

© Группа авторов, 2008

Электронеуromиографические признаки восстановления функции мышц нижних конечностей в процессе лечения больных со спондилолистезом позвонка L_{IV} методом чрескожного межтелового спондилодеза

А.П. Шеин, А.А. Скрипников, Г.А. Криворучко, С.В. Люлин, К.В. Колчанов

The electroneuromyographic signs of recovering the function of lower limb muscles in the process of L_{IV} vertebra spondylolisthesis by the technique of transcutaneous interbody spondylodesis

A.P. Shein, A.A. Skripnikov, G.A. Krivorouchko, S.V. Liulin, K.V. Kolchanov

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

С целью нейрофизиологической объективизации сенсомоторного дефицита в системе нижних конечностей у больных со спондилолистезом позвонка L_{IV}, а также анализа глубины и направленности изменений ЭМГ-характеристик, индуцированных оперативным лечением по методике чрескожного межтелового спондилодеза, проанализированы данные 8 пациентов до, в процессе и по завершении лечения. Установлено, что при указанном заболевании позвоночника наиболее выраженные ЭМГ-признаки сенсомоторного дефицита наблюдаются в дистальных сегментах нижних конечностей. На момент завершения курса лечения отмечены признаки дестабилизации функционального состояния нейромоторного аппарата нижних конечностей, являющиеся следовой реакцией на корригирующее оперативное вмешательство и пролонгированный послеоперационный дефицит функциональной нагрузки. Спустя 6-24 месяца после лечения выявлена отчетливая тенденция к нормализации показателей глобальной и стимуляционной ЭМГ с превышением дооперационного уровня и в ряде случаев достижением контрольных (здоровые испытуемые) величин.

Ключевые слова: спондилолистез, сенсомоторный дефицит, чрескожный межтеловой спондилодез, электронеуromиография.

The data of 8 patients before treatment, in its process and after its completion have been analyzed with the purpose of neurophysiological objectification of the sensomotor deficit in the lower limb system of patients with L_{IV} vertebra spondylolisthesis as well as with that of analyzing the depth and directionality of the changes in EMG-characteristics, induced by surgical treatment according to the technique of transcutaneous interbody spondylodesis. It has been established that the most marked EMG-signs of the sensomotor deficit for the spine disease mentioned are observed in the distal segments of lower limbs. By the moment of treatment course completion the destabilization signs of the functional status of the lower limb neuromotor system are noted, which represent a consequent reaction to correcting surgical intervention and prolonged postoperative deficit of functional loading. 6-24 months later the well-defined tendency towards normalization of global and stimulation EMG measurements has been determined with the exceeding of preoperative values and, in some cases, with the achievement of control (the normal patients examined) values.

Keywords: spondylolisthesis, sensomotor deficit, transcutaneous interbody spondylodesis, electroneuromyography.

Проблемы хирургического лечения спондилолистеза, несмотря на многообразие существующих методов, остаются актуальными. Наиболее частой локализацией спондилолистеза является поясничный отдел позвоночника. Основной целью оперативного лечения спондилолистеза указанной локализации является устранение болевого синдрома, связанного с компрессией и ишемией спинномозговых корешков, восстановление анатомо-биомеханических взаимоотношений и стабилизация пояснично-крестцового отдела позвоночника. Недостаточная эффективность существующих методов лечения больных с указанной патологией позвоночника является фактором, стимулирующим

разработку и совершенствование новых хирургических технологий. К числу организаций, ведущих многолетние разноплановые исследования в указанном направлении, относится и РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова [2, 3, 4]. В частности, одной из последних разработок Центра является способ чрескожного эндоскопически ассистируемого межтелового спондилодеза [6], применяемый с использованием набора инструментов оригинальной конструкции [7] и позволяющий (по клиническим критериям) существенно повысить эффективность проводимого оперативного вмешательства за счет снижения его травматичности и сокращения продолжительности операции.

