



ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

С.В. Макаревич

Республиканский спинальный центр травматологии и ортопедии, Минск, Беларусь

По данным литературы проанализированы основные исторические аспекты развития транспедикулярной фиксации позвоночника. Выделены основные исторические этапы развития транспедикулярной фиксации: винтовая вертебральная фиксация King (1944), педикулярная фиксация пластинами Roy-Camille (1970), наружная транспедикулярная фиксация Magerl (1977), внутренняя стержневая транспедикулярная фиксация Dick (1982), транспедикулярные имплантаты из титанового сплава (1987). Они сыграли существенную роль в формировании современных хирургических технологий дорсального металлоостеосинтеза и создании multifunctional конструкций транспедикулярной фиксации, которая в настоящее время рассматривается как золотой стандарт дорсальной фиксации при различной патологии грудного, поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника.

Ключевые слова: транспедикулярная фиксация позвоночника, этапы развития.

Для цитирования: Макаревич С.В. Исторические аспекты транспедикулярной фиксации позвоночника: обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15. № 4. С. 95–106.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.4.95-106>.

HISTORICAL ASPECTS OF TRANSPEDICULAR FIXATION OF THE SPINE: LITERATURE REVIEW

S.V. Makarevich

Republican Scientific and Practical Centre for Traumatology and Orthopedics, Minsk, Belarus

The main historical aspects of the evolution of transpedicular fixation of the spine were analyzed according to the literature. The main historical stages in the development of transpedicular fixation of the spine were identified: vertebral screw fixation (King, 1944), pedicle screw plate system (Roy-Camille, 1970), external transpedicular fixation — Fixateur Externe (Magerl, 1977), internal transpedicular fixation — Fixateur Interne (Dick, 1982), transpedicular titanium implants (1987). They played a significant role in the formation of modern surgical technologies for posterior metallic osteosynthesis and the creation of multifunctional transpedicular fixation devices, which are now considered to be the gold standard of posterior fixation for various pathologies of the thoracic, lumbar and lumbosacral spine.

Key Words: transpedicular fixation of the spine, stages of development.

Please cite this paper as: Makarevich SV. Historical aspects of transpedicular fixation of the spine: literature review. Hir. Pozvonoc. 2018;15(4):95–106. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.4.95-106>.

Транспедикулярная фиксация (ТПФ) как метод заднего спондилодеза в конце XX в. становится не только самым распространенным, но и надежным способом металлоостеосинтеза при нестабильных и осложненных повреждениях, а также при различных заболеваниях грудного и поясничного отделов позвоночника.

Название способа фиксации позвоночника «transpedicular fixation» (лат. fixus trans pediculus – крепление через ножку дуги позвонка) возникло в зарубежной литературе в конце 70–х гг. XX в. благодаря публикации Herrmann [1]. Следует отметить, что встречаются и другие названия: interpeduncular

fixation, intrapeduncular screw fixation, pedicle screw fixation, pedicular fixation, внутрителовая фиксация позвоночника, транспедикулярный остеосинтез, педикуло-корпоральный спондилодез и др. [2–6]. Однако самый высокий индекс цитируемости имеет термин «ТПФ».

ТПФ позвоночника имеет более чем полувековую историю. Весь этот период главная задача исследователей заключалась в поисках различных методик заднего спондилодеза для более прочной фиксации позвоночника и улучшения результатов хирургического лечения.

В историческом аспекте можно выделить несколько этапов в формировании направлений ТПФ позвоночника и создании современных хирургических технологий дорсального металлоостеосинтеза и multifunctional конструкций транспедикулярных конструкций:

- 1) винтовая вертебральная [7];
- 2) педикулярная пластинами [8];
- 3) наружная [9];
- 4) внутренняя стержневая [10];
- 5) имплантаты из титанового сплава.

История ТПФ берет начало с винтовой вертебральной трансартикулярной фиксации позвоночника. Donald



Рис. 1
Donald King

King (США; рис. 1) в 1944 г. опубликовал собственные результаты [7] внутреннего остеосинтеза пояснично-крестцового отдела при спондилоартрозе (рис. 2).

King предложил использовать короткие металлические винты длиной от 3/4 до 1 дюйма, которые проводили через фасетки суставов параллельно нижнему краю дуги позвонка (рис. 3). Пациентам прописывали постельный режим в течение трех недель после операции.

Позднее попытки улучшить фиксацию пояснично-крестцового отдела позвоночника и тем самым обеспечить возможность более ранней активизации пациентов после операции предпринял канадский ортопед Harold Boucher (рис. 4).

В 1959 г. он описал усовершенствованную методику заднего спондилодеза пояснично-крестцового отдела [11], где использовал более длинные (до двух дюймов) стальные винты, которые проводили через дугоотростчатые суставы уже через корни дуг в тела позвонков (рис. 5).

Хотя эти методики винтовой фиксации имели достаточно узкие показа-

ния и не получили широкого распространения в вертебральной хирургии, именно они дали первый существенный импульс к дальнейшему развитию ТПФ позвоночника.

Основополагающим этапом в формировании одного из современных направлений ТПФ пластинами признана внутренняя педикулярная винтовая фиксация, разработанная французским ортопедом Raymond Roy-Camille в начале 60-х гг. XX в. (рис. 6).

Roy-Camille предложил специальные моделируемые пластины с отвер-

стиями, расположенными на расстоянии 1,3 см друг от друга, с возможностью установки винтов диаметром 4,5 мм в корни дуг позвонков (рис. 7), с помощью которых в 1963 г. выполнил первую операцию по поводу тяжелого переломовывиха позвоночника. Результаты и описание пластинчатых имплантатов он опубликовал совместно с Demeulenaere в 1970 г. [8].

