

С. Е. НИКИТИН, М. В. ПАРШИКОВ, Н. В. ЯРЫГИН, А. В. СВЕТЛАКОВ, М. В. ГОВОРОВ\*, И. Г. ЧЕМЯНОВ  
ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» МЗ РФ, Москва

# Импортозамещающие современные технологии для иммобилизации. Перспективы их применения в травматологии и ортопедии

Никитин Сергей Евгеньевич

д. м. н., доцент кафедры ревматологии и медико-социальной реабилитации ФГБОУ ВО

«Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» МЗ РФ

\* E-mail: gmv99@yandex.ru

**Резюме.** Изученный мировой опыт развития методов наружной фиксации демонстрирует целесообразность применения повязок из полимерных материалов, применяемых во многих случаях как альтернатива гипсовым повязкам. Проведенные испытания показали, что полимерные бинты отечественного производства Alfacast по своим качествам соответствуют лучшим зарубежным аналогам, а по прочности и растижению даже превосходят их. Проведенный анализ лечения больных по предложенной методике продемонстрировал повышенную комфортность во время лечения, высокую степень активности пациента и ранней социальной адаптации, что в среднем уменьшает общий срок нетрудоспособности на 2–4 недели.

**Ключевые слова:** полимерная гипсовая повязка, Alfacast, иммобилизация.

S. E. NIKITIN, M. V. PARSHIKOV, N. V. YARYGIN, A. V. SVETLAKOV, M. V. GOVOROV\*, I. G. CHEMYANOV

FSBEI HE «Moscow state medical and dental university named after A. I. Evdokimov»

Ministry of health of the Russian Federation, Moscow

## Import-substituting modern technologies for immobilization. Prospects of their application in traumatology and orthopedics

Sergey E. Nikitin

doctor of medical sciences, associate professor of rheumatology and medical and social rehabilitation of FSBEI HE «Moscow state medical and dental university named after A. I. Evdokimov»

Ministry of health of the Russian Federation

\* E-mail: gmv99@yandex.ru

**Summary.** The studied world experience in the development of methods of external fixation demonstrates the feasibility of the use of bandages made of polymeric materials used in many cases as an alternative to plaster bandages. The tests showed that the polymer bandages of domestic production Alfacast in their qualities corresponds to the best foreign analogues, and in strength and tensile strength even surpass them. The analysis of the treatment of patients by the proposed method demonstrated increased comfort during treatment, a high degree of patient activity and early social adaptation, which on average reduces the total period of disability for 2–4 weeks.

**Key words:** polymer plaster cast, Alfacast, immobilization.

В современной травматологии и ортопедии последние полвека интенсивно разрабатывались и продолжают совершенствоваться новые технологии погружного металлоостеосинтеза. При всем этом сохраняется объективная потребность и в наружной иммобилизации.

В то же время в многочисленных работах подчеркивается, что длительная жесткая фиксация приводит к выраженной гипертрофии мышц, тугоподвижности в смежных суставах и расстройству кровообращения в поврежденной конечности, что, в конечном итоге, неблагоприятно оказывается на полноценном и быстром восстановлении пострадавшего и значительно увеличивает сроки нетрудоспособности [1, 2]. Между тем известно, что раннее снятие гипсовых повязок при отсутствии консолидации и после-

ющуюся нагрузка на конечность приводят к образованию несращения. Как показали исследования Павлова В. Ф. с соавт. (2004 г.), по этой причине ложные суставы отмечены в 11,1 % случаев [3].

На протяжении длительного времени для наружной иммобилизации неизменно используется гипсовая повязка. При своих неоспоримых достоинствах она имеет и большое количество недостатков: большой вес; ломкость при эксплуатации, особенно при функциональных нагрузках; загрязнение повязки как снаружи, так и изнутри кожными выделениями; при попадании воды на повязку она размокает и теряет все свои характерные свойства. Это требует неоднократных замен повязки при длительных сроках лечения.