Цель настоящего исследования состояла в нейрофизиологической объективизации развившегося в результате заболевания сенсомоторного дефицита в системе нижних конечностей у больных со спондилолистезом позвонка

L_{IV}, а также в анализе глубины и направленности изменений ЭМГ-характеристик тестируемых мышц, индуцированных факторами оперативного лечения с использованием технологии чрескожного межтелового спондилодеза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методами глобальной и стимуляционной (М-ответы, Н-рефлексы) электронейромиографии обследовано 8 больных (1 – мужского и 7 – женского пола) в возрасте от 13 до 77 лет (средний возраст – 48,6±6,8 лет), поступивших на лечение в отделение вертебрологии и нейрохирургии РНЦ «ВТО» по поводу дегенеративного антелистеа L_{IV} позвонка – 2 человека, спондилолистеза L_{IV} позвонка – 4 пациента, дегенеративного ретролистеза L_{IV} позвонка – 2 больных. Все пациенты имели вторую степень смещения позвонка. При поступлении предъявляли жалобы на боли в поясничном отделе позвоночника ноющего характера, усиливающиеся при физической нагрузке с иррадиацией в нижние конечности. В процессе лечения всем больным была произведена операция чрескожного межтелового эндоскопически ассистированного спондилодеза (в 7 случаях L_{IV-V} позвонков, в одном – L_{III-IV}) имплантатом из пористого никелида титана. В двух случаях потребовалось также произвести операцию эндоскопической нуклеотомии соответствующего межпозвонкового диска. У 6 пациентов для коррекции и стабилизации пораженного сегмента дополнительно осуществлялся закрытый остеосинтез поясничного отдела позвоночника аппаратом наружной транспедикулярной фиксации. Средний срок пребывания пациента в стационаре составил 88,9±8,4 дней (минимальный срок – 54, максимальный – 119 дней).

Глобальная ЭМГ регистрировалась в условиях выполнения пациентами пробы «макси-

мальное произвольное напряжение». Объекты ЭМГ-тестирования: m. tibialis anterior, m. gastrocnemius (c.l.), m. rectus femoris, m. biceps femoris; тип отведения – биполярный (диаметр электрода – 8 мм, межэлектродное расстояние – 10 мм). Анализируемые показатели: средняя амплитуда (СА), вычисляемая по программе «MVA-test», а также частота следования колебаний (ЧСК). М-ответы регистрировались в отведениях от m. tibialis anterior, m. gastrocnemius (c.l.), m. rectus femoris, m. soleus, m. extensor digitorum brevis, m. flexor digitorum brevis, максимальные Н-рефлексы (H_{max}) – в отведениях от m. gastrocnemius (c.l.) и m. soleus; способ отведения – униполярный («belly tendon»); анализируемый показатель – амплитуда «от пика до пика» (соответственно А-МО и А-H_{max}). Используемое оборудование – цифровая ЭМГ-система Viking-IV («Nicolet», США). Больные обследовались до операции (n₁=8), перед выпиской из отделения (n₂=7) и в контрольные сроки – от 6 месяцев до 2 лет с момента выписки из стационара (n₃=5). В качестве контроля (N) использованы данные 32 здоровых лиц, сопоставимых по возрасту, полу с исследуемой выборкой больных. Для оценки достоверности изменения анализируемых ЭМГ-характеристик использовался пакет непараметрических методов статистики «MegaStat for Excel» с привлечением критериев рандомизации компонент для связанных, а также для независимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе предварительного анализа результатов дооперационных исследований было установлено отсутствие асимметрии между соответствующими показателями одноименных мышц левой и правой нижних конечностей, что позволило в дальнейшем проводить статистическую обработку имеющегося материала на основе объединенной выборки данных (левая+правая конечности).

Установлено, что в большинстве отведений отмечалось умеренное снижение СА ЭМГ, выраженное примерно в равной степени (табл. 1). В частности, СА в отведении от m. rectus femoris была снижена относительно контрольных (здоровые испытуемые) величин (N=0,41±0,04 мВ)

на 34,1 %, при этом абсолютное значение СА в указанном отведении составило 0,27±0,03 мВ. Анализируемый показатель в отведении от m. gastrocnemius (c.l.) был зарегистрирован на уровне 0,26±0,03 мВ (снижение составило 35,0 %) при контрольном значении – 0,40±0,05 мВ. Максимальный же моторный дефицит был выявлен в отношении m. biceps femoris. В отведении от данной мышцы СА ЭМГ была снижена на 40,3 % (абсолютное значение 0,37±0,05 мВ при N в 0,62±0,08 мВ). Минимально измененными оказались показатели ЭМГ m. tibialis anterior, СА которой была ниже контрольных величин в среднем лишь на 4,6 % (0,62±0,06 мВ при N = 0,65±0,03 мВ).

