

ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАТИВНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ФИКСАТОРОВ В ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ

В. Г. ГОЛУБЕВ^{1,2}, А. Н. СТАРОСТЕНКОВ²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

²Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения Центральная клиническая больница Российской академии наук, Москва

Сведения об авторах:

Голубев Валерий Григорьевич – ГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава РФ, кафедра травматологии и ортопедии, профессор; ФГБУЗ ЦКБ РАН травматологическое отделение, заведующий отделением, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: golubeff@inbox.ru

Старостенков Александр Николаевич – ФГБУЗ ЦКБ РАН травматологическое отделение, врач-травматолог-ортопед; e-mail: sinfu2a@mail.ru

Биодеградируемые винты и спицы применялись в травматологическом отделении ЦКБ РАН (г.Москва) при лечении переломов костей конечностей разных типов и локализации у 120 пациентов за период с 2014г по 2016г. Межотломковая фиксация биодеградируемыми изделиями в качестве единственного средства остеосинтеза была выполнена у 53 пациентов (44%), у 67 пациентов (56%) биодеградируемые фиксаторы использовались совместно с металлическими пластинами и винтами. Биодеградируемые винты зарекомендовали себя достаточно эффективным средством межотломковой фиксации, в целом не требующими особых специфических навыков от операционной бригады и соответствующими требованиям принципов АО. Однако выявлены и такие особенности как возможность разрушения винта при использовании неподходящего инструмента или приложении излишних усилий, сложности при определении позиции и длины фиксаторов вследствие их рентгенпрозрачности, а также визуальной прозрачности в ране, возможность адаптации длины фиксаторов и рассверливания установленных винтов, что позволяет использовать их в качестве аугментов и исключает конфликт между имплантатами, желательное проведение винтов через два кортикальных слоя кости и использования винтов с полной и частичной нарезкой в паре.

Ключевые слова: перелом, канюлированные винты, биодеградируемые винты, оперативное лечение.

Введение

Актуальной проблемой, связанной с оперативным лечением переломов, является частая необходимость повторных и нередко не менее травматичных операций по удалению имплантатов, которые включают в себя все риски оперативного вмешательства, периодически сопровождаются осложнениями и приводят к увеличению общей стоимости и суммарной продолжительности лечения, расходованию ресурсов лечебных учреждений, а значительная часть (от 20 до 46%) таких операций имеет единственной причиной настоятельное желание пациента при отсутствии других симптомов [1, 2, 3, 4, 5]. Это обуславливает потребность минимизации повторной оперативной активности, в том числе, за счет применения фиксаторов, не требующих удаления, например, при создании межфрагментарной компрессии и провизорной фиксации как одного из этапов многоэтапной оперативной фиксации перелома, при самостоятельном скреплении отломков винтами (в том числе направленными вне основной конструкции), фиксации апофизарных переломов [1, 6–8].

Благодаря развитию полимерных материалов и технологии их производства в настоящее время стало возможным не только получение биодеградируемых материалов, обладающих достаточной механической прочностью и оптимальным для

лечения переломов профилем деградации, но и обеспечена возможность производства конструкций по форме, свойствам и оперативной технике, близким к классическим металлическим, что позволяет рассматривать биодеградируемые фиксаторы последних поколений в качестве их полноценной альтернативы [9, 10–18]. Большая часть исследований, посвященных применению биодеградируемых материалов в травматологии и ортопедии, а также использованию биодеградируемых средств для остеосинтеза относится к исследованию конструкций, выполненных из материалов предыдущих поколений, таких как полимолочная (PLA, PLLA) или полигликолевая (PGA) кислоты [11, 12, 16, 17, 19–24]. К настоящему же моменту одним из наиболее передовых и перспективных материалов является ориентированный сополимер полимолочной (85%) и полигликолевой (15%) кислот, ПМГК, PLGA [13, 15, 19, 25–28].

Очевидно, что вследствие различий в характеристиках материалов, при всем возможном сходстве, техника применения биодеградируемых имплантатов не может не иметь особенностей по сравнению с аналогичными изделиями из металла [13, 29–31].

Цель исследования

Определить технические особенности использования современных биодеградируемых фиксаторов как средства опти-

мизации функционально-стабильного остеосинтеза по поводу переломов костей конечностей, облегчить освоение методики практическими врачами.

Материал и методы

Настоящая публикация подготовлена в рамках исследования, одобренного комитетом по этике научных исследований ГБОУ ДПО РМАНПО (г.Москва).

За период с 2013г по 2016г в травматологическом отделении ФГБУЗ ЦКБ РАН оперативное лечение с применением биодеградируемых фиксаторов было проведено у 120 пациентов с закрытыми переломами костей конечностей различных типов и локализации, в возрасте от 18 до 80 лет, средний возраст пациентов составил 48,4 года. Мужчин 53 (44%), женщин 67 (56%). По локализации перелома пациенты распределились следующим образом: плечевая кость 9 (7,5%), предплечье 13 (10,8%), мышечки большеберцовой кости 16 (13,3%), область голеностопного сустава 60 (50%), пяточная кость 15 (12,5%), прочие (надколенник, таранная кость, кости кисти, плюсневые кости) 7 (5,8%). Межотломковая фиксация биодеградируемыми изделиями в качестве единственного средства остеосинтеза была проведена у 53 пациентов (44%), у 67 пациентов (56%) биодеградируемые фиксаторы использовались совместно с металлическими пластинами и винтами, кроме того, в 6 случаях (5%) перелома мышечков большеберцовой кости остеосинтез дополнялся применением различных костнопластических материалов. Вид и методика оперативного лечения выбирались в соответствии с принципами функционально-стабильного остеосинтеза [8, 32, 33]. Биодеградируемые винты и мини-штифты (пины, pins) при этом применялись для межотломковой фиксации и компрессии по тем же принципам, что и металлические винты аналогичного назначения, исключая, однако, их проведение через элементы металлоконструкций (пластин, штифтов).

