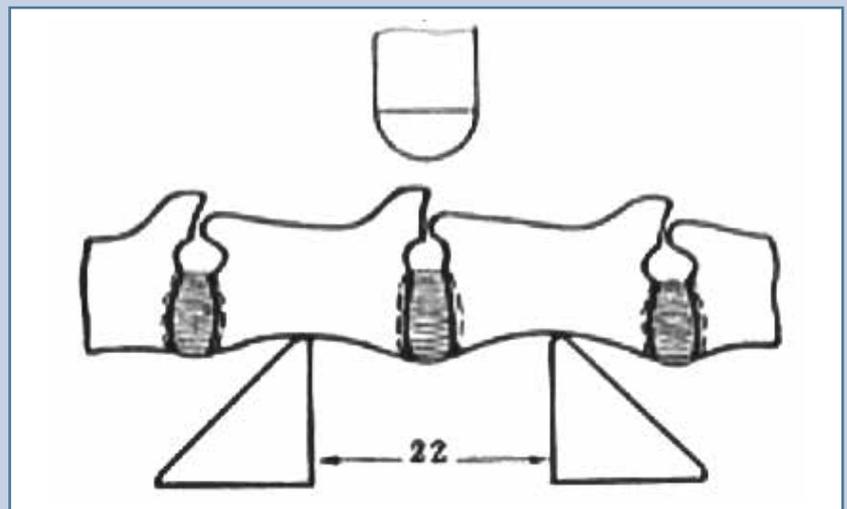


Рис. 1

Схема испытания позвоночного сегмента методом трехточечного изгиба [23]



Рис. 2

Деротирующее устройство для испытания прочности позвоночного сегмента методом трехточечного изгиба [23]

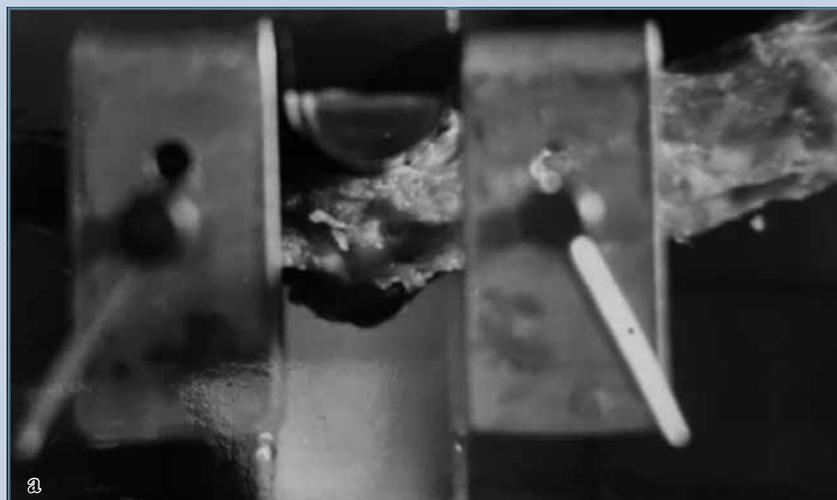
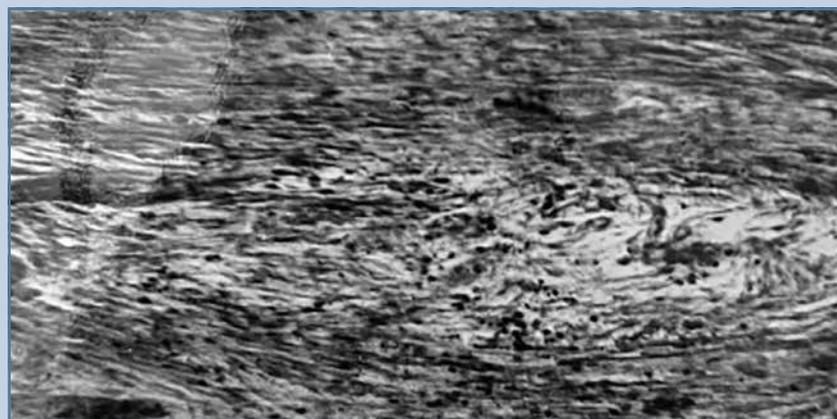
**Рис. 3**