Таблица 1

Характеристики суммарной ЭМГ мышц нижних конечностей у больных со спондилолистезом L_{IV} позвонка (M±m)

Мышца	СА-ЭМГ (мВ)			ЧСК-ЭМГ (кол./с)		
	До лечения	Окончание лечения	6-24 месяца после лечения	До лечения	Окончание лечения	6-24 месяца после лечения
m. tibialis anterior	0,62±0,06	0,49±0,06	0,65±0,09	280,0±9,4	282,1±13,1	334,4*±12,7
m. rectus femoris	0,27±0,03	0,18*±0,02	0,35±0,06	188,8±11,0	200,8±13,6	256,0*±24,6
m. gastrocnemius (с.л.)	0,26±0,03	0,24±0,04	0,23±0,05	266,9±13,0	295,7±14,8	266,7±23,2
m. biceps femoris	0,37±0,05	0,27±0,03	0,40±0,06	199,4±14,2	220,7±13,0	230,0±19,4

Примечание: * - значения показателей, статистически значимо (P<0,05) отличающиеся от дооперационных величин.

ЧСК ЭМГ до операции в отведении от m. gastrocnemius (с.л.) была в пределах нормы – 266,9±13,0 кол./с (N = 268,0±21,7 кол./с). В остальных отведениях величина показателя оказалась несколько ниже контрольных (N) величин. В частности, в отведении от m. tibialis anterior – на 8,0 % (280,0±9,4 кол./с при N = 304,3±14,2 кол./с), m. rectus femoris – на 20,8 % (188,8±11,0 кол./с при N = 238,3±17,9 кол./с), m. biceps femoris – на 20,2 % (199,4±14,2 кол./с, N = 250,0±18,4 кол./с).

К моменту окончания лечения выявлено, что в большинстве тестируемых отведений СА ЭМГ характеризовалась некоторым снижением (степень – от незначительной до умеренной) значений относительно исходных величин, что связывается с развитием стресс-реакции в ответ на альтерирующие факторы оперативного вмешательства. Наименее значительное снижение СА (на 7,7 % от дооперационной величины) отмечено в отведении от m. gastrocnemius (с.л.). В указанный срок СА в данном отведении составила в среднем 0,24±0,04 мВ. В остальных же отведениях зарегистрировано более значительное снижение СА: в отведении от m. tibialis anterior – на 21,0 % (0,49±0,06 мВ; P>0,05), m. rectus femoris – на 33,3 % (0,18±0,02 мВ; P<0,05), m. biceps femoris – на 27,0 % (0,27±0,03 мВ; P>0,05).

На момент выписки из стационара отмечено, что во всех тестируемых отведениях значения ЧСК незначительно возросли. Так, ЧСК ЭМГ m. tibialis anterior увеличилась в среднем на 0,8 % (282,1±13,1 кол./с), m. rectus femoris – на 6,4 % (200,8±13,6 кол./с), m. gastrocnemius (с.л.) – на 10,8 % (295,7±14,8 кол./с), а m. biceps femoris – на 10,7 % (220,7±13,0 кол./с).

В контрольные сроки (спустя 6-24 месяца после завершения лечения) в большинстве тестируемых отведений был отмечен возврат к дооперационным величинам (в ряде случаев – с их превышением). В частности, уровня контрольной (N) величины достигла СА ЭМГ m. tibialis anterior (0,65±0,09 мВ), что на 4,8 % выше дооперационного значения. На 29,6 % (до 0,35±0,06 мВ) возросла СА ЭМГ m. rectus femoris и на 8,1 % (0,40±0,06 мВ) возросла СА ЭМГ m. biceps femoris. Исключение составила лишь m. gastrocnemius (с.л.), соответствующий показатель которой не претерпел в указанные сроки существенных изме-

нений (0,23±0,05 мВ).