Изучая мировой опыт развития методов наружной фиксации, можно заметить, что в последние 30–35 лет во многих случаях на смену гипсовым повязкам пришли фиксаторы из полимерных материалов. Сохраняя положительные качества гипса, они имеют ряд эксплуатационных преимуществ: более высокую прочность, возможность регулировать эластичность, повышенные износостойчивость, влагопроницаемость и влагоустойчивость. За счет улучшенных эласто-механических свойств повязки из полимерных бинтов становятся легче по весу и значительно меньше по объему. Благодаря этому во многих случаях наряду с повышенной комфортностью во время лечения возникает ситуация, приводящая к более высокой степени активности пациента и ранней социальной адаптации, что проявляется уменьшением сроков общей нетрудоспособности и выхода на инвалидность после аналогичной травмы.

Российские травматологи-ортопеды для изготовления современных повязок применяют полимерные бинты различных импортных производителей. Первое время это были только мировые лидеры: компании 3M (США), Smith & Nephew (Англия), Lohman и Hartmann из Германии и другие. Повязки из этих бинтов обладают высоким качеством, однако их стоимость ограничивает возможности более широкого применения в повседневной практике. А в последнее время на отечественном рынке появились и другие производители бинтов, в основном из Кореи и Китая, с похожими характеристиками.

#### **Материалы и методы исследования**

Нами, а это коллектив врачей-травматологов, специалистов – химиков, инженеров текстильного производства, были разработаны и начато производство отечественных современных полимерных бинтов Alfacast (патент РФ № 2252737, приоритет от 12.09.2003 г.) (рис. 1).

**Рисунок 1. Патент и внешний вид полимерного бинта**



На протяжении последних лет их выпуск наладила красноярская фирма Alfachem. Данный иммобилизирующий материал зарегистрирован в РФ, получены положительные отзывы и рекомендации к применению от Департамента здравоохранения и ведущих лечебных учреждений г. Москвы и Московской области.

Технология изготовления полимерных бинтов состоит в том, что на ленту специального плетения из нитей наносится от 150 до 300 г/м<sup>2</sup> связующего, изготовленного из смеси поликсиалкилендиолов и триолов, изоцианата, катализатора, стабилизатора и пеногасителя. Связующее дополнительно содержит монофункциональный спирт и добавки для уменьшения прилипания к рукам при заданном соотношении компонентов.

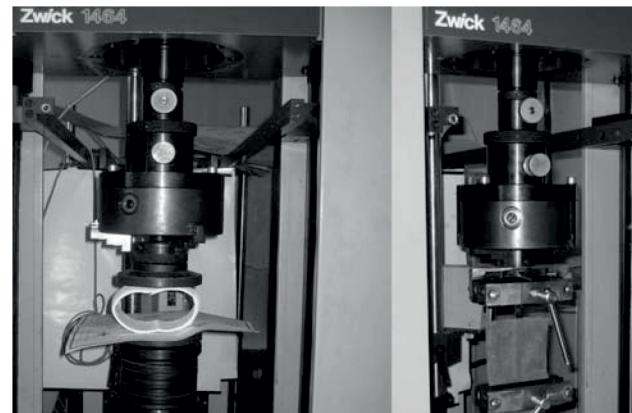
Для характеристики эласто-механических свойств разработанного материала были проведены сравнительные исследования стандартных образцов, изготовленных из

гипсового и полимерных бинтов разных фирм: 3M, Huga cast, Softpoly, Optimacast, Orthopedic Fiberglass Casting Tape, Nemoa-Cast, и в том числе образец нашего производства.

Исследование проводилось в лаборатории ГУН ЦИТО им. Н. Н. Приорова по изучению полимерных материалов, применяемых в травматологии и ортопедии.