Фото позвоночного сегмента до (а) и после (б) испытания

**Рис. 4**

Микрофото: зрелая грануляционная ткань, заполняющая дефект наружной зоны фиброзного кольца (гематоксилин-эозин)

применяется VBT. По крайней мере, данные показывают более стабильный результат и низкое количество механических осложнений у взрослых, что, скорее всего, является следствием вмешательства на дисках [12, 13, 19] и, согласно диссертации М.М. Усманова, способствует увеличению прочностных свойств поврежденных позвоночно-двигательных сегментов.

Подводя анализ представленной работы и экстраполируя ее результаты на технологию динамической коррекции позвоночника, можно сказать, что парциальная дискэктомия в технологии ASC является ключевым моментом стабильного отдаленного результата. Если использовать нуклеотомию в различных объемах, можно снизить нагрузку на корд, который всегда является слабым звеном динамической коррекции. Формирование соединительной ткани в зоне повреждения диска повышает стабильность сегмента с сохранением его некоторой мобильности, согласно проанализированной экспериментальной работе.

Чем больше повреждение диска, тем больше его отсроченная стабильность, чем меньше – тем больше мобильность.

Исследования движений позвоночных сегментов на трупном материале показали, что и ограниченная, и радикальная нуклеотомия изменяют механику диска. Эти изменения включают снижение давления, уменьшение его высоты, увеличение деформации и гибкости диска, а также увеличение выпячивания фиброзного кольца [20–24]. Ограниченная нуклеотомия здорового диска сопровождается отеком и перестройкой оставшейся ткани, что может восстановить механические функциональные возможности [20–25]. Напротив, радикальная нуклеотомия исключает перераспределение ткани, оставляя пустоту в центре диска. Продемонстрировано, что ограниченная нуклеотомия не изменила осевую жесткость сегмента при компрессии [20]. Последующая циклическая нагрузка и разгрузка позволяют диску восстановить механическое состояние до неповреж-

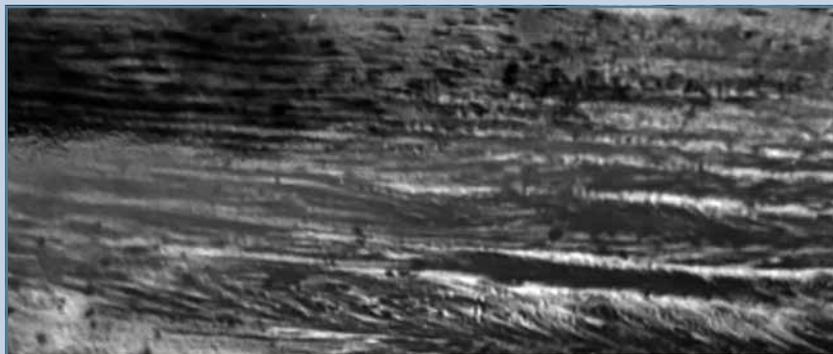


Рис. 5

Гистограмма: дефект фиброзного кольца замещен плотной рубцовой тканью, пульпозное ядро сохраняет гидратированную ткань, внутренняя зона фиброзного кольца сохраняет сосудистую структуру; срок 1 мес. (гематоксилин-эозин)

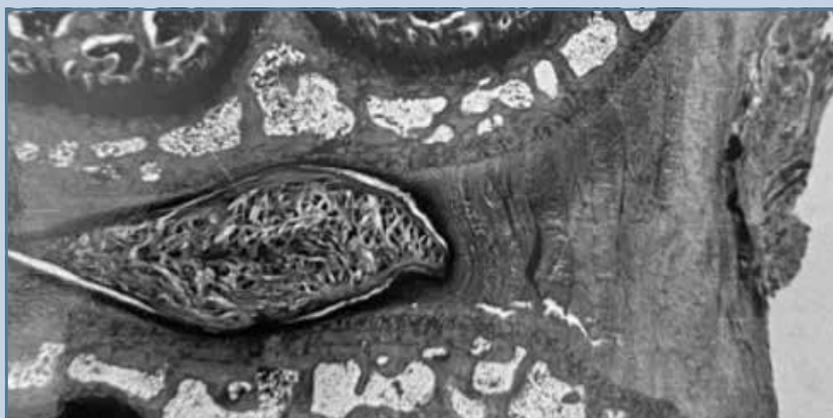


Рис. 6

Микрофото: внутренняя зона фиброзного кольца сохраняет хрящевую слоистую структуру; срок 14 дней