В качестве биодеградируемых фиксаторов применялись канюлированные винты диаметрами 3,5 мм, 4,0 мм, 4,5 мм, и мини-штифты диаметром 1,5 мм и 2,0 мм, изготовленные из материала PLGA (сополимер полимолочной и полигликолевой кислот, ПМГК) производителем Bioretec (рис. 1). При необходимости дополнительно использовались металлоконструкции марок Synthes, Königsee, Smith&Nephew, Medin. Рекомендованные производителем этапы имплантации предполагают использование оригинального инструмента (рис. 2). В общем виде рекомендованная процедура мало отличается от стандартной техники введения межотломкового винта и состоит из проведения спицы, рассверливания кости канюлированным сверлом, нарезки резьбы в канале метчиком и собственно введения винта в подготовленный канал по спице при помощи отвертки (рис. 3). Мини-штифты вводились специальным импактором после рассверливания кости сверлом либо спицей. К допустимым действиям также была отнесена обрезка имплантированных фиксаторов.

Обследование и лечение пациентов осуществлялись в соответствии с действующими стандартами и включали в себя



Рис. 1. Общий вид биодеградируемого винта с прикрученной металлической шлицевой головкой и контейнером

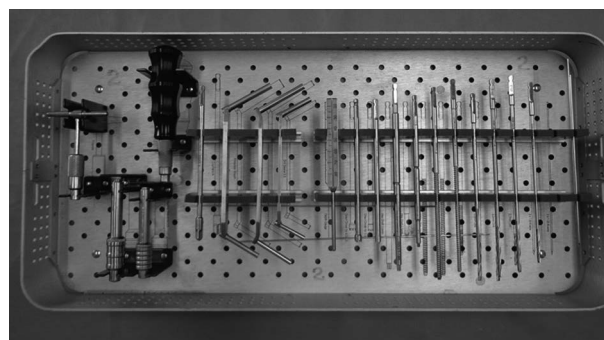


Рис. 2. Оригинальный набор инструментов для установки биодеградируемых винтов диаметром 3,5 мм, 4,0 мм и 4,5 мм

клиническое обследование, лабораторные и инструментальные исследования, показанные в соответствии с характером повреждения, обезболивание, профилактику ВТЭО, профилактику инфекционных осложнений (как правило однократным внутривенным введением антибиотика широкого спектра действия перед операцией), перевязки послеоперационных ран, лечение сопутствующей патологии при ее наличии. Ранние движения в суставах поврежденной конечности после операции как правило разрешались. Внешняя иммобилизация лонгетными повязками применялась только у части пациентов с целью купирования болевого синдрома, отека, способствования заживлению мягкотканых ран и продолжалась в основном не дольше двух-трех недель.

Также, в ходе освоения методики применения биодеградируемых винтов, в испытательной лаборатории изделий ортопедо-травматологического назначения ФГБУ ЦИТО им. Н.Н. Приорова (Аттестат аккредитации лаборатории при Федеральном Агентстве по техническому регулированию и метрологии №РОСС RU.0001.22ИМ21) на серво-гидравлической универсальной испытательной машине Lfv10-T50, компании Walter + Bai AG (производство Швейцария) проведено сравнительное исследование первичной прочности фиксации модели перелома типа 41-B1.1 (по АО) на имитаторе большеберцовой кости SYNBONE AG (производство Швейцария). Модель перелома фиксировалась парой канюлированных биодеградируемых винтов с частичной нарезкой диаметром 4,0 мм и парой

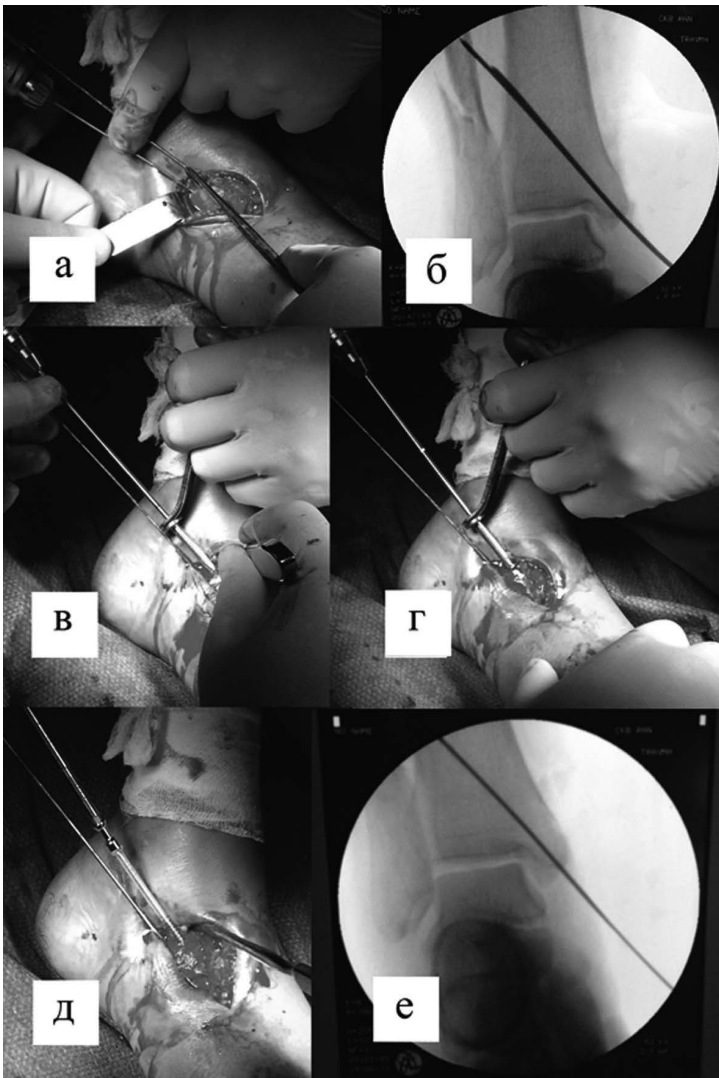


Рис. 3. Этапы стандартной техники установки биодеградируемого винта: а – репозиция отломка, фиксация спицами, б – рентгеновский контроль (спицы проведены до противоположного кортикального слоя кости), в – рассверливание канала для винта канюлированным сверлом, г – нарезка резьбы в канале метчиком, д – установка винта (с частичной нарезкой), е – рентгеновский контроль, винт не визуализируется вследствие рентгенпрозрачности

канюлированных титановых винтов с частичной нарезкой диаметром 4,0 мм производства Synthes (Швейцария) по методике, рекомендованной в руководствах АО (рис. 4) [32].