В дальнейшем, на основании исследований [12], он не только описал анатомические точки введения винтов в грудном и поясничном отделах

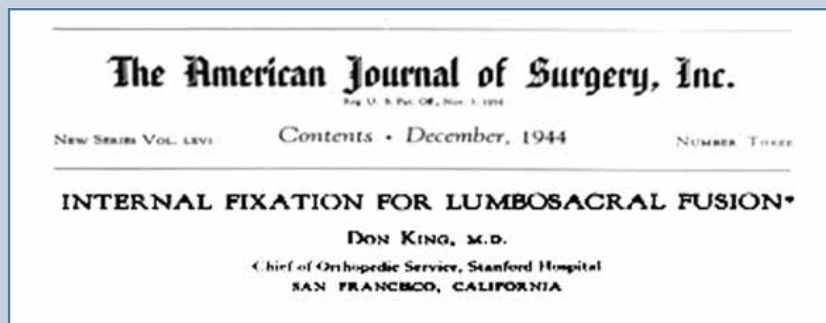


Рис. 2

Титульный лист журнала American Journal Surgery, в котором опубликована первая работа по винтовой фиксации позвоночника King [7]

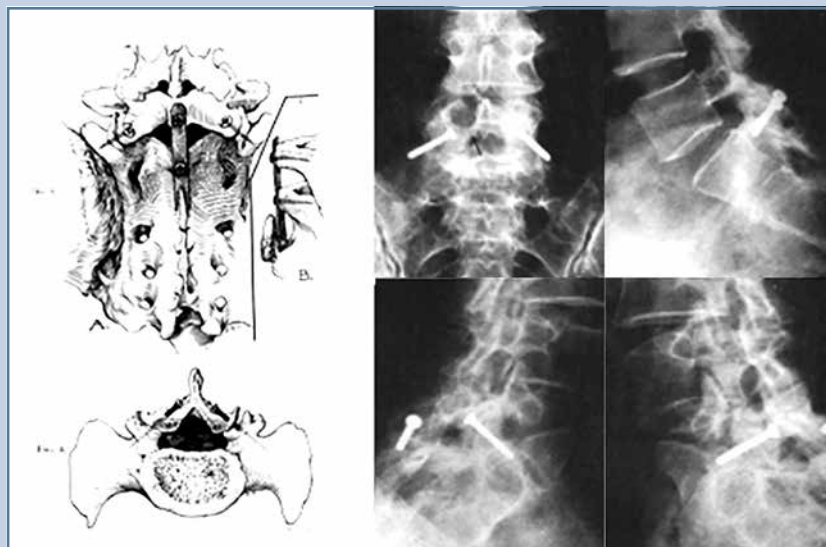


Рис. 3

Схема винтовой трансартрикулярной фиксации по King и рентгенограммы пояснично-крестцового отдела позвоночника после операции [7]



Рис. 4
Harold Boucher

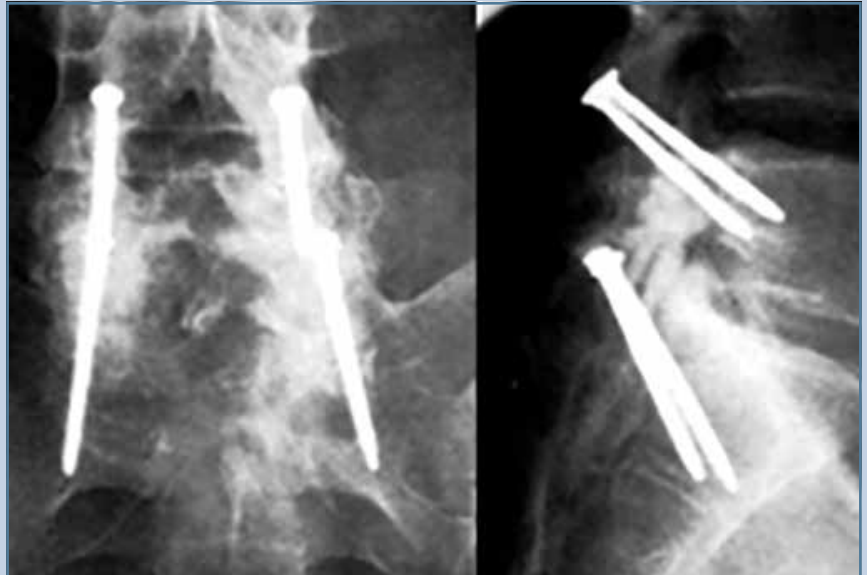


Рис. 5
Винтовая педикулярная фиксация Boucher [11]



Рис. 6
Raymond Roy-Camille

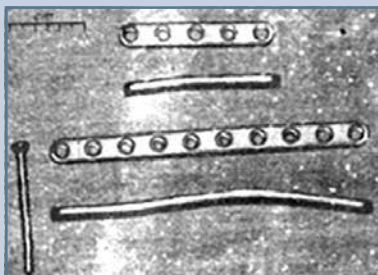


Рис. 7
Пластины Roy-Camille первого поколения [8]

позвоночника, разработал показания и основные этапы хирургической технологии ТПФ позвоночника при его повреждениях и заболеваниях, но и усовершенствовал собственные пластины с усиленной втулкой отверстия, названные Pedicle Screw Plates (PSP; рис. 8).

В начальном периоде появились первые описания применения транспедикулярных винтов при ортопе-

дической патологии позвоночника. Так, в 1967 г. Harrington и Tullos [13] из США применили педикулярные винты для редукции позвонка (рис. 9).

В 1969 г. они опубликовали результаты хирургического лечения двух детей с тяжелыми прогрессирующими формами спондилолистеза пояснично-крестцового отдела с описанием методики репозиции смещенного

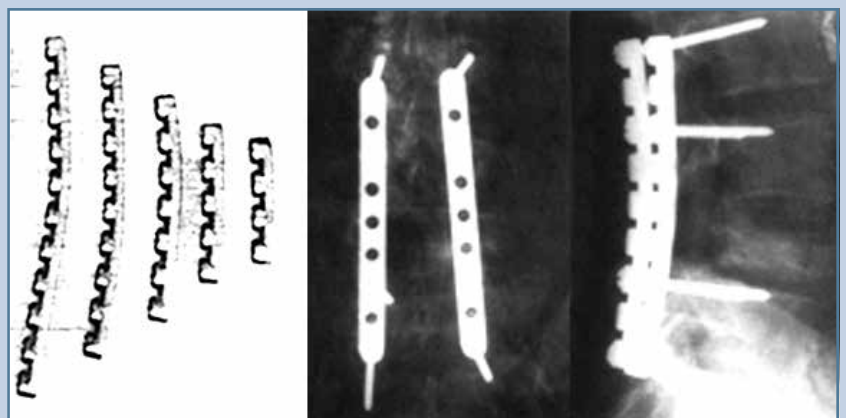


Рис. 8
Модифицированные пластины Roy-Camille с усиленной втулкой отверстия [12]