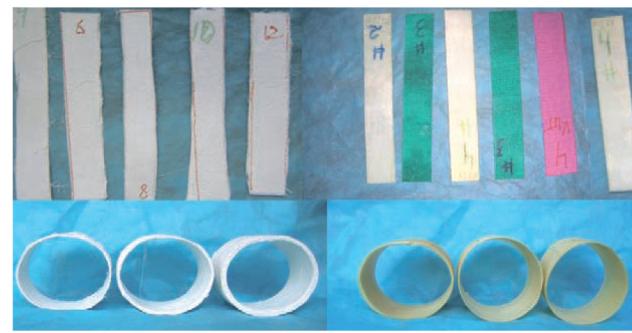
Были приготовлены группы опытных образцов лонгета и циркулярных колец (имитация «циркулярных повязок») из гипсового и полимерных бинтов, подобные по форме и размеру. После полного высыхания в течение суток образцы подвергались механическим дозированным нагрузкам на испытательной машине Zwick 1464 (рис. 2).

**Рисунок 2. Испытания опытных образцов на машине Zwick 1464**



Образцы делали одной длины и ширины. Различные группы образцов отличались количеством слоев материала, из которого они были сделаны. Лонгетные образцы и циркулярные модели были изготовлены из 2, 4, 6, 8, 10 слоев материалов. В группе образцов из гипса были дополнительно представлены 12-, 14-, 16-слойные. Внешний вид образцов показан на рис. 3. До эксперимента образцы взвешивались на весах. В результате взвешивания выявлено, что образцы с одинаковым количеством слоев из гипса тяжелее в два раза полимерных. Значимой разницы по весу между собой у образцов из полимерных бинтов различных фирм не было.

**Рисунок 3. Внешний вид опытных образцов из гипсового и полимерных бинтов**



#### **Проводились исследования аналогичных групп образцов, которые подвергались дозированным нагрузкам:**

- растяжению до наступления разрушения, разрыва ткани;
- скатию, также до наступления разрушения.

Результаты испытаний записывались самописцем испытательной машины на миллиметровой бумаге и потом подвергались расшифровке и математическому анализу. Пример записи одного эксперимента – на рис. 4.

**Таблица 1. Характеристики бинтов из полимерных материалов и гипса**

Наименование материала	Предел прочности при растяжении, Н/мм	Предел упругой деформации, Н/мм	Эксплуатационная прочность образцов при сжатии, Н	Масса образцов с равным количеством слоев и одинаковыми размерами
Гипсовый бинт	2,4	1.1  8,5 ± 10 %	5184 (12 слоев)	145 г
Полимерный бинт № 1	14,0			
Полимерный бинт № 2 – Alfacast	16,3			
Полимерный бинт № 3	15,8		15360 (4 слоя)	71 ± 20 % г
Полимерный бинт № 4	13,8			
Полимерный бинт № 5	15,2			
Полимерный бинт № 6	14,4			

**Рисунок 4. Диаграммы разрушения разнослоистых циркулярных повязок из гипса и полимерных бинтов под воздействием сжатия**

Прочностные и деформационные характеристики бинтов из полимерных материалов и гипса отображены в табл. 1.

Анализ полученных результатов (табл. 1) показал, что полимерный бинт Alfacast по своим эласто-механическим качествам соответствует лучшим зарубежным аналогам, причем его характеристики по прочности и растяжению даже их превосходят.

Также нами разработан специальный состав клея. Он позволяет жестко монтировать металлические ножки шарниров внутрь полимерной гильзы, не применяя дополнительных металлических фиксаторов, что дает возможность осуществлять этот процесс во время обычного наложения повязки в перевязочной. В литературе такие конструкции называются экспресс-ортезы. Понятие экспресс-ортезирования существует фактически только в России (и странах бывшего СНГ) и означает изготовление индивидуальных ортезных изделий из готовых полуфабрикатов непосредственно на больном [2, 4, 5, 9].

Система фиксирующих повязок из полимерных бинтов Alfacast позволяет изготавливать как несъемные, так и съемные ортезы для ранней активизации пациентов.

#### Техника изготовления экспресс-ортеза

При обращении с острой травмой конечности на первом этапе пациенту накладывалась лонгетная подкладочная повязка Alfacast. Ватный подкладочный слой способствует профилактике развития фликтен и дополнительных повреждений кожных покровов. После спадания отека мягких тканей (как правило, через 5–10 дней) и купирования болевого синдрома лонгетная повязка менялась (при необходимости) на циркулярную повязку из синтетического бинта Alfacast. При наложении полимерных повязок

соблюдаются основные классические правила, разработанные для гипсовых. Она аккуратно, бережно, тщательно моделируется на конечности, так как малейшие неровности на внутренней поверхности повязки из-за ее высокой жесткости приводят к тяжелым повреждениям кожи.