Результаты

При сравнении прочностных характеристик первичной фиксации модели перелома биодеградируемыми и титановыми канюлированными винтами получены довольно близкие результаты. В частности, предел прочности для модели перелома, зафиксированной биодеградируемыми винтами, составил 729,67 МПа, разрушающая нагрузка - 0,75 кН (что приблизительно соответствует весу тела массой 76,5 кг), смещение от-

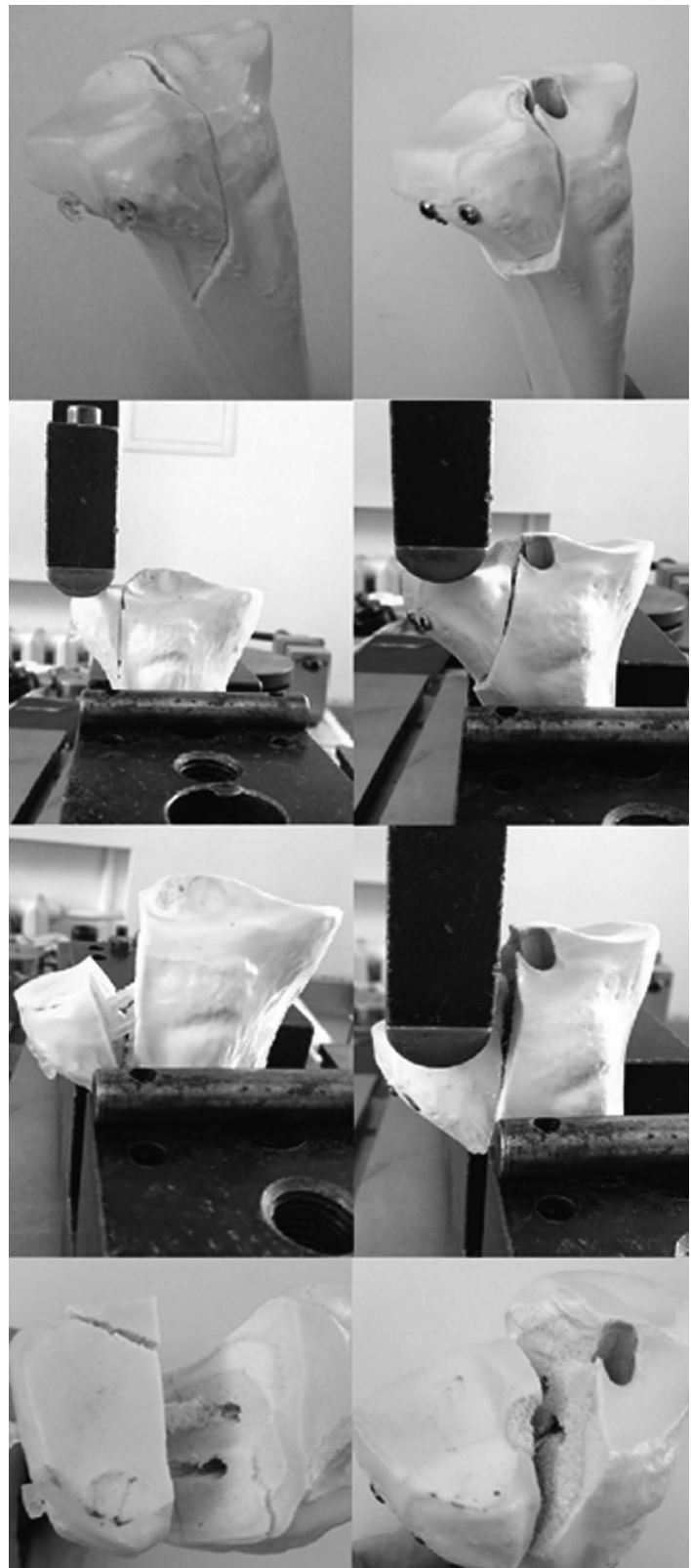


Рис. 4. Исследование первичной прочности фиксации модели перелома 41-B1.1 канюлированными биодеградируемыми (слева) и титановыми (справа) винтами.

ломков на 1 мм происходило при приложении силы в 0,56 кН (~ 57,1 кг). Для модели перелома, зафиксированного канюлированными титановыми винтами, данные значения составили соответственно 904,33 МПа, 0,9 кН (~ 91,8 кг) и 0,58 кН (~ 59,1 кг). То есть, предел прочности при фиксации биодеградируемых винтами составил 80,7% от аналогичного показателя при использовании титановых винтов, разрушающая нагрузка составила 83%, а смещение отломков на 1 мм происходило при приложении практически равной силы (96,7% по сравнению с фиксацией титановой конструкцией).