Показано также, что спустя 6-24 месяца после завершения лечения ЧСК ЭМГ в трех отведениях от тестируемых мышц возросла. В частности, ЧСК ЭМГ m. tibialis anterior достигла 334,4±12,7 кол./с, достоверно (p<0,05) увеличившись на 19,4 % относительно дооперационного уровня, а m. rectus femoris – 256,0±24,6 кол./с (на 35,6 %; P<0,05). В итоге, в двух последних случаях средние значения ЧСК ЭМГ вышли на уровень контрольных величин (N). ЧСК ЭМГ в отведении от m. biceps femoris также максимально приблизилась к норме, увеличившись на 15,3 % (до 230,0±19,4 кол./с). Лишь в отведении от m. gastrocnemius (с.л.), вслед за послеоперационным повышением, указанный показатель снизился до исходного уровня (266,7±23,2 кол./с), соответствующего контрольному (N).

Данные, касающиеся динамики показателей суммарной ЭМГ, позволяют констатировать тот факт, что непосредственно после операции у рассматриваемой категории больных происходит временная дестабилизация системы регуляции произвольного напряжения мышц нижних конечностей, что сопровождается некоторым снижением СА и увеличением ЧСК суммарной ЭМГ. В целом, полученные данные свидетельствуют об умеренно выраженном снижении (по сравнению с дооперационным уровнем) способности пациентов к развитию максимального произвольного напряжения тестируемых мышц и их слабо выраженной гипотрофии гиподинамического генеза, проявляющейся в увеличении плотности мышечных волокон под отводящим электродом (по критерию возрастания ЧСК ЭМГ). Впоследствии, по прошествии 6-24 месяцев после лечения, имеет место приближение анализируемых показателей суммарной ЭМГ к контрольным (здоровые испытуемые) величинам, что свидетельствует о преимущественно дисфункциональном характере выявленных изменений.

В качестве основного показателя, характеризующего степень периферических (денервационно-реиннервационных) изменений в мышцах, является амплитуда М-ответа [5] (А-МО). Снижение А-МО наблюдалось в диапазоне от легкой до умеренной степени выраженности (табл. 2).

Таблица 2

Амплитуда М-ответов и Н-рефлексов мышц нижних конечностей у больных со спондилолистезом L_{IV} позвонка (M±m)

Мышца	А-МО (мВ)			А-Н _{max} (мВ)		
	До лечения	Окончание лечения	6-24 месяцев после лечения	До лечения	Окончание лечения	6-24 месяцев после лечения
m. tibialis anterior	7,35±0,40	8,09±0,80	7,73±0,75	—	—	—
m. extensor dig.br.	8,35±1,64	7,24±1,46	7,10±0,33	—	—	—
m. rectus femoris	16,76±0,99	14,76±1,00	17,79±2,05	—	—	—
m. gastrocnemius (с.л.)	23,19±2,48	21,94±2,43	29,45±3,46	3,60±0,98	3,58±0,69	4,93±1,60
m. soleus	23,10±2,49	20,72*±2,36	26,02±3,85	5,38±1,38	4,58±0,99	5,95±1,70
m. flexor dig.br.	12,00±2,20	11,98±2,12	13,12±1,74	—	—	—

Примечание: обозначения те же, что и для табл. 1.

Выявлено, что до оперативного вмешательства максимально (на 33,8 %) были снижены значения А-МО в отведении от m. flexor dig. br. Абсолютная величина А-МО в данном отведении составила в среднем 12,00±2,20 мВ (при N=18,13±0,67 мВ). В остальных отведениях А-МО оказалась снижена по сравнению с контрольными величинами в меньшей степени: m. extensor dig. br. – на 21,1 % (8,35±1,64 мВ; N = 10,58±0,40 мВ), m. rectus femoris – 20,6 % (16,76±0,99 мВ; N = 21,10±0,44 мВ), m. gastrocnemius (с.л.) – на 26,3 % (23,19±2,48 мВ; N = 31,46±0,46 мВ). Минимальный дефицит иннервации (снижение А-МО на 13,0 %) был зарегистрирован в отведении от m. soleus, где А-МО составила 23,10±2,49 мВ (N = 26,56±0,56 мВ), а также от m. tibialis anterior, амплитуда М-ответа которой незначительно отличалась от контрольных величин – всего на 6,4 % (7,35±0,40 мВ; N = 7,85±0,17 мВ).