Рис. 9
Paul Harrington

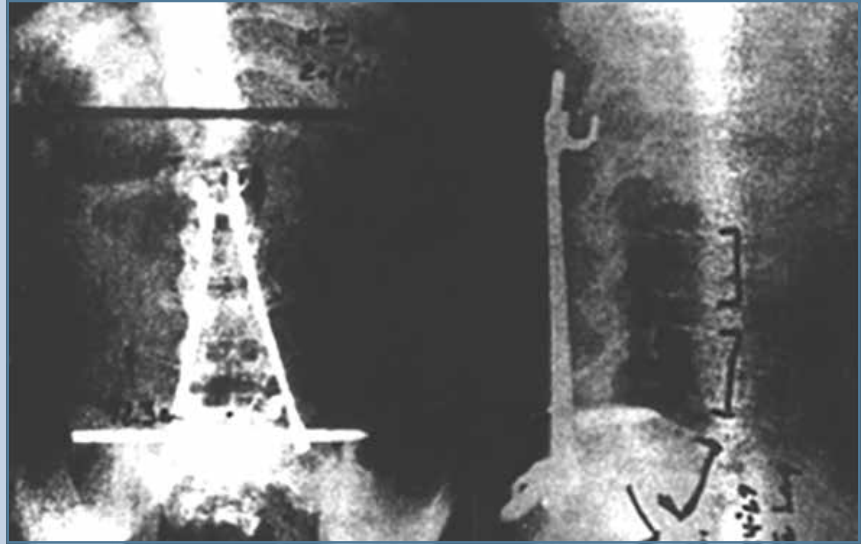


Рис. 10
Рентгенограммы позвоночника, демонстрирующие методику Harrington и Tullos [13]



Рис. 11
Friedrich Magerl



Рис. 12
Наружный транспедикулярный фиксатор Magerl [9] и схема его применения при оскольчатом переломе [37]

позвонка с помощью педикулярных винтов с последующей их фиксацией проволокой к дистракционным стержням Harrington, смонтированным в специальной А-раме (рис. 10).

С 1970 г. Schlapfer и Magerl (рис. 11) из Швейцарии, разрабатывая биомеханическую концепцию наружной ТПФ [9], создали систему для нижнегрудного и поясничного отделов поз-

воночника. В конструкции, названной «fixateur externe», используется не менее двух пар длинных (5 мм) винтов Шанца, которые вводятся перкутанно или открытым способом через корни дуг в тела позвонков выше и ниже уровня поражения. Затем винты фиксируются в наружном регулируемом аппарате типа Hofmann, состоящем из пары пластин и трех резьбовых стержней с узлами крепления. Система позволяет достигать дозированной многоплоскостной коррекции с достаточно прочной стабилизацией пораженного сегмента (рис. 12).

Несмотря на то что методика наружной ТПФ имеет определенные преимущества, она не нашла широкого распространения в вертебральной хирургии из-за относительно узких показаний к применению и существенных дополнительных проблем, связанных с потенциальным риском специфических осложнений и курацией пациентов (рис. 13).

В то же время идея Magerl и биомеханические принципы наружной ТПФ в начале 80-х гг. XX в. успешно реализовал Walter Dick (рис. 14), под руководством которого разработана уже имплантируемая стержневая транспе-

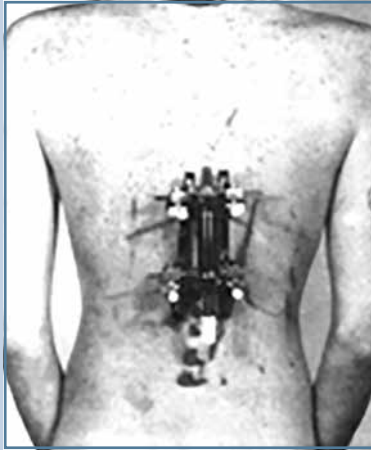


Рис. 13

Внешний вид пациента с наружным транспедикулярным фиксатором позвоночника [38]



Рис. 14

Walter T. Dick

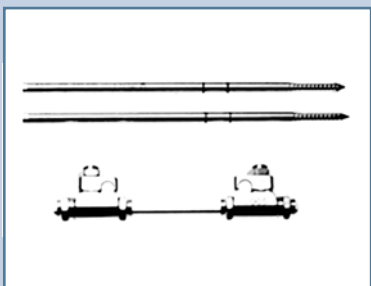


Рис. 15

Общий вид fixatuer interne [10]

дикулярная конструкция, получившая название «fixatuer interne» (рис. 15, 16). Изготовленный из медицинской стали фиксатор имел длинные винты Шанца диаметром 5 мм, которые с помощью специальных подвижных узлов крепили к 7-миллиметровым резьбовым штангам. После установки конструкции выступающие дорсальные части винтов Шанца удаляли скручиванием. Устройство обеспечивало возможность интраоперационного проведения многоплоскостной репозиции и коррекции деформации с последующей фиксацией поврежденного отдела позвоночника.

Впервые в клинической практике Dick (рис. 17) применил стержневую внутреннюю ТПФ в 1982 г. в университетской ортопедической клинике в Basel (Швейцария). Результаты апробации этой технологии не только при травме, но и при различной ортопедической патологии позвоночника опубликовал в 1985 г. [10, 14]. Именно этот исторический этап и стал основополагающим в дальнейшей разработке современных внутренних стержневых конструкций. Фирма «Mathys» (Швейцария) освоила промышленный

выпуск данного стержневого фиксатора под названием АО (Synthes).

Независимо от швейцарской АО-группы Paul Kluger (Германия) в 1982 г. создал и запатентовал собственную внутреннюю стержневую транспедикулярную систему из медицинской стали (рис. 18). Несмотря на то что этот фиксатор отличался не только телескопическими штангами, но и значительным количеством дополнительного монтажного инструментария, результаты его использования оказались обнадеживающими, особенно при тяжелых повреждениях позвоночника [15]. Немецкой фирмой «Endotec» и французской «Tornier» налажен промышленный выпуск данного фиксатора.

Почти в это же время в Швейцарии Jacob и Waldis [16] разработали конструкцию на резьбовом стержне,



Рис. 16

Fixatuer interne, установленный на блоке позвонков [10]

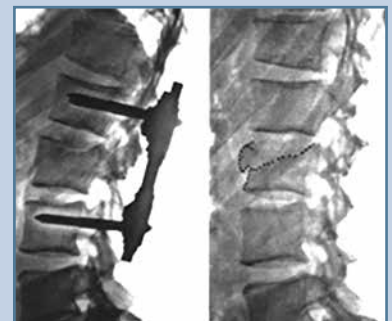


Рис. 17

Рентгенограммы позвоночника с фиксатором fixatuer interne [14]



Рис. 18

Общий вид стержневого телескопического фиксатора Kluger [15]

**Рис. 19**

Рентгенограммы поясничного отдела с установленным стержневым транспедикулярным фиксатором Balgrist «Mark-I» и общий вид модификации «Mark-II» [16]

**Рис. 20**

Artur Steffee

названную «The Balgrist Fixator». Эта система внедрена в отделе ортопедической хирургии университета Balgrist (Цюрих) в 1983 г. в виде так называемой модификации «Mark-I». Однако результаты ее клинического использования показали необходимость совершенствования конструкции, и, несмотря на создание новой модификации – «Mark-II», она не получила дальнейшего развития (рис. 19).