По опыту нашей клиники биодеградируемые винты рекомендовали себя в качестве удачного решения для осуществления межотломковой фиксации, применимого в значительном числе клинических ситуаций и практически равнозначного с металлическими винтами для применения в качестве позиционных, компрессионных и средств временной (промежуточной) фиксации отломков при многоэтапной реконструкции переломов сложной многооскольчатой конфигурации. Местных и общих реакций на имплантаты отмечено не было, в послеоперационном периоде наблюдалось три эпизода потери фиксации и вторичного смещения отломков, связанных с ошибками при выборе методики оперативного лечения, неправильным подбором размеров фиксаторов и направления их проведения. В частности, произошло вторичное смещение отломков дистального метаэпифиза лучевой кости, связанное с неправильной предоперационной оценкой конфигурации перелома и, как следствие, выбора ошибочной методики остеосинтеза, миграция отломка большого бугорка плечевой кости вследствие неправильной оценки необходимой длины винтов и потерей направления их введения у пациентки старшего возраста со сниженной плотностью кости, миграция отломков после остеосинтеза надколенника, связанная с использованием слишком тонких винтов исключительно с частичной нарезкой. Также отмечены три эпизода интраоперационного разрушения фиксаторов при попытке их установки, связанные с нарушением предписанной оперативной техники, что, впрочем, было исправлено путем замены имплантатов и на качество остеосинтеза не повлияло. Все вышеперечисленные ошибки относятся к начальному этапу освоения методики, и произошли в течение первых 4 месяцев использования биодеградируемых фиксаторов. Замедленной консолидации и несращения в остальных случаях отмечено не было. После сращения переломов удаление биодеградируемых фиксаторов не требовалось, что исключало повторные оперативные вмешательства либо полностью, либо значительно сокращало объем операций по удалению конструкций (исключая также риски при поиске отдельно установленных винтов и лучевую нагрузку в такой ситуации) в случаях комбинированного использования металлических и биодеградируемых фиксаторов.

Проявился ряд свойств биодеградируемых имплантатов, влияющий на их применение, особенности оперативной техники при их использовании, необходимое оснащение и порядок действий хирурга. К таким особенностям относятся: мень-

шая по сравнению с металлическими аналогами твердость, большая эластичность, деформируемость, рентгеновская прозрачность, визуальная полупрозрачность, в смоченном состоянии переходящая в практически полную прозрачность. Важной особенностью является шаг резьбы, соответствующий аналогичному у спонгиозных и канюлированных, но не кортикальных металлических винтов (рис. 5). Кроме того, необходимо помнить и об ограниченном сроке годности, а также специфических требованиях к условиям хранения имплантатов. Также внимания заслуживает эффект аутокомпрессии, заключающийся в укорочении имплантата в пределах 1-2% по длине с одновременным расширением на подобное значение в течение 24-48 часов после установки (рис. 6) [13].

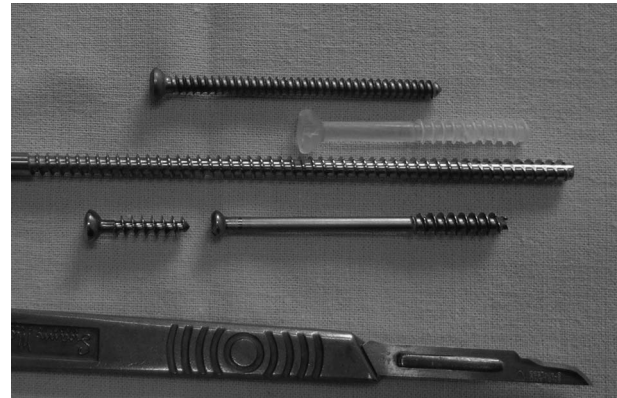


Рис. 5. Конфигурация и шаг резьбы биодеградируемого винта и соответствующего метчика близки к таковой у канюлированного и спонгиозного винтов и не соответствуют резьбе кортикальных винтов

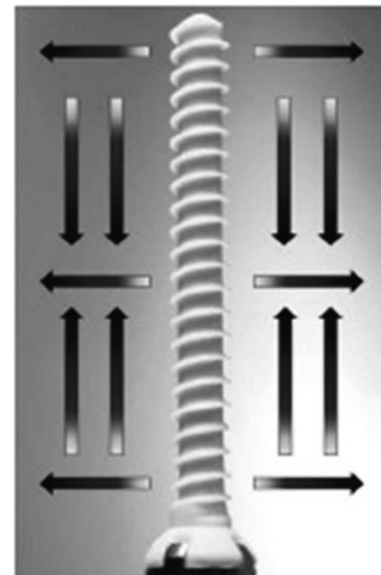


Рис. 6. Схема явления аутокомпрессии: укорочение и расширение винта при намокании в пределах 1-2% от исходных линейных размеров в течение первых 24-48 часов

В качестве следствия этих особенностей можно рассматривать следующее. Биодegradуемые винты не являются самонарезающимися, перед имплантацией необходимо обрабатывать канал для винта строго соответствующим по размеру метчиком, в противном случае при попытке установки винт может разрушиться. Биодegradуемые винты из PLGA, в отличие от металлических, не склонны к самоцентрированию в подготовленном канале, потеря направления (например, при установке в трубчатой кости, или в метафизарной зоне с пониженной плотностью) чревата излишними усилиями при закручивании и также разрушением винта (рис. 7). Биодegradуемые винты могут рассверливаться стандартными сверлами и нарезаться метчиками, могут быть пересечены режущим и коагуляционным инструментом. При приложении избыточных усилий винты могут разрушаться и деформироваться, также это возможно при попытке вывернуть уже установленный винт, а даже успешно вывернутый винт может иметь повреждения резьбы, делающие его повторное проведение бессмысленным, либо невозможным (рис. 8). Винты обладают рентгеновской прозрачностью, при исследовании визуализируется только съемный