#### Для изготовления экспресс-ортеза требуются следующие материалы и оборудование:

1. Бинт полимерный Alfacast.
2. Бесшовный трикотажный трубчатый бинт с высокой степенью растяжения в продольном и поперечном направлении, который используется в качестве подкладочного материала.
3. Подкладочный бинт из мягкой синтетической ваты.
4. Металлические клепки, лента велькро, шарнирные устройства.
5. Вибропила для разрезания полимерных повязок.

Для определения необходимого количества бинтов при создании цельнолитого тутора на ногу пользуемся формулой:

$$n \times b \times (a + c) = 2 L d$$

где: n – количество слоев; b – длина ноги; a и c – окружности ноги вверху и снизу; L – длина бинта; d – ширина бинта.

**Рисунок 5. Внешний вид нижней конечности в туторе на коленный сустав**

Сравнительный анализ показал, что для наложения одноименной повязки из полимерных бинтов потребуется 4 штуки, а из гипсовых – 12, то есть в три раза больше

#### Преимуществами повязок из синтетического бинта Alfacast являются:

- высокая прочность и надежная стабилизация, четырехслойная повязка из полиуретанового бинта имеет эксплуатационную прочность в 3 раза выше, чем 12-слойная гипсовая повязка;

- технологичность (полное затвердевание в течение 10–20 минут);

- низкий вес (на 50 % легче гипсовой), 4–6-слойная циркулярная повязка позволяет отказаться от использования дополнительных усиливающих лонгетов и выдерживает весовую нагрузку, пригодную для длительной эксплуатации;

- повышенная влагостойкость и влагопроницаемость;
- воздухопроницаемость (исключает мацерацию кожи);
- незначительная рентгеноконтрастность;
- возможность этапного использования наложенной циркулярной повязки для дальнейшей реабилитации: можно разрезать, формировать «окна» без нарушения основных характеристик;

- легко трансформировать циркулярную конструкцию в съемную лонгетную. Для этого при помощи специальной вибропилы проводятся распилы по латеральной и медиальной поверхностям повязки и снимается передняя «крышка» (рис. 6).

**Рисунок 6. Преобразование циркулярной повязки в лонгетную**



При необходимости создания циркулярно-разрезного тутора предварительно на конечность накладывается циркулярная повязка. После затвердевания ее разрезают и снимают. Устраниют острые края распилов. По краям заднего лонгета при помощи дырокола и металлических заклепок фиксируют снаружи от 1 до 5 лент велькро для обеспечения фиксации обеих частей изделия между собой. На внутреннюю поверхность при необходимости добавляют подкладочный материал, примеряют и подгоняют повязку (рис. 7).

При изготовлении ортопедического аппарата на смежные сегменты конечности накладывали гильзы из трех слоев полимерного бинта. Затем, по разработанной нами методике, к гильзам крепились одноименные суставу шарниры (рис. 8).

Бинты Alfacast позволили разработать и усовершенствовать систему изготовления ортезов (патенты № 90984 и № 90985, приоритет от 21.09.2009 г.).

## Результаты исследования

Синтетическая циркулярная жесткая повязка имеет ту же область применения, что и гипсовая. А также она пока-

зана в случаях необходимости для обеспечения пациенту высокой мобильности на длительный срок за счет эластомеханических свойств и более широкой возможности сочетания в ней специальных шарниров на уровне сустава, которые при необходимой жесткости иммобилизации создадут возможность дозированного движения для профилактики посттравматических контрактур.

**Рисунок 7. Внешний вид нижней конечности со съемным тутором на голень**



## Противопоказаниями к ее наложению являются:

- наличие быстрого колебания объема сегмента конечности за счет увеличения и уменьшения отека поврежденной конечности в первую неделю после травмы;

- необходимость ручной репозиции переломов через повязку, которая вызывает деформацию ее внутренней стенки и может привести к тяжелым повреждениям кожи в виде пролежней и глубоких осаднений.