В то же время в США развивается ТПФ на основе пластин и стержней. В 1982 г. Artur Steffee (рис. 20) одним из первых разработал и в 1984 г. внедрил пластинчатую спинальную фиксационную систему The Variable Screw Placement [4].

**Рис. 21**

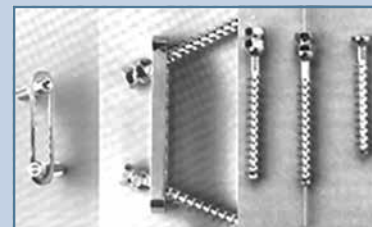
Транспедикулярный фиксатор Steffee на основе пластин (из проспекта AcroMed, США)

Этот усовершенствованный имплантат отличался от пластин Roy-Camille более жестким креплением винтов специальными гайками, а также облегченной установкой благодаря возможности смещения винта по пластине в полуовальных прорезях (рис. 21).

Несколько позже мексиканец Edward Luque из Mexico вначале попытался повторно реализовать более раннюю идею Harrington о соединении стержней и транспедикулярных винтов. Однако такая же фиксация проволокой винтов к стержням Luque не принесла ожидаемых результатов из-за недостаточной прочности соединения.

Но уже с 1985 г. Luque [2] стал применять пластинчатый фиксатор, названный «Danek Plate Screw System», с впервые разработанными канюлированными транспедикулярными винтами (рис. 22). Следует отметить, что эта модификация по своим прочностным параметрам и устойчивости к динамическим нагрузкам значительно уступала разработке Steffee вследствие повторения наиболее слабого конструктивного звена пластины Roy-Camille.

Leon Wiltse из США в 1984 г. разработал для поясничного отдела позвоночника принципиально новый имплантат на основе моделируемых стержней с рифлением [5]. Оригинальная конструкция состоит из одного или двух стержней диаметром 4,4 мм и блокирующих клемповых узлов крепления транспедикулярных вин-

**Рис. 22**

Пластинчатый фиксатор «Danek Plate Screw System» с канюлированными транспедикулярными винтами, разработанный Luque [2]

тов диаметром 5–7,5 мм (рис. 23). Результаты операций, выполненных в мае 1985 г., продемонстрировали функциональные преимущества созданного транспедикулярного фиксатора, обусловленные возможностью интраоперационного моделирования стержней и полисегментарной многоуровневой стабилизации поясничного и пояснично-крестцового отделов. Следует отметить, что идея сочетания рифленых моделируемых стержней и клемповых соединений транспедикулярных винтов не только значительно расширила возможности ТПФ, но и успешно реализовывалась

при разработке многофункциональных стержневых конструкций других фирм-производителей имплантатов.

В результате анализа концепции Roy-Camille и Magerl, а также проведенных собственных морфометрических и биомеханических исследований Martin H. Krag [17, 18] из Вермонтского медицинского университета предложил не только новые подходы к хирургической технологии ТПФ, но и создал клемповый транспедикулярный фиксатор на жестких гладких стержнях, получивший название «Vermont Spinal Fixator» и применявшийся в клинике с 1986 г. (рис. 24).

В это же время Jurgen Harms (Германия), основываясь на биомеханической концепции – полисегментарной вентральной фиксации тел позвоночника конструкциями USIS (Universal Segmental Spinal Instrumentacion, Zielke, 1974 г.), разрабатывает в 1986 г. [19] дорсальную сегментарную модульную спинальную систему на резьбовых стержнях – MOSS System (рис. 25).

Под руководством Puno из университета Louisville (Кентукки, США) создаются первые поколения имплантатов для ТПФ, названные Puno – Winter – Byrd (PWB) System, которые стали использоваться с марта 1988 г. [20]. Модернизация данных конструкций привела к созданию оригинального узла фиксации транспедикулярного винта, который стал прообразом современных полиаксиальных винтовых систем (рис. 26).

Новый этап разработки ТПФ из титановых сплавов начался в конце 1980-х гг. Так, в 1987 г. создается, а с октября 1988 г. применяется в клинической практике стержневая конструкция Diarazon, изготавливаемая из титанового сплава фирмой «Stryker» (США). Особенности имплантата заключаются в оригинальном техническом решении соединения конического винта с хвостовиком с гладким моделируемым стержнем посредством специальной чашки и блокиратора (рис. 27). Для предотвращения избыточного напряжения в конструкции и увеличения степени свободы в узле соединения «винт – стержень» в 1990 г. имплантат дополнили сферическим кольцом. Именно это техническое решение соединения винта и штанги стало наиболее перспективным в создании современных модификаций ТПФ.

Наряду с развитием и совершенствованием ТПФ, исследователи продолжали разработку комбинированных дорсальных конструкций с элементами интраоссальной (винтовой) и параоссальной фиксации различными крючками за дуги и корни дуг, поперечные и остистые отростки с учетом анатомо-морфологических особенностей верхне- и среднегрудного отделов позвоночника в сочетании