Рис. 7. Разрушение винта при приложении избыточного усилия на закручивании

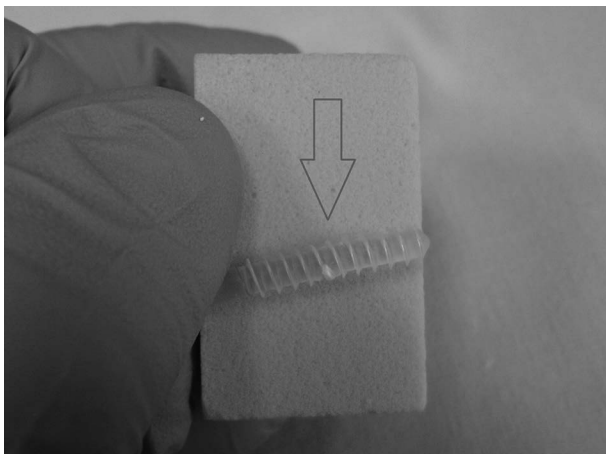


Рис. 8. Повреждение и деформация резьбовой части (отмечено стрелкой) после выкручивания винта с избыточным усилием

металлический колпачок на головке винта и направляющая спица при ее наличии, определение положения кончика винта при помощи интраоперационного рентгеновского исследования напрямую невозможно. При смачивании поверхности имплантата он становится визуально практически прозрачным, что требует хорошей визуализации зоны установки (рис. 9). Винт с полной нарезкой также выполняет компрессирующую функцию за счет явления аутокомпрессии, в отличие от металлических винтов с полной нарезкой, являющихся преимущественно позиционными.

Таким образом, к общим особенностям оперативной техники можно отнести следующее:

Необходимо строго следовать порядку действий при имплантации, рекомендованной производителем, особое внимание необходимо уделять соответствию используемых сверла и метчика диаметру имплантируемых винтов.

При провизорной фиксации отломков важно пользоваться соответствующими по размеру инструментом для установки винтов спицами. Использование несоответствующего размера спицы сделает либо невозможным корректное формирование канала для винта, либо может привести к забиванию сверла и/или метчика костной пробкой.

Необходимо проводить рассверливание и обработку метчиком подлежащей фиксации кости на всю длину. При этом возможна потеря направления из-за "высверливания" спицы и ее непреднамеренного удаления вместе со сверлом или метчиком (особенно если их просвет частично забит костной крошкой), что может привести к неудаче попытки установки фиксатора.

Нарезание резьбы в канале метчиком желательно проводить при возможности вручную, либо на малых оборотах дре-

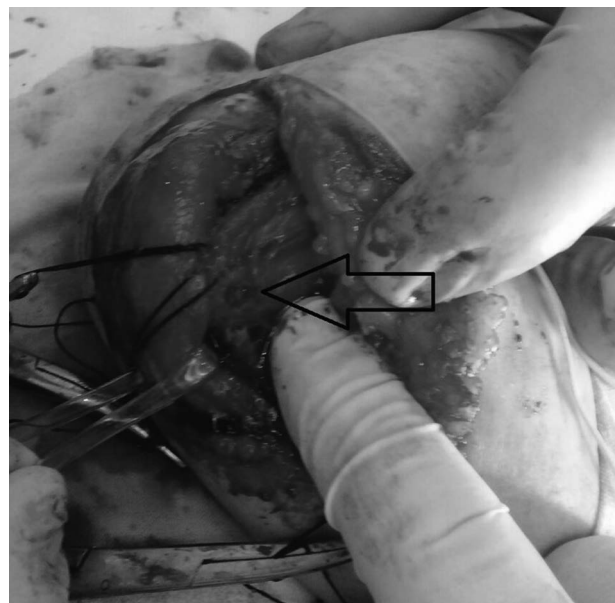


Рис. 9. Стрелкой выделена головка установленного винта, в смоченном состоянии визуально практически прозрачная

ли. Прохождение метчиком на повышенных оборотах вместо нарезания внутренней резьбы может разрушить стенки костного канала, сделав их непригодными к имплантации фиксатора. Удаление метчика производить строго реверсом дрели на малых оборотах без приложения дополнительных усилий, либо вручную, по той же причине. В особо исключительных случаях в качестве метчика может быть применен спонгиозный (канюлированный) винт того же диаметра, при условии соответствия шага их резьбы.

Необходима визуализация поверхности кости при установке винта и/или тщательный рентгеновский контроль за положением головки для исключения ее установки на недостаточную глубину.

Не стоит пытаться выкрутить установленный винт или провести его повторно, а также прилагать избыточные усилия в случае затруднений при введении винта для избежания его разрушения.

Имплантат может быть обрезан на любом этапе в случае необходимости. Обрезка винта коагулятором (в том числе штатным) или кусачками проводится после установки и со стороны головки винта (рис. 10). Попытка скусить кусачками резьбовую часть винта приведет к деформации резьбы и самого изделия (вплоть до его растрескивания), также резьба на кончике может деформироваться при срезании ее коагулятором. Поэтому, при необходимости укоротить резьбовую часть канюлированного винта это стоит делать методом «токарного станка»: приложением режущего инструмента к проворачивающемуся дрелью винту, в канал которого введена направляющая спица (рис. 11).

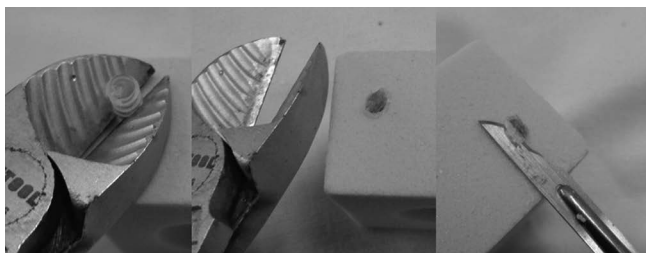


Рис. 10. Обрезка избыточной части установленного винта режущим инструментом



Рис. 11. Обрезка избыточной части резьбы винта перед установкой методом «токарного станка»

Биодеградируемые фиксаторы, находясь в кости после установки, могут быть рассверлены или высверлены, что позволяет проведение фиксаторов друг через друга (в том числе установку металлических фиксаторов поверх биодеградируемых) без возникновения конфликта между имплантатами (рис. 12).

Желательна фиксация отломков не менее чем двумя винтами (за исключением выполнения "провизорной" фиксации, либо невозможности использования пары винтов вследствие ограниченности доступного пространства для установки).

