

О Возможности Создания Консультативной Системы по Фиксации Трубчатых Костей при Травматических Переломах

Адалат Пашаев¹, Эльхан Сабзиев², Расим Самед-заде³

¹Институт Систем Управления НАНА, Баку, Азербайджан

²Компания Kiber Ltd, Баку, Азербайджан

³Азербайджанский Государственный Институт Усовершенствования Врачей, Баку, Азербайджан

¹adalat.pashayev@gmail.com, ²elkhan@kiber.az, ³srasim@mail.ru

Аннотация– Одним из многочисленных явлений в медицинской практике являются переломы конечностей. В зависимости от характера перелома и особенностей организма пациента врачи принимают решение о лечебно-восстановительных мероприятиях, в том числе решение о том, нужно ли применять накладные пластинки для крепления костей, определять места и способы крепления и т.д. В работе предлагается разработка программно-аппаратной системы, предлагающая свои рекомендации по остеосинтезу в конкретном случае травматизма.

Ключевые слова – переломы, фиксация трубчатых костей, остеосинтез, 3D-образ.

I. ВВЕДЕНИЕ

Переломы (fracturae) – повреждения костей, которые сопровождаются нарушением их целостности [1–5]. Переломы (неврожденные) происходят в результате действия механической силы на кость, если ее величина превышает прочность костной ткани. При действии чрезмерной одномоментной силы (удар, падение, огнестрельное ранение и т.п.) возникает так называемый травматический перелом, а при болезненных состояниях, сопровождающихся уменьшением прочности кости (остеомиелит, опухоль, некоторые эндокринные заболевания и др.) перелом происходит при действии значительно меньшей силы или самопроизвольно и его называют патологическим. Возникает он без большого насилия, даже во сне. Первая помощь при этих переломах такая же, как при травматических переломах.

Для лечения переломов применяются современные системы интрамедуллярного, на костного и внеочагового остеосинтеза, рекомендованные Ассоциацией остеосинтеза (AO\ASIF) [6].

При интрамедуллярном остеосинтезе костные отломки соединяются за счет металлического штифта, установленного внутри костномозгового канала. Такие операции относятся к малоинвазивным, так как штифт вводится в кость через маленькие разрезы. В большинстве случаев после таких операций не требуется дополнительная фиксация в гипсовой повязке и пациент с первых дней может нагружать оперированную конечность.

В работе предлагается разработка программно-аппаратной системы, которая на основе рентгеновских снимков может генерировать рекомендации по остеосинтезу в конкретном случае травматизма.

II. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

При переломах одновременно с повреждением кости нарушается целостность окружающих мягких тканей, могут травмироваться расположенные рядом мышцы, сосуды, нервы и др. При сопутствующем перелому повреждению кожи и наличии раны перелом называют открытым, а если кожа цела – закрытым. В зависимости от того, как проходит линия излома кости, различают поперечные, косые, продольные переломы. Если кость сломалась полностью и разделилась на две части, то это простой перелом (однако лечение его может оказаться весьма сложным). При отделении от кости одного или нескольких отломков перелом называют оскольчатым или многооскольчатым; если же осколков очень много, то это раздробленный перелом. Иногда кость ломается частично, т.е. образуется трещина – неполный перелом. Полные переломы очень часто сопровождаются смещением отломков кости в различных направлениях. Обычно это происходит в результате возникающего после травмы сокращения мышц.

Одним из методов лечения при травмах является интрамедуллярный остеосинтез – метод малоинвазивного оперативного лечения костной травмы [6].

Остеосинтез (ὀστέον – кость; σύνθεσις – сочленение, соединение) – хирургическая репозиция костных отломков при помощи различных фиксирующих конструкций, обеспечивающих длительное устранение их подвижности. Цель остеосинтеза – обеспечение стабильной фиксации отломков в правильном положении с сохранением функциональной оси сегмента, стабилизация зоны перелома до полного сращения. Метод является одним из основных при лечении нестабильных переломов длинных трубчатых костей, а часто единственно возможным при внутрисуставных переломах с нарушением целостности суставной поверхности. В качестве фиксаторов обычно используются штифты, гвозди, шурупы, винты, спицы и

т.д., изготавливаемые из материалов, обладающих биологической, химической и физической инертностью.

Накостный остеосинтез выполняется с