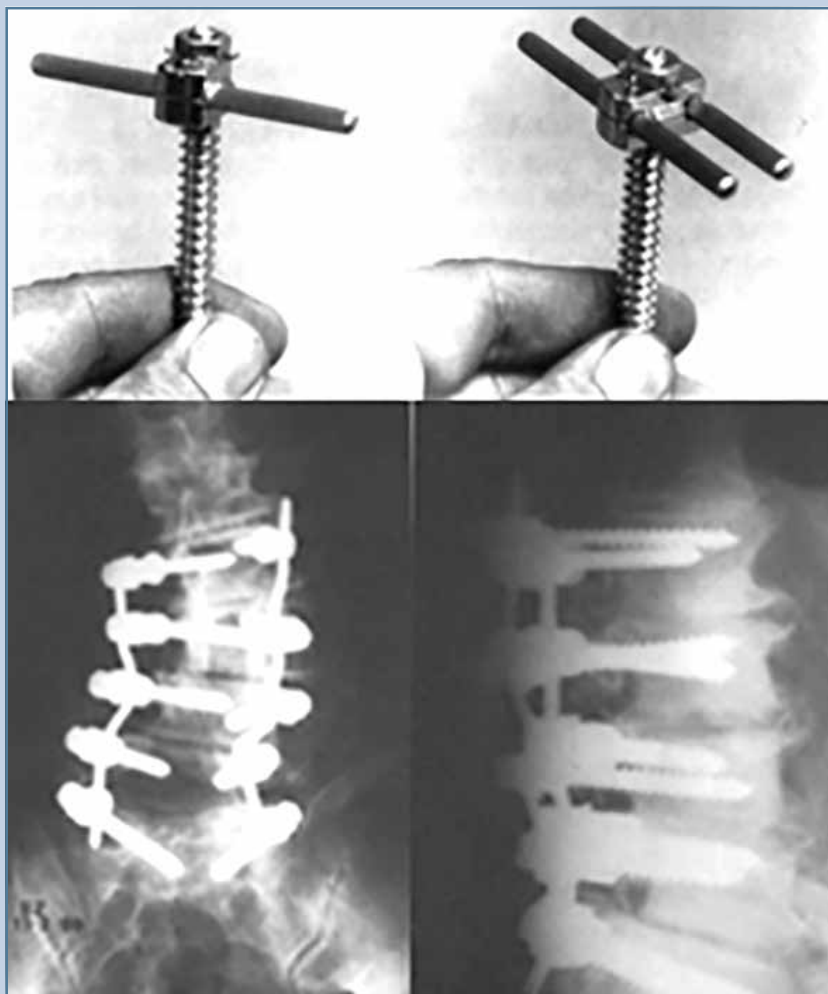


Рис. 23

Моделируемый одно- и двухстержневой транспедикулярный фиксатор Wiltse и спондилограммы пациента после операции [5]

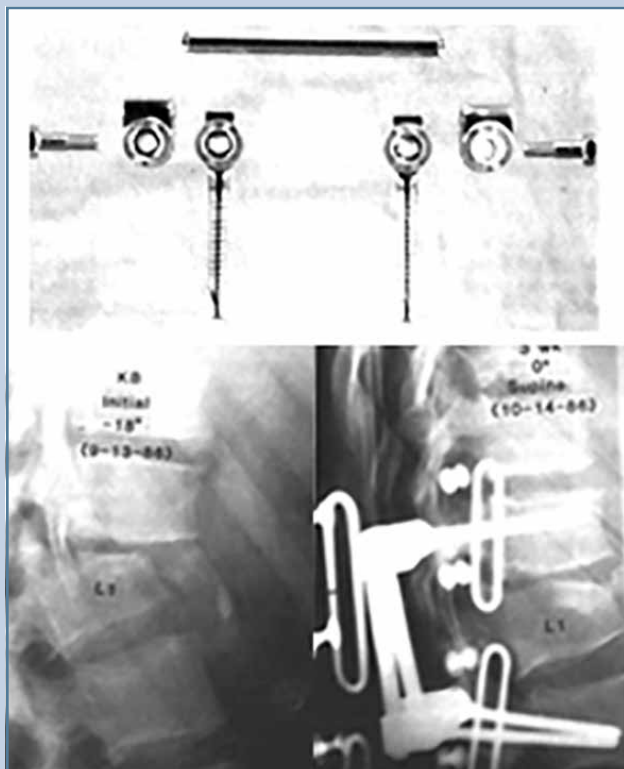


Рис. 24

Фиксатор Vermont Spinal Fixator, разработанный Krag [18]

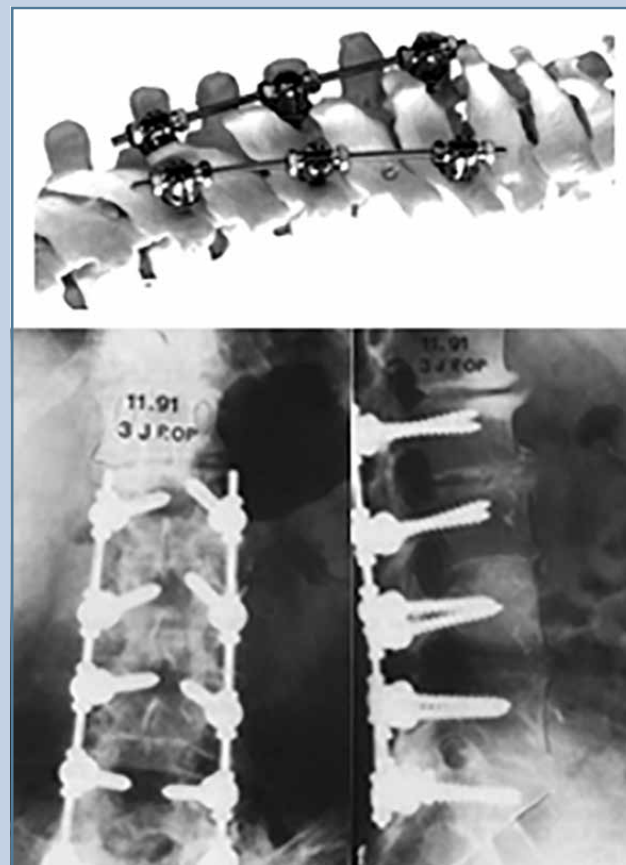


Рис. 25

Модулярная сегментарная спинальная система Harms [19]

с нестандартными биомеханическими ситуациями.

В начале 80-х гг. XX в. Charles Edwards (США) разрабатывает модульную спинальную систему «The Edwards Modular System» с различными вариантами винтов и крючков [21]. Предложенные конструктивные особенности имплантата заключались в универсальных стержнях, несущих основную нагрузку, и новых технических решениях крепления как самих крючков, так и крючков с транспедикулярными винтами (рис. 28).

Однако комбинированные системы Edwards сохранили общие недостатки более ранних конструкций: относительно низкую мобильность и прочность фиксации основных несущих нагрузку узлов. Если в настоящее время их в большей степени можно рас-

сматривать в историческом аспекте, то разработка в начале 1980-х гг. подобных комбинированных конструкций французскими ортопедами Yves Cotrel и Jean Dubousset (рис. 29), впервые представленная в 1985 г. в Швейцарии, стала особым событием в развитии дорсального металло-остеосинтеза [22].

В дальнейшем разработан инструментарий CD, включающий и транспедикулярные системы Compact CD Low Back, Tenor, TSRH, выпускаемых ранее фирмой «Sofamor Danec» (рис. 30), а в последующем «Medtronic Sofamor Danec» (США).

Следует отметить, что, наряду с жесткими транспедикулярными конструкциями, обеспечивающими формирование костного или костно-фиброзного блока на уровне стабили-

зации, в конце 80-х гг. XX в. появилось новое направление в ТПФ – динамические системы.

Так, Henri Graf из клиники Saint-Maurice в Lyon (Франция) предложил альтернативную концепцию динамической межпозвонковой стабилизации (flexible intervertebral stabilisation) и разработал специальные транспедикулярные титановые винты, соединяющиеся с помощью гибкой ленты из полиэстера для ограничения флекссионных нагрузок (рис. 31). В 1992 г. Graf представил обнадеживающие результаты клинического применения Global Stabilization System у пациентов с дегенеративными поражениями поясничных дисков [23].