При возможности имплантат должен фиксироваться не менее чем в двух кортикальных слоях кости (как, например, показано на рис. 3).

Оптимально комбинирование винтов с частичной и полной нарезками: в первую очередь устанавливается винт с частичной нарезкой для создания первичного эффекта компрессии, после чего устанавливается винт с полной нарезкой с целью достижения межотломковой компрессии в последующем, улучшения фиксации соответствующего точке ввода отломка за счет резьбы винта.

В случае если винт с полной нарезкой прошел за линию перелома и встретил препятствие к своему дальнейшему введению, он может быть обрезан без ущерба для качества фиксации (рис. 10) [34].

Необходимо использование винтов с наибольшей возможной толщиной.

Биодеградируемые винты не подлежат установке через отверстия металлических пластин или штифтов.

Запрещается:

Использование фиксаторы при нарушении целостности упаковки.

Стерилизация и перестерилизация, повторное использование фиксаторов.

Использование фиксаторов с истекшим сроком годности.

Использование фиксаторов при нарушении условий хранения фиксаторов, например, при реакции со стороны термоиндикационной метки.

К частным особенностям использования биодеградируемых фиксаторов для остеосинтеза при переломах костей конечностей можно отнести следующее. Биодеградируемые винты наиболее эффективны при лечении переломов метафизарных зон, включая внутрисуставные и частичные внутрисуставные (по АО) переломы. Наиболее полезными они являются при лечении переломов: проксимального отдела плечевой кости, в особенности для фиксации большого бугорка, мыщелков плечевой кости, особенно типа С по АО для реконструкции суставного блока плечевой кости, мыщелков большеберцовой кости, переломов области голеностопного сустава (внутренней лодыжки, заднего края большеберцовой кости, подсиндесмозного перелома наружной лодыжки, фиксации дистального межберцового синдесмоза), переломов пяточной кости. При фиксации большого бугорка плечевой кости и внутренней лодыжки голени стоит стремиться к проведению винтов через противоположный кортикальный слой кости для повышения

надежности фиксации (рис. 3), то же относится и к мышцам плечевой и большеберцовой костей. Также возможно применение биодеградируемых винтов в качестве аугментов при наличии дефектов либо сниженном качестве костной ткани при остеосинтезе пластинами мышц большеберцовой кости или наружной лодыжки голени. Особо позитивным моментом является возможность установки накостных пластин при реконструкции сложных переломов мышц плечевой и большеберцовой костей без риска конфликта между фиксаторами и препятствий с их стороны для интраоперационного рентгеновского контроля (рис. 12). При лечении переломов пяточной кости биодеградируемые винты могут использоваться как для фиксации основных отломков, отломков суставной поверхности пяточной кости (в том числе в сочетании со штифтом для остеосинтеза пяточной кости), так и для первичного артродеза подтаранного сустава.

Обсуждение результатов

На основании полученного опыта можно выделить положительные и отрицательные свойства биодеградируемых имплантатов для остеосинтеза при переломах костей конечностей. К положительным, помимо очевидного отсутствия необходимости в

удалении, относятся: возможность адаптации имплантатов до и после их установки, отсутствие риска конфликта между имплантатами, возможность проведения их друг через друга, отсутствие риска вторичного повреждения кости фиксатором, соответствие требованиям принципов АО (в частности, щадящее воздействие на мягкие ткани и достаточная стабильность фиксации, что позволяет начинать ранние движения конечности). К отрицательным особенностям можно отнести следующее: меньшую по сравнению с металлическими изделиями твердость и прочность, большую ломкость и деформируемость (особенно резьбовой части винтов), трудность визуализации вследствие рентгеновской прозрачности, ограниченные сроки годности и специальные требования к условиям хранения, а также в целом более сложную по сравнению с аналогичными металлическими фиксаторами, хотя и близкую, оперативную технику. Это наводит на мысль о путях совершенствования данного рода фиксаторов, в частности, введении маркировочного участка на кончике винта, повышении прочности фиксаторов, усилении резьбы и, при возможности, придания винтам самонарезающих свойств.

Полученные результаты в целом соответствуют опубликованным данным российских и зарубежных авторов по опыту применения биодеградируемых фиксаторов в травматологии [9–11, 13, 17, 19, 22, 23, 26, 35, 36]. Однако хотелось бы отметить, что мы не разделяем мнения о необходимости в дополнительной внешней иммобилизации оперированной конечности в общем случае вследствие сомнений в прочности фиксации [35]. Также не выглядит обязательным обнажение поверхности кости при установке канюлированных биодеградируемых винтов для визуального контроля положения головки, хотя, вследствие конструктивных особенностей это требуется при введении мини-штифтов, что снижает их ценность как средства малоинвазивного остеосинтеза [13].

Заключение

Применение биодеградируемых фиксаторов может широко использоваться в составе комплексного оперативного лечения переломов костей конечностей, в частности, практически во всех случаях (и этапах операций), когда предполагается установка межотломковых винтов, не фиксирующих металлические пластины и штифты. При этом комбинированное применение металлоконструкций с биодеградируемыми фиксаторами не только возможно и целесообразно, но и в ряде случаев предпочтительно.

Хирургическая техника при работе с биодеградируемыми винтами основана на общепринятой технике установки винтов, однако имеет свои немаловажные особенности, которые требуют от хирурга их знания, повышенного внимания и в целом данная методика является несколько более требовательной к исполнителю.