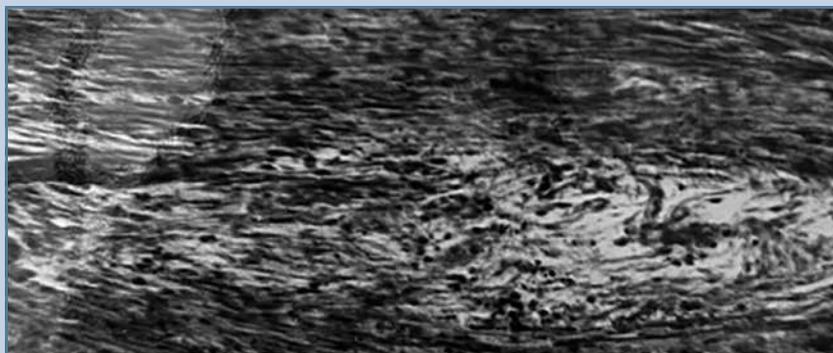


Рис. 7

Зрелая грануляционная ткань, заполняющая дефект наружной зоны фиброзного кольца (гематоксилин-эозин)

денных значений из-за отека и перераспределения оставшейся ткани пульпозного ядра. В предыдущих исследованиях высказано предположение, что увеличение деформаций диска под нагрузкой связано с количеством удаленного материала ядра [20, 21], в то время как другие показали, что уменьшение давления без большого количества удаленного пульпозного ядра оказывает минимальное влияние на выпуклость диска.

Таким образом, знание функциональной роли повреждения межпозвонкового диска имеет решающее значение для разработки и оценки стратегий ее применения при ASC, что на сегодняшний день открывает горизонты для дальнейших исследований.

Выполняя достаточно длинную по протяженности динамическую коррекцию и используя титановые винты, эластичный корд на выпуклой стороне искривления, мы можем увеличивать стабильность коррекции благодаря парциальной дискэтомии на всех ее уровнях: волокнистая соединительная ткань и рубцы в сочетании с эластичной фиксацией полиэтиленрефталатным кордом обеспечивают необходимую стабильность – и это ключевой момент оцениваемого исследования. Используя по показаниям имплантацию в диск углеродных и полимерных материалов, можно как дополнить коррекцию, так и усилить фиксацию позвоночника, но это скорее относится к объяснению эффективности разных вариантов механической передней поддержки, чем к динамической коррекции позвоночника.

Естественно, необходимы накопление и анализ клинического материала по технологии ASC. Но результаты выполненного более 30 лет назад в отделении патологии позвоночника ЦИТО исследования сегодня не только отражают биологические закономерности изменений дисков при различных вариантах их таргетного повреждения, но и позволяют объяснить эффективность технологии ASC, способствуя не только экспериментальному, но и клиническому обоснованию ее более широкого внедрения.

В ходе анализа работы по различным объемам дискэктомии в эксперименте применительно к динамической коррекции сколиоза можно сделать важный вывод, который является определяющим фактором в технологии коррекции и ее сохранении в отдаленные сроки. На этом этапе коррекции дискэктомия помогает добиться большего сближения тел позвонков в зоне корригирующего маневра. За счет этого усиливается деротирующий эффект операции – это первое. Второе – сохранение достигнутой коррекции в условиях отсутствия костного блока.