Достаточно быстрое формирование основных направлений ТПФ и их широкое внедрение в клиническую практику

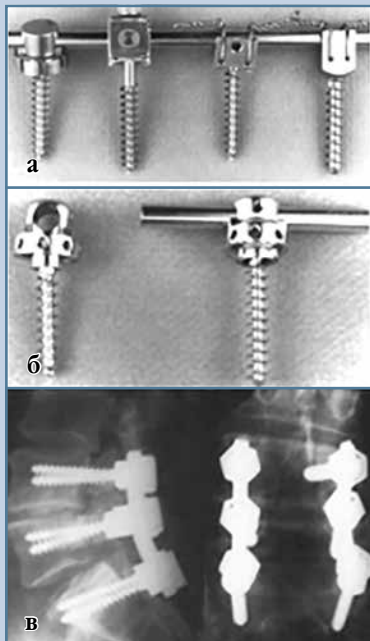


Рис. 26

Общий вид первых поколений стержневых транспедикулярных конструкций Puno – Winter – Byrd (а) и последняя модификация с полиаксиальным винтом (б, в) [20]



Рис. 27

Транспедикулярные имплантаты Diapason (из проспекта Stryker, США)

за рубежом послужили поводом к пристальному вниманию ведущих клиник СССР к новым технологиям заднего металлоостеосинтеза позвоночника.

Внутренняя и наружная ТПФ в СССР и странах СНГ развивалась в трех направлениях [24–27]:

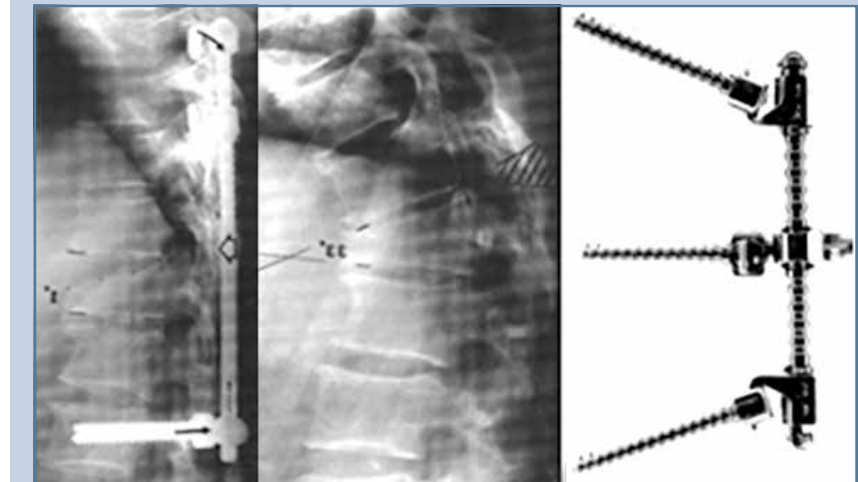


Рис. 28

Стержневой фиксатор Edwards [21]



Рис. 29

Французские ортопеды Yves Cotrel и Jean Dubousset – создатели инструментария CD и технологии коррекции сколиотических деформаций позвоночника

1) применение зарубежных аналогов пластин типа Roy-Camille, металлических пластин типа АО;

2) разработка отечественных конструкций транспедикулярных фиксаторов и их внедрение в клиническую практику;

3) применение оригинальных зарубежных транспедикулярных имплантатов.

Первые попытки использования при травмах позвоночника наиболее простых конструкций пластин типа Roy-Camille, по имеющимся дан-



Рис. 30

Транспедикулярные конструкции Tenor (из проспекта Sofamor Danek, США)

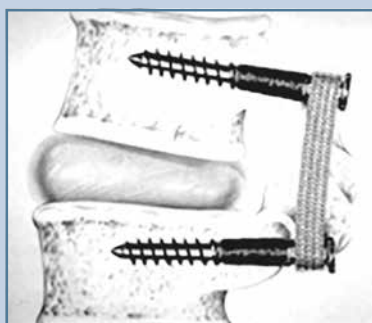


Рис. 31

Динамическая стабилизационная система Graf [23]

ным, осуществлены в 1985–1986 гг. в клиниках травматологии и ортопедии под руководством А.А. Коржа и Г.С. Юмашева [28, 33].

В конце 1980-х гг. в республиканском центре спинальной травмы Белорусского НИИТО разработан внутренний транспедикулярный фиксатор позвоночника на резьбовых стержнях [29] и в 1988 г. выполнена первая операция с использованием титанового имплантата. В 1993–1997 гг. в БелНИИТО прооперировали 110 пациентов с повреждениями, деформациями и опухолями позвоночника с применением совместно созданных с белорусской фирмой «Медбиотех» стержневых транспедикулярных фиксаторов из титанового сплава [30].

С 1989 г. в Латвийском НИИТО для ТПФ применяли металлические пластины АО при осложненных переломах позвоночника, первые результаты лечения 19 пострадавших опубликованы в 1991 г. В этом же году доктора из Харькова и Казани представили опыт ТПФ пластинами типа Roy-Camille при тяжелых травмах позвоночника. А.Г. Аганесов (Москва) опубликовал результаты стабилизации позвоночника у 15 больных по методике Roy-Camille после резекции тел позвонков для восстановления дефекта спинного мозга.

Проф. С.Т. Ветрилэ (Москва) одним из первых стал использовать внутреннюю транспедикулярную пластинчатую систему Steffee при различных видах хирургических вмешательств на грудном и поясничном отделах позвоночника [25].

Следует отметить еще один из немногих патентоохраненных отечественных стержневых транспедикулярных имплантатов, разработан-

ных в 1995 г. В.Д. Усиковым [6]. Первые результаты применения титанового гладкостержневого фиксатора, названного устройством для педикулокорпорального остеосинтеза позвоночника, опубликованы в 1995 г.

В начале 90-х гг. XX в. в России и Украине формируется направление наружной ТПФ. В 1986 г. в отделении патологии позвоночника Харьковско-го НИИТО применен способ наружной ТПФ с новыми системами стержневых аппаратов.

Это направление также развивается в РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия им. Г.А. Илизарова» (Курган), Казанском и Уральском НИИТО [31, 32]. Созданные в этих центрах оригинальные конструкции для наружной ТПФ обеспечивают постепенную (поэтапную) коррекцию травматических, посттравматических и других деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника при одно- и двухэтапных хирургических вмешательствах.

С середины 1990-х гг. современная хирургическая технология внутренней ТПФ позвоночника при его повреждениях и заболеваниях становится доступна во многих регионах России и странах СНГ с использованием как зарубежных, так и отечественных транспедикулярных имплантатов [33–36].