Список литературы

1. Загородний Н.В., Волна А.А., Панин М.А. Удаление имплантатов. // Вестник РУДН, серия Медицина. 2010. №4. С.44-51

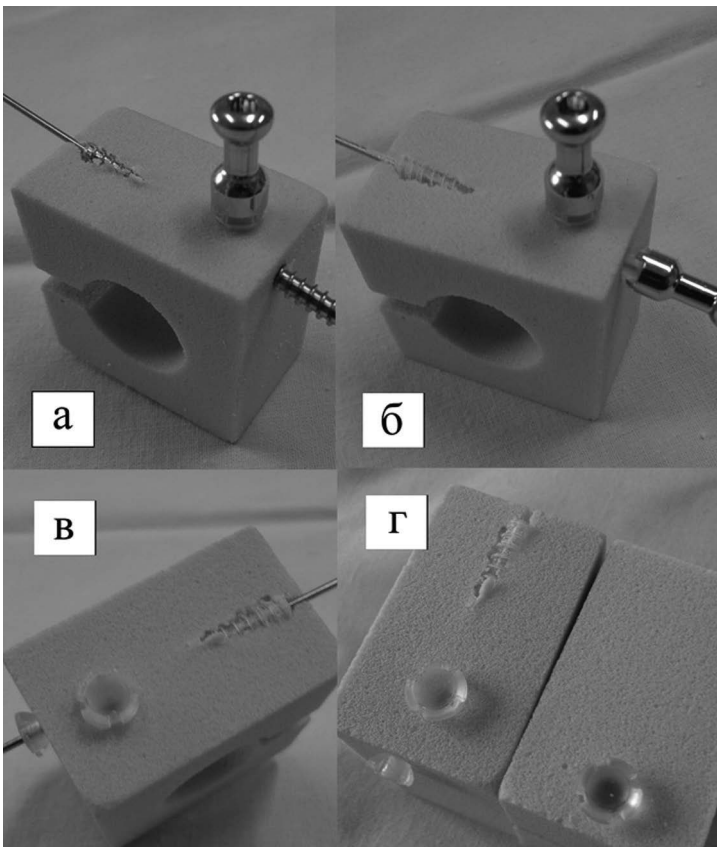


Рис. 12. «Винт через винт»: а - рассверливание установленного винта, б – проведение в сформированный канал нового винта, в, г – введенный винт наблюдается через полупрозрачную головку первого винта