По данным эксперимента, даже иссечение только фиброзного кольца ведет к образованию рубцовой ткани в этой зоне, что увеличивает устойчивость сегмента к нагрузкам в 2–3 раза. Формирование волокнистой соединительной ткани в зоне дискэктомии приводит к увеличению прочности

сегмента и снижению нагрузки на эластичный корд, используемый для сохранения коррекции и подвижности в зоне фиксации. Таким образом, выполняя различную по объему дискэктомию, мы можем влиять на эластичность и подвижность в зоне фиксации. А волокнистая ткань держит сегмент и позволяет корду работать в более выгодных условиях, профилируя его разрыв.

### Заключение

По результатам экспериментально-морфологического исследования на кроликах убедительно показано, что ограниченное повреждение элементов межпозвонкового диска может влиять на прочностные свойства позвоночно-двигательного сегмента. Показана прямая корреляция между морфологическим состояни-

ем диска и прочностными характеристиками позвоночника. Установлено, что изменения прочностных характеристик позвоночных сегментов зависят от типа и количества регенерирующей ткани в межпозвонковом диске. Эта информация может подтвердить и объяснить успешность применения нуклеотомии при вентральной динамической коррекции сколиоза, что позволит обеспечить стабильные отдаленные результаты.

*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. Arlet V, Jiang L, Ouellet J. Is there a need for anterior release for 70–90 degrees masculine thoracic curves in adolescent scoliosis? Eur Spine J. 2004;13:740–745. DOI: 10.1007/s00586-004-0729-x
2. Luhmann SJ, Lenke LG, Kim YJ, Bridwell KH, Schootman M. Thoracic adolescent idiopathic scoliosis curves between 70 degrees and 100 degrees: is anterior release necessary? Spine. 2005;30:2061–2067. DOI: 10.1097/01.brs.0000179299.78791.96
3. Lonner BS, Haber L, Toombs C, Parent S, Shah SA, Lenke L, Sucato D, Clements D, Newton PO. Is anterior release obsolete or does it play a role in contemporary adolescent idiopathic scoliosis surgery? A matched pair analysis. J Pediatr Orthop. 2020;40:e161–e165. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001433
4. Shi Z, Chen J, Wang C, Li M, Li Q, Zhang Y, Li C, Qiao Y, Kaijin G, Xiangyang C, Ran B. Comparison of thoracoscopic anterior release combined with posterior spinal fusion versus posterior-only approach with an all-pedicle screw construct in the treatment of rigid thoracic adolescent idiopathic scoliosis. J Spinal Disord Tech. 2015;28:E454–E459. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3182a2658a
5. Ruf M, Letko L, Matis N, Merk HR, Harms J. Effect of anterior mobilization and shortening in the correction of rigid idiopathic thoracic scoliosis. Spine. 2013;38:E1662–E1668. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000030
6. Newton PO, Wenger DR, Mubarak SJ, Meyer RS. Anterior release and fusion in pediatric spinal deformity. A comparison of early outcome and cost of thoracoscopic and open thoracotomy approaches. Spine. 1997;22:1398–1406. DOI: 10.1097/00007632-199706150-00020
7. Baroncini A, Rodriguez L, Verma K, Trobisch PD. Feasibility of single-staged bilateral anterior scoliosis correction in growing patients. Global Spine J. 2021;11:76–80. DOI: 10.1177/2192568219892904
8. Miyajiri F, Pawelek J, Nasto LA, Rushton P, Simmonds A, Parent S. Safety and efficacy of anterior vertebral body tethering in the treatment of idiopathic scoliosis. Bone Joint J. 2020;102-B:1703–1708. DOI: 10.1302/0301-620X.102B12.BJJ-2020-0426.R1
9. Baroncini A, Trobisch PD, Migliorini F. Learning curve for vertebral body tethering: analysis on 90 consecutive patients. Spine Deform. 2021;6:141–147. DOI: 10.1007/s43390-020-00191-5
10. Newton PO, Kluck DG, Saito W, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP. Anterior spinal growth tethering for skeletally immature patients with scoliosis: A retrospective look two to four years postoperatively. J Bone Joint Surg Am. 2018;100:1691–1697. DOI: 10.2106/JBJS.18.00287
11. Antonacci C, Antonacci MD, Bassett WP, Cuddihy LA, Haas AR, Cerrone JL, Haason DS, Bets RR. Treatment of mature/maturing patients with adolescent idiopathic scoliosis (Sanders ≥ 5) using a unique anterior scoliosis correction technique. Med Res Arch. 2022;9(12). DOI: 10.18103/mra.v9i12.2632
12. Hoernschemeyer DG, Boeyer ME, Robertson ME, Loftis CM, Worley JR, Tweedy NM, Gupta SU, Duren DL, Holzhauser CM, Ramachandran VM. Anterior vertebral body tethering for adolescent scoliosis with growth remaining: a retrospective review of 2 to 5-year postoperative results. J Bone Joint Surg Am. 2020;102:1169–1176. DOI: 10.2106/JBJS.19.00980
13. Колесов С.В., Переверзев В.С., Казьмин А.И., Морозова Н.С., Швец В.В., Распопов М.С., Багиров С.Б. Можно ли считать вентральную динамическую коррекцию новым стандартом хирургического лечения идиопатического сколиоза у пациентов с завершённым и завершающимся ростом? Ретроспективный монокентровой анализ отдалённых результатов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 2. С. 147–157. [Kolesov SV, Pereverzev VS, Kazmin AI, Morozova NS, Shvec VV, Raspopov MS, Bagirov SB. Can anterior dynamic correction be considered a new standard of surgical treatment of idiopathic scoliosis in patients with completed and terminating growth? Retrospective single-center analysis of long-term results. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2024;31(2):147–157]. DOI: 10.17816/vto617680