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

Литература/References

1. **Herrmann HD.** Transarticular (transpedicular) metal plate fixation for stabilization of the lumbar and thoracic spine. *Acta Neurochir (Wien)*. 1979;48:101–110. DOI: 10.1007/BF01406023.
2. **Luque ER.** Interpeduncular segmental fixation. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;(203):54–57.
3. **Zindrick MR, Wiltse LL, Widell EH, Thomas JC, Holland WR, Field BT, Spencer CW.** A biomechanical study of intrapeduncular screw fixation in the lumbosacral spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;(203):99–111. DOI: 10.1097/00003086-198602000-00012.
4. **Steffee AD, Bicsup RS, Sitkowski DJ.** Segmental spine plates with pedicle screw fixation. A new internal fixation device for disorders of the lumbar and thoracolumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;(203):45–53.
5. **Arnold DM, Wiltse LL.** The Wiltse system of internal fixation for the lumbar spine. In: D.M. Arnold and J.E. Lonstein (eds.) *Spine: State of the Art Reviews*. Vol. 6, No. 1: *Pedicle Fixation of the Lumbar Spine*. Philadelphia: Nanley & Belfus, Inc., 1992:55–82.
6. **Усиков В.Д., Корнилов Н.В., Карпцов В.И.** Педикулокорпоральный и другие способы остеосинтеза при лечении грудных и поясничных повреждений позвоночника и спинного мозга // *Гений ортопедии*. 1996. № 2–3. С. 115. [Usikov VD, Kornilov NV, Karptsov VI. Pediculocorporal and other methods of osteo-

- synthesis in the treatment of thoracic and lumbar injuries of the spine and spinal cord. *Genij Ortopedii*. 1996;(2–3):115. In Russian].
7. **King D.** Internal fixation for lumbosacral fusion. *Am J Surg*. 1944;66:357–361.
 8. **Roy-Camille R, Demeulenaere C.** Osteosynthese du rachis dorsal, lombaire et lombo-sacre par plaques metalliques vissees dans les pedicules vertebraux et les apophyses articulaires. *Presse Med*. 1970;78:1447–1448.
 9. **Magerl F.** External spinal skeletal fixation. In: Weber B.G., Magerl F. (eds). *Fixateur Externe*. Springer-Verlag, New York, 1985:290–370.
 10. **Dick W.** The “fixateur interne” as a versatile implant for spine surgery. *Spine*. 1987;12:882–900. DOI: 10.1097/00007632-198711000-00009.
 11. **Boucher H.** A method of spinal fusion. *J Bone Joint Surg Br*. 1959;41:248–259.
 12. **Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C.** Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;(203):7–17. DOI: 10.1097/00003086-198602000-00003.
 13. **Harrington PR, Tullos HS.** Reduction of severe spondylolisthesis in children. *South Med J*. 1969;62:1–7.
 14. **Dick W, Kluger P, Magerl F, Worsdorfer O, Zach G.** A new device for internal fixation of thoracolumbar and lumbar spine fractures: the “fixateur interne”. *Paraplegia*. 1985;23:225–232. DOI: 10.1038/sc.1985.38.
 15. **Kluger P.** Das Fixateurprinzip an der Rumpfwirbelsaul-Sain Einsatz beim kombinieren ventralen und dorsalen Eingriff. In: Stuhler T. (ed.). *Fixateur Externe – Fixateur Interne*. Springer, Berlin, Heidelberg. 1989:36–58.
 16. **Jacob HA, Waldis MF.** The Balgrist Fixator: some biomechanical factors in lumbar spinal fusion. In: D. M. Arnold and J. E. Lonstein (eds.) *Spine: State of the Art Reviews*. Vol. 6, No. 1: Pedicle Fixation of the Lumbar Spine. Philadelphia: Nanley & Belfus, Inc., 1992:529–540.
 17. **Krag MH, Van Hal ME, Beynon BD.** Placement of transpedicular vertebral screws close to anterior vertebral cortex. Description of methods. *Spine*. 1989;14:879–882.
 18. **Krag MH.** Vermont spinal fixator. In: D. M. Arnold and J. E. Lonstein (eds.) *Spine: State of the Art Reviews*. Vol. 6, No. 1: Pedicle Fixation of the Lumbar Spine. Philadelphia: Nanley & Belfus, Inc., 1992:121–246.
 19. **Harms J.** Screw-treated rod system in spinal fusion surgery. In: D. M. Arnold and J. E. Lonstein (eds.) *Spine: State of the Art Reviews*. Vol. 6, No. 1: Pedicle Fixation of the Lumbar Spine. Philadelphia: Nanley & Belfus, Inc., 1992:541–576.
 20. **Puno RM, Byrd JA, III.** Transpedicular screw/rod fixation using the Puno /Winter/ Byrd (PWB) System. In: D. M. Arnold and J. E. Lonstein (eds.) *Spine: State of the Art Reviews*. Vol. 6, No. 1: Pedicle Fixation of the Lumbar Spine. Philadelphia: Nanley & Belfus, Inc., 1992:83–106.
 21. **Edwards CC.** The Edwards modular system for three-dimensional control of the lumbar spine. In: D. M. Arnold and J. E. Lonstein (eds.) *Spine: State of the Art Reviews*. Vol. 6, No. 1: Pedicle Fixation of the Lumbar Spine. Philadelphia: Nanley & Belfus, Inc., 1992:233–264.
 22. **Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M.** New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;227:10–23.
 23. **Graf F.** Instabile vertebrale: traitement a l’aide d’un systeme souple. *Rachis*. 1992;4:123–137.
 24. **Басков А.В., Шевелев И.Н., Яриков Д.Е.** Новые возможности хирургического лечения повреждений нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника // Вопросы нейрохирургии. 1999. № 2. С. 6–9. [Baskov AV, Shevelev IN, Yarikov DE. New opportunities for surgical treatment of injuries in the lower thoracic and lumbar spine. *Voprosy Neirohirurgii*. 1999;(2):6–9. In Russian].
 25. **Ветриэль С.Т., Кулешов А.А.** Хирургическое лечение повреждений и заболеваний позвоночника с использованием систем Steffee и Luque // Вестник травматологии и ортопедии. 1997. № 3. С. 9–12. [Vetrieli ST, Kuleshov AA. Surgical treatment of injuries and diseases of the spine using the Steffee and Luque systems. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova*. 1997;(3):9–12. In Russian].
 26. **Дулаев А.К., Орлов В.П., Ястребков Н.М., Надулич К.А., Ромашов П.П.** Посттравматическая нестабильность позвоночника и методы ее хирургической коррекции // Вопросы нейрохирургии. 1999. № 2. С. 14–16. [Dulaev AK, Orlov VP, Yastrebkov NM, Nadulich KA, Romashov PP. Posttraumatic instability of the spine and methods for its surgical correction. *Zh Vopr. Neurohir.* 1999;(2):11–16. In Russian].
 27. **Минасов Б.Ш., Халиков В.А., Файрузова Л.М.** Диагностика и хирургическое лечение нестабильных осложненных повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника. Уфа, 1998. [Minasov BSh, Khalikov VA, Fayruzova LM. *Diagnosis and Surgical Treatment of Unstable Complicated Injuries of the Thoracic and Lumbar Spine*. Ufa, 1998. In Russian].
 28. **Корж А.А., Продан А.И., Грунтовский Г.Х., Филиппенко А.В.** Технические особенности укорочения позвоночного столба и реконструкции спинного мозга в эксперименте и клинике // Ортопедия, травматология и протезирование. 1988. № 3. С. 1–4. [Korzh AA, Prodan AI, Gruntovsky GK, Filippenko AV. Technical features of the spinal column shortening and spinal cord reconstruction in the experiment and clinical practice. *Orthopedics, Traumatology and Prosthetics*. 1988;(3):1–4. In Russian].
 29. **Воронович И.Р., Николаев В.Н., Дулуб О.И., Макаревич С.В.** Устройство для фиксации позвоночника. Авторское свидетельство № 1674826 // Открытия, изобретения. 1991. № 33. [Voronovich IR, Nikolaev VN, Dulub OI, Makarevich SV. Device for fixing the spine. Author's certificate No. 1674826. *Discoveries, inventions*. 1991;(33). In Russian].
 30. **Воронович И.Р., Петренко А.М., Макаревич С.В., Бабкин А.В., Жолнерович И.Н.** Оказание специализированной медицинской помощи больным с повреждениями позвоночника и спинного мозга в Беларуси // Вестник травматологии и ортопедии. 1997. № 3. С. 3–9. [Voronovich IR, Petrenko AM, Makarevich SV, Babkin AV, Zholnerovich IN. Specialized medical care for patients with injuries of the spine and spinal cord in Belarus. *Vestnik Travmatologii i Ortopedii imeni N.N. Priorova*. 1997;(3):3–9. In Russian].
 31. **Шевцов В.И., Худяев А.Т., Коваленко П.И., Самылов В.В., Марасов О.Г.** Возможности коррекции деформации позвоночного столба при острой позвоночно-спинномозговой травме в условиях применения аппарата наружной фиксации // Травматология и ортопедия России. 1995. № 5. С. 61–62. [Shevtsov VI, Khudyaev AT, Kovalenko PI, Samylov VV, Marasov OG. Opportunities for correction of spinal deformity in acute spinal cord injury using external fixation apparatus. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 1995;(5):61–62. In Russian].
 32. **Глазырин Д.И., Лавруков А.М., Кутепов С.М.** Биомеханическое обоснование и первое клиническое применение аппарата внешней фиксации у больных с переломами позвоночника // Травматология и ортопедия России. 1994. № 3. С. 30–34. [Glazyrin DI, Lavrukov AM, Kutepov SM. Biomechanical justification and the first clinical application of the external fixation device in patients with spinal fractures. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 1994;(3):30–34. In Russian].
 33. **Юмашев Г.С., Румянцев Ю.В., Аганесов А.Г., Дзукяев Д.Н.** Межсегментарный анастомоз спинного мозга при лечении осложненной травмы груднопоясничного отдела позвоночника // Ортопедия, травматология и протезирование. 1988. № 3. С. 4–6. [Yumashev GS, Rumyantsev YuV, Aganesev AG, Dzukaev DN. Intersegmental anastomosis of the spinal cord in the treatment of complicated injury of the thoracolumbar spine. *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*. 1988;(3):4–6. In Russian].
 34. **Ардашев И.П.** Тотальная спондилектomia при опухолях позвоночника // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, 1997. № 3. С. 35–40. [Ardashev IP. Total spondylectomy for tumors of the spine. *Vestnik Travmatologii i Ortopedii imeni N.N. Priorova*. 1997;(3):35–40. In Russian].
 35. **Дулаев А.К., Шаповалов В.М., Гайдар Б.В.** Закрытые повреждения позвоночника грудной и поясничной локализации. СПб., 2000. [Dulaev AK,