К моменту завершения лечения больных отмечалось некоторое снижение А-МО относительно дооперационного уровня. В частности, в отведении от m. extensor dig. br. величина этого снижения достигла 13,3 % (7,24±1,46 мВ), m. rectus femoris – 11,9 % (14,76±1,00 мВ), m. gastrocnemius (с.л.) – 5,4 % (21,94±2,43 мВ), m. soleus – 10,3 % (20,72±2,36 мВ; P<0,05). В то же время А-МО в отведении от m. flexor dig. br. осталась на исходном уровне, составив 11,98±2,12 мВ, а от m. tibialis anterior – даже несколько возросла (на 10,1 %), составив в среднем 8,09±0,80 мВ.

Отмечено, что спустя 6-24 месяца после завершения лечения в четырех из шести рассматриваемых отведениях значения А-МО имели тенденцию к возрастанию относительно ближайшего послеоперационного периода. Исключение составили лишь показатели m. tibialis anterior и m. extensor dig. br., незначительно снизившиеся в этот срок, причем в отведении от m. tibialis anterior значения в итоге оказались в среднем выше на 5,2 % дооперационных значений, а А-МО m. extensor dig. br. – ниже на 15,0 % (7,73±0,75 мВ и 7,10±0,33 мВ соответственно). Среди отведений, характеризующихся положительной динамикой А-МО, следует отметить m. soleus, где А-МО, увеличившись на 12,6 % относительно дооперационного уровня, достигла кон-

трольных величин (N), составив 26,02±3,85 мВ. В отведении от m. gastrocnemius (с.л.) А-МО возросла на 27,0 %, составив при этом в среднем 29,45±3,46 мВ. В период проведения контрольных обследований положительной динамикой А-МО характеризовались также отведения от m. flexor dig. br., где среднее значение показателя превысило исходный уровень на 9,3 % (13,12±1,74 мВ), и от m. rectus femoris, А-МО которой стала выше дооперационных величин на 6,1 % (17,79±2,05 мВ).

Результаты анализа динамики А-МО в целом коррелируют с информацией, полученной при рассмотрении характеристик суммарной ЭМГ и наряду с ними также свидетельствуют о наличии временной дестабилизации функционального состояния периферических структур нейромоторного аппарата, связанной с оперативным вмешательством на позвоночнике и достаточно продолжительным периодом ограничения общего двигательного режима пациентов (гиподинамическим синдромом).

Степень вовлечения афферентных структур в реакцию на операционную травму и последующую функциональную разгрузку можно также проследить по изменению амплитуды максимального Н-рефлекса (А-Н_{max}). Выявлено, что до оперативного вмешательства во всех тестируемых отведениях (m. gastrocnemius (с.л.), m. soleus слева и справа) среднее значение А-Н_{max} было значительно ниже (табл. 2) контрольных величин (здоровые испытуемые). В частности, А-Н_{max} m. gastrocnemius (с.л.) составила 3,60±0,98 мВ, что ниже N (7,24±0,41 мВ) на 50,3 %, а в отведении от m. soleus – на 44,3 % (5,38±1,38 мВ; N = 9,66±0,53 мВ). Анализ соотношения амплитуды максимального Н-рефлекса к амплитуде М-ответа (Н/М), дающий представление о том, какую часть общего мотонейронного пула составляют мотонейроны, возбуждающиеся под воздействием ИА-афферентной стимуляции, выявил, что уровень данного соотношения во всех случаях был существенно ниже контрольных величин. В частности, средняя величина соотношения Н/М, выраженного в процентах от амплитуды М-ответа, в отведении от m. gastrocnemius (с.л.) составила 15,5 % (при N = 23,0 %), а от m. soleus – 23,3 % (N = 36,4 %).

К моменту завершения лечения динамика

$A-H_{max}$ m. soleus воспроизвела динамику $A-MO$, при этом наблюдалось снижение как абсолютных, так и относительных величин $A-H_{max}$. В частности, $A-H_{max}$ в указанном отведении снизилась на 14,9 %, составив $4,58 \pm 0,99$ мВ ($H/M = 22,1$ %). Соответствующий показатель в отведении от m. gastrocnemius после операции остался на прежнем уровне, составив $3,58 \pm 0,69$ мВ, а соотношение H/M увеличилось до 16,3 %.