14. **Zhang H, Fan Y, Ni S, Pi G.** The preliminary outcomes of vertebral body tethering in treating adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Spine Deform.* 2022;10:1233–1243. DOI: 10.1007/s43390-022-00546-0
15. **Baroncini A, Trobisch PD, Birkenmaier C, Da Paz S, Migliorini F.** Radiographic results after vertebral body tethering. *Z Orthop Unfall.* 2022;160:387–392. DOI: 10.1055/a-1387-8334
16. **Ergene G.** Early-term postoperative thoracic outcomes of videothoroscopic vertebral body tethering surgery. *Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg.* 2019;27:526–531. DOI: 10.5606/tgkdc.dergisi.2019.17889
17. **Antonacci M, Yung A, Antonacci C, Cuddihy L, Betz R.** Treatment for an adult patient with slowly progressive idiopathic scoliosis using a unique anterior scoliosis correction technique: a case report. *Med Res Arch.* 2022;10(12). DOI: 10.18103/mra.v10i12.3345
18. **Усманов М.М.** Изменения межпозвоночного диска при ограниченном повреждении его элементов и имплантировании различных материалов: экспериментальное исследование. дис. ... канд. мед. наук. М., 1991. 164 с. [Usmanov MM. Changes in the intervertebral disc with limited damage to its elements and implantation of various materials (experimental study): MD/PhD Thesis. Moscow, 1991. 164 p.]
19. **Колесов С.В., Переверзев В.С., Пантелеев А.А., Швеиц В.В., Горбатюк Д.С.** Первый опыт вентральной динамической коррекции сколиозов у подростков с законченным ростом и взрослых: хирургическая техника и ближайшие результаты. *Хирургия позвоночника.* 2021. Т. 18, № 3. С. 19–29. [Kolesov SV, PerEVERZEV VS, Panteleyev AA, Shvets VV, Gorbatiuk DS. The first experience of anterior dynamic correction of scoliosis in adolescents with complete growth and adults: surgical technique and immediate results. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2021;18(3):19-29]. DOI: 10.14531/ss2021.3.19-29
20. **Brinckmann P, Grootenboer H.** Change of disc height, radial disc bulge, and intradiscal pressure from discectomy. An in vitro investigation on human lumbar discs. *Spine.* 1991;16:641–646. DOI: 10.1097/00007632-199106000-00008
21. **Goel VK, Nishiyama K, Weinstein JN, Liu YK.** Mechanical properties of lumbar spinal motion segments as affected by partial disc removal. *Spine.* 1986;11:1008–1012. DOI: 10.1097/00007632-198612000-00007
22. **Ishihara H, Tsuji H, Hirano N, Ohshirna H, Terahata N.** Biorheological responses of the intact and nucleotomized intervertebral discs to compressive, tensile, and vibratory stresses. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1993;8:250–254. DOI: 10.1016/0268-0033(93)90034-F
23. **Seroussi RE, Krag MH, Muller DL, Pope MH.** Internal deformations of intact and denucleated human lumbar discs subjected to compression, flexion, and extension loads. *J Orthop Res.* 1989;7:122–131. DOI: 10.1002/jor.1100070117
24. **Shea M, Takeuchi TY, Wittenberg RH, White AA 3rd, Hayes WC.** A comparison of the effects of automated percutaneous discectomy and conventional discectomy on intradiscal pressure, disk geometry, and stiffness. *J Spinal Disord.* 1994;7:317–325.
25. **Vresilovic EJ, Johannessen W, Elliott DM.** Disc mechanics with trans-endplate partial nucleotomy are not fully restored following cyclic compressive loading and unloading recovery. *J Biomech Eng.* 2006;128:823–829. DOI: 10.1115/1.2354210