2. **Böstman O.M.** Metallic or absorbable fracture fixation devices. A cost minimization analysis. // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1996. V.329. P.233-239.
3. **Böstman O.** Economic considerations on avoiding implant removals after fracture fixation by using absorbable devices. // *Scandinavian Journal of Social Medicine*. 1994. V.22(1). P.41-45.
4. **Haseeb M., Butt M.F., Altaf T., Muzaffar K., Gupta A., Jallu A.** Indications of implant removal: A study of 83 cases // *International Journal of Health Sciences (Qassim)*. 2017. V.11(1). P.1-7.
5. **Reith G., Schmitz-Greven V., Hensel K.O., Schneider M.M., Tinschmann T., Bouillon B., Probst C.** Metal implant removal: benefits and drawbacks- a patient survey. // *BMC Surgery*. 2015. V.15(96). P.1-8.
6. **Busam M.L., Esther R.J., Obremsky W.T.** Hardware removal: indications and expectations. // *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2006. V.14(2) P.113-20.
7. **Richards R.H., Palmer J.D., Clarke N.M.** Observations on removal of metal implants. // *Injury*. 1992. V.23(1) P.25-8.
8. **Wagner M.** General principles for the clinical use of the LCP. // *Injury*. 2003. V.34. P.B31-42.
9. **van Manen C.J., Dekker M.L., van Eerten P.V., Rhemrev S.J., van Olden G.D., van der Elst M.** Bio-resorbable versus metal implants in wrist fractures: a randomised trial. // *Archives of Orthopaedic Trauma Surgery*. 2008. V.128(12). P.1413-1417.
10. **Gaiarsa G.P., Dos Reis P.R., Mattar R. Jr., Silva Jdos. S., Fernandez T.D.** Comparative study between osteosynthesis in conventional and bioabsorbable implants in ankle fractures. // *Acta Ortopedica Brasileria*. 2015. V.23(5). P.263-267.
11. **Zhang J., Ebraheim N., Lausé G.E.** A comparison of absorbable screws and metallic plates in treating calcaneal fractures: a prospective randomized trial. // *Journal of Trauma Acute Care Surgery*. 2012. V.72 (2) P.E106-10.
12. **Podeszwa D.A., Wilson P.L., Holland A.R., Copley L.A.** Comparison of bioabsorbable versus metallic implant fixation for physeal and epiphyseal fractures of the distal tibia. // *Journal of Pediatric Orthopaedia*. 2008. V.28 (8) P.859-63.
13. **Zamora R., Jackson A., Seligson D.** Correct techniques for the use of bioabsorbable implants in orthopaedic trauma // *Current Orthopaedic Practice*. 2016. V.27(4). P.469-473.
14. **Eglin D., Alini M.** Degradable polymeric materials for osteosynthesis: tutorial. // *European Cells and Materials*. 2008. V.16. P.80-91.
15. **Washington M.A., Swiner D.J., Bell K.R., Fedorchak M.V., Little S.R., Meyer T.Y.** The impact of monomer sequence and stereochemistry on the swelling and erosion of biodegradable poly(lactic-co-glycolic acid) matrices // *Biomaterials*. 2016. V. 11(037). P.1-23.
16. **Waris E., Ninkovic M., Harpf C., Ninkovic M., Ashammakhi N.** Self-reinforced bioabsorbable miniplates for skeletal fixation in complex hand injury: three case reports. // *The Journal of Hand Surgery*. 2004. V.29(3). P.452-457.
17. **Zhang J., Xiao B., Wu Z.** Surgical treatment of calcaneal fractures with bioabsorbable screws. // *International Orthopaedics (SICOT)*. 2011. V. 35. P.529-533
18. **Böstman O., Laitinen O.M., Tynnenen O.** Tissue restoration after resorption of polyglycolide and poly-l-lactic acid screws. // *Journal of Bone and Joint Surgery Br*. 2005. V.87. P.1575-1580.
19. **Хонинов Б.В., Сергунин О.Н., Скорогляд П.А.** Возможности применения биодеградируемых материалов в травматологии и ортопедии (обзор литературы). // *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2014. №1. С.20-24.
20. **Rokkanen P.U., Böstman O., Hirvensalo E.** Bioabsorbable fixation in traumatology and orthopaedics. (BFTO) // Helsinki. 1997. 170 p.
21. **Raikin S.M., Ching A.C.** Bioabsorbable fixation in foot and ankle. // *Foot Ankle Clin*. 2005. V.10 (4). P.667-684.
22. **Joukainen A., Partio E.K., Waris P.** Bioabsorbable screw fixation for the treatment of ankle fractures. // *Journal of Orthopaedic Science*. 2007. V. 12(1). P. 28-34.
23. **Noh J.H., Roh Y.H., Yang B.G.** Outcomes of operative treatment of unstable ankle fractures: a comparison of metallic and biodegradable implants. // *J Bone Joint Surgery Am*. 2012. V.94 (22). P.166-174.
24. **Maurus P.B., Kaeding C.C.** Bioabsorbable implant material review. // *Operative Techniques in Sports Medicine*. 2004. V.12(3). P.158-160.
25. **Хонинов Б.В., Сергунин О.Н., Скорогляд П.А.** Анализ клинической эффективности применения биодеградируемых имплантов в хирургическом лечении вальгусной деформации I пальца стопы. // *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2015. №3. С.20-24.
26. **Rokkanen P.U., Böstman O., Hirvensalo E.** Bioabsorbable fixation in traumatology and orthopaedics. (BFTO) // Helsinki. 1997. 170 p.
27. **Nielson D.L., Young N.J., Zelen C.M.** Absorbable fixation in forefoot surgery: a viable alternative to metallic hardware. // *Clinics in podiatric medicine and surgery*. 2013. V.30(3). P.283-293.
28. **Young A.A., Maia R., Moraga C., Liotard J-P, Walch G.** Latarjet-Bristow Procedure Performed with Bioabsorbable Screws Computed Tomography Evidence of Healing. // *Techniques in Shoulder and Elbow Surgery*. 2010. V.11(3). P.85-89.
29. **Rano J.A., Savoy-Moore R.T., Fallat L.M.** Strength comparison of allogenic bone screws, bioabsorbable screws, and stainless steel screw fixation. // *The Journal of foot and ankle surgery*. 2002. V.41(1). P.6-15.
30. **Ciccione W.J., Motz C., Bentley C., Tasto J.P.** Bioabsorbable implants in orthopaedics: new developments and clinical applications. // *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2001. V.9(5). P.280-288.
31. **Manninen M.J., Päivärinta U., Taurio R., Törmälä P., Suuronen R., Rähä J., Rokkanen P., Pätäälä H.** Polylactide screws in the fixation of olecranon osteotomies. A mechanical study in sheep. // *Acta orthopaedica Scandinavica*. 1992. V.63(4). P.437-442.
32. **Рюди Т., Бакли Р., Моран К.** АО-принципы лечения переломов (в двух томах). Русскоязычное второе дополненное и переработанное издание. Перевод с английского. // Берлин. Васса-Медиа. 2013. Том 1 С.1-8, 32-46, 212-226
33. **Шаповалов В.М., Хоминец В.В., Михайлов С.В.** Основы внутреннего остеосинтеза. // М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009.- 240 с.
34. **Väänänen P., Nurmi J.T., Lappalainen R., Jank S.** Fixation properties of a biodegradable "free-form" osteosynthesis plate with screws with cut-off screw heads: biomechanical evaluation over 26 weeks. // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, Endodontics*. 2009. V.107(4). P.462-8.
35. **Агаджанян В.В., Пронских А.А., Демина В.А., Гомзяк В.И., Седуш Н.Г., Чвалун С.Н.** Биодеградируемые импланты в ортопедии и травматологии. Наш первый опыт. // *ПолиТравма*. 2016. №4. С.85-93.
36. **Jainandunsing J.S., van der Elst M., van der Werken C.C.** Bioresorbable fixation devices for musculoskeletal injuries in adults. // *Cochrane Database System Review*. 2005 V.2. P.1-9.

OPERATIVE TECHNIQUE FEATURES IN APPLICATION OF BIOABSORBABLE IMPLANTS FOR LIMB FRACTURES TREATMENT

V. G. GOLUBEV^{1,2}, A. N. STAROSTENKOV²

¹*Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow*

²*Central Clinical Hospital of Russian Academy of Sciences, Moscow*

Information about the authors:

Golubev V.G. – Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Federal State-Funded Educational Institution of Additional Professional Education Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Russian Health Ministry, Professor at the Traumatology and Orthopedics Department; Federal State-Funded Health Care Unit Central Clinical Hospital of Russian Academy of Sciences, Chief of Orthopedic trauma Department

Starostenkov A.N. – Federal State-Funded Health Care Unit Central Clinical Hospital of Russian Academy of Sciences, Traumatologist-Orthopedist of Orthopedic trauma Department

Bioabsorbable screws and rods were used for treatment of different types and locations limb fractures in the CCH of RAS orthopedic trauma department between 2014 and 2016 for 120 patients. Interfragmentary fixation with bioabsorbable implants was applied as a single fixation method for 53 patients (44%), and in 67 (56%) cases it was combined with metallic plates and screws. Bioabsorbable implants were recognized as effective devices for interfragmentary fixation. Generally, bioabsorbable screws and rods did not require particular skills for the surgeons brigade and accorded with AO principles of fracture management. However there were find out some features of that implant type application like implant destruction possibility when incorrect instrumentation was used, X-ray and visual transparency while implanted, that lead to some difficulties in length measurement and implant position assessment, a possibility of implant length adaptation, drilling through implanted device that eliminates risks of implants conflict, and gives an opportunity for augmentation of bone defects by screws. Also it is desirable to fix implants in two cortices, and to use fully threaded and lag-screws together in a pair.

Key words: fracture, cannulated screws, bioabsorbable screws, operative treatment.