Shapovalov VM, Gaydar BV. Closed Thoracic and Lumbar Spine Injuries. St. Petersburg, 2000. In Russian].

36. **Перлмуттер О.А.** Травма позвоночника и спинного мозга. Н. Новгород, 2000. [Perlmutter OA. Trauma of the Spine and Spinal Cord. Nizhny Novgorod, 2000. In Russian].
37. **Пентелини Т.** Современное оперативное лечение повреждений позвоночника // Ортопедия, травматология и протезирование. 1988. № 3. С. 9–15. [Pentelini T.

Modern surgical treatment of spinal injuries. Orthopedics, Traumatology and Prosthetics. 1988;(3):9–15. In Russian].

38. **Knopf W, Paech N, Klotzer R, Meier U, Gertler A, Ewert P.** [Fixateur externe as a definitive treatment method of unstable thoracolumbar spinal fractures in emergency conditions-technical modification and clinical experiences], Beitr Orthop Traumatol. 1989;36:96–103. In German.

Адрес для переписки:

Макаревич Сергей Валентинович
220024, Беларусь, Минск, ул. Кизеватова, 6, корп. 4,
Республиканский научно-практический центр
травматологии и ортопедии,
sv.mak@mail.ru

Address correspondence to:

Makarevich Sergey Valentinovich
Republican Scientific and Practical Centre
for Traumatology and Orthopedics,
Kizhevato str., 60, Minsk, 220024, Republic of Belarus,
sv.mak@mail.ru

Статья поступила в редакцию 02.07.2018

Рецензирование пройдено 24.07.2018

Подписано в печать 30.07.2018

Received 02.07.2018

Review completed 24.07.2018

Passed for printing 30.07.2018

Сергей Валентинович Макаревич, д-р мед. наук, доцент, нейрохирург, заведующий нейрохирургическим отделением, Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии, Белоруссия, 220024, Минск, ул. Кизеватова, 6, корп. 4, sv.mak@mail.ru;

Sergey Valentinovich Makarevich, DMSc, assistant professor, neurosurgeon, Head of Neurosurgery department No. 1, Republican Scientific and Practical Centre for Traumatology and Orthopedics, Kizhevato str., 60, Minsk, 220024, Republic of Belarus, sv.mak@mail.ru.

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. 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
TShustrova@niito.ru

Тел.: 8 (383) 363-39-81