**Адрес для переписки:**

Переверзев Владимир Сергеевич  
127299, Россия, Москва, ул. Приорова, 10,  
Национальный медицинский исследовательский центр  
травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова,  
vcperEVERZ@gmail.com

**Address correspondence to:**

Pereverzev Vladimir Sergeevich  
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics  
n.a. N.N. Priorov,  
10 Priorova str, Moscow, 127299, Russia,  
vcperEVERZ@gmail.com

*Статья поступила в редакцию 29.01.2025*

*Рецензирование пройдено 03.03.2025*

*Подписано в печать 10.03.2025*

*Received 29.01.2025*

*Review completed 03.03.2025*

*Passed for printing 10.03.2025*

*Сергей Васильевич Колесов, д-р мед. наук, врач-травматолог-ортопед, заведующий отделением патологии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0002-4252-1854, dr-kolesov@yandex.ru;*

*Владимир Сергеевич Переверзев, канд. мед. наук, врач отделения патологии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0002-6895-8288, vcperEVERZ@gmail.com.*

*Sergey Vasilyevich Kolesov, DMSc, traumatologist-orthopedist, Head of the Spine Pathology Department, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, 10 Priorova str, Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0002-4252-1854, dr-kolesov@yandex.ru.*

*Vladimir Sergeevich Pereverzev, MD, PhD, surgeon, Spine Pathology Department, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, 10 Priorova str, Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0002-6895-8288, vcperEVERZ@gmail.com.*

**Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.А. Цивьяна  
проводит индивидуальное тематическое обучение на рабочем месте  
в виде краткосрочных курсов повышения квалификации  
по следующим циклам:**

1. Эндопротезирование и эндоскопическая хирургия суставов конечностей (80 ч).
2. Современная диагностика, консервативное и хирургическое лечение деформаций позвоночника детского возраста (144 ч).
3. Хирургия заболеваний и повреждений позвоночника (144 ч).
4. Дегенеративные заболевания позвоночника (80 ч).
5. Артроскопия плечевого сустава (80 ч).

**Занятия проводятся по мере поступления заявок.  
После прохождения курсов выдается свидетельство о повышении квалификации.**

**E-mail: [niito@niito.ru](mailto:niito@niito.ru)**

**Тел.: 8 (383) 363-39-81**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Новосибирский научно-исследовательский институт  
травматологии и ортопедии им. Я.А. Цивьяна»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

### **Объявляет конкурсный прием**

**в ординатуру по специальностям «травматология и ортопедия», «нейрохирургия»,  
«анестезиология-реаниматология» и в аспирантуру по направлению «Клиническая  
медицина» по специальностям «травматология и ортопедия», «нейрохирургия»,  
«анестезиология-реаниматология»**

**Контактная информация: [niito@niito.ru](mailto:niito@niito.ru)  
Тел.: 8 (383) 363-39-81**