Спустя 6-24 месяца после лечения во всех отведениях наблюдалось возрастание $A-H_{max}$, а также несколько увеличилось H/M относительно предшествующих (момент завершения лечения больного в стационаре) величин. В указанные сроки динамика $A-H_{max}$ была аналогична изменениям $A-MO$. В частности, прирост $A-H_{max}$ относительно дооперационных величин в отведении от m. gastrocnemius (с.1.) составил 36,9 % и достиг в среднем $4,93 \pm 1,60$ мВ при соотношении H/M –

16,7 %. Анализ рефлекторной активности m. soleus выявил итоговый прирост $A-H_{max}$ на 10,6 % до значения $5,95 \pm 1,70$ мВ (соотношение $H/M = 22,9$ %). Необходимо отметить, что, несмотря на итоговый прирост абсолютных и относительных величин Н-рефлексов, ни те ни другие не достигли контрольных (N) величин. Этот факт является дополнительным подтверждением большей чувствительности к компрессии и ишемии сенсорных волокон по сравнению с моторными.

Полученные данные согласуются с представленными в литературе данными, свидетельствующим о том, что при спондилолистезе L_{IV} позвонка развивается стойкое нарушение рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов, характеризующее лишь частичной обратимостью под влиянием оперативного лечения [1] и сохраняющееся на неопределенно долгое время в послеоперационном периоде.

ВЫВОДЫ

1. При спондилолистезе позвонка L_{IV} наблюдается выраженный сенсомоторный дефицит в системе нижних конечностей, причем наиболее значимые амиотрофии, выраженные в грубом снижении амплитуд М-ответов, локализованы в дистальных сегментах нижних конечностей.

2. На момент завершения курса лечения зафиксированы ЭМГ-признаки дестабилизации функционального состояния сенсомоторного аппарата нижних конечностей, являющиеся следовой реакцией на корригирующее оперативное вмешательство и пролонгированный послеоперационный дефицит функциональной нагрузки.

3. Спустя 6-24 месяца после лечения выявлена отчетливая тенденция к увеличению средней амплитуды и частоты следования колебаний суммарной ЭМГ, а также амплитуд М-ответов и Н-рефлексов с превышением дооперационных величин и в ряде случаев достижением контрольных (здоровые испытуемые) значений анализируемых показателей.

4. Результаты комплексного ЭМГ-тестирования нейросенсорных структур нижних конечностей свидетельствуют о низкой травматичности метода чрескожного эндоскопически ассистированного межтелового спондилодеза, использованного при оперативном лечении больных со спондилолистезом L_{IV} позвонка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Команцев, В. Н. Методические основы клинической электромиографии : рук. для врачей / В. Н. Команцев, В. А. Заболотных. – СПб. : Лань, 2001. – 349 с.
2. Лечение спондилолистеза с применением аппарата наружной транспедикулярной фиксации позвоночника / В. И. Шевцов [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 3. – С. 97-100.
3. Худяев, А. Т. Метод чрескожной эндоскопической дискэктомии при лечении больных с дегенеративно-дистрофическими поражениями поясничного отдела позвоночника / А. Т. Худяев, С. В. Люлин, Е. Н. Щурова // Хирургия позвоночника. – 2006. – № 2. – С. 16-21.
4. Худяев, А. Т. Опыт применения аппарата наружной фиксации при лечении больных с осложненным спондилолистезом / А. Т. Худяев, О. Г. Марасов // Гений ортопедии. – 1996. – № 2-3. – С. 118.
5. Электромиография в диагностике нервно-мышечных заболеваний / Б. М. Гехт [и др.]. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 1997. – 370 с.
6. Заявка № 2005113402 РФ, МКИ⁸ А 61 В 17/56-66 Способ чрескожного межтелового спондилодеза / В. И. Шевцов (РФ), А. Т. Худяев (РФ), С. В. Люлин (РФ). – Заявл. 03.05.2005; Опубл. Бюл. № 31.
7. Пат. 48750 РФ, МКИ⁸ А 61 В 17/66-99 Устройство для выполнения чрескожного межтелового спондилодеза / А. Т. Худяев (РФ), С. В. Люлин (РФ), Ю. А. Муштаева (РФ). – № 1234; Заявл. 03.05.2005; Опубл. 10.11.05. Бюл. № 31.

Рукопись поступила 25.06.07.