Анализу подверглись результаты применения повязок из Alfacast при переломах костей стопы без смещения и переломы костей плюсны у 45 больных. Из них у 35 был перелом 5-й плюсневой кости с незначительным смещением, у 9 пациентов наблюдался перелом основания 3–4-й плюсневых костей, и 1 пациент – с переломом кубовидной кости. Тутор для стопы был изготовлен как цельнолитая конструкция (рис. 9). При тщательном моделировании повязка обеспечивала высокую степень жесткости фиксации стопы в таранно- пяткочном суставе и одновременно частичную подвижность в голеностопном суставе, что позволяло разрешать дозированную ходьбу на этапах лечения с 5-х суток после травмы. Как правило, пациенты на 2-й неделе после травмы возвращались к обычной жизни.

К моменту консолидации и прекращения иммобилизации у пациентов отсутствовали боль и тугоподвижность голеностопного сустава. При анализе результатов лечения аналогичной травмы (38 больных) по традиционной методике (контрольная группа с гипсовой иммобилиза-

**Рисунок 8. Внешний вид пациента и R-грамма через 4 недели после травмы в несъемном аппарате на нижнюю конечность при переломе мыщелка б/берцовой кости**



цией) полная безболезненная функция суставов стопы определялась в 2-3 раза позже и требовала дополнительных реабилитационных мероприятий.

**Рисунок 9. Внешний вид и мобильность пациента через 2 недели со дня перелома основания 5-й плюсневой кости**



При изолированных переломах мыщелков большеберцовой кости без смещения (58 пациентов) после стихания явлений гемартроза (на этом этапе использовали тутор на коленный сустав) применяли индивидуально изготовленные непосредственно на больном экспресс-аппараты из бинтов Alfacast и специальных двухосных замковых шарниров.

Замена гипсовой фиксации у этой группы больных на экспресс-аппараты позволила во всех случаях начать активную разработку движений в суставе с одновременным продолжением иммобилизации. То есть на второй неделе после травмы начинался полноценный курс ЛФК. Это позволило пациентам, лечившимся по этой методике, вернуться к обычной жизни без дополнительного перио-

да реабилитации, что в среднем уменьшило общий срок нетрудоспособности на 2–4 недели. К концу иммобилизации у пациентов отсутствовали боль и тугоподвижность коленного сустава.

#### **Выводы:**

1. Разработанный бинт Alfacast обладает высокими эласто-механическими свойствами, а по коэффициентам прочности и растяжения превосходит импортные.
2. Изготовление полимерных бинтов российским производителем обеспечит доступность и снизит стоимость изготовления повязок.
3. Более широкое применение полимерных бинтов в травматолого-ортопедической практике повысит качество лечения и ускорит процесс реабилитации.

Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2011. № 1 (77). Ч. 1. С. 108–114.

#### **Литература**

1. Ключевский В. В. Хирургия повреждений. Ярославль, 1999. С. 198–203.
2. Мовшович И. А., Виленский В. Я. Полимеры в травматологии и ортопедии. М.: Медицина, 1978.
3. Павлов В. Ф., Волгаев Б. К., Пахомова Н. А. Ошибки и осложнения в лечении переломов длинных трубчатых костей // Тезисы Международного конгресса «Современные технологии в травматологии, ортопедии: ошибки и осложнения – профилактика, лечение». М., 2004.
4. Попсушапка А. К., Бойко Я. И. Экспресс-ортезирование при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата // Здоровье. Киев, 1989.
5. Росков Р. В., Андриевская А. О., Смирнов А. В. Ортезирование при травмах конечностей и их последствиях. СПб., 2006 г.
6. Склянчук Е. Д., Стимуляция остеогенеза в комплексном лечении посттравматических нарушений костной регенерации: Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. м. н. М., 2009.

**Полный список литературы доступен по запросу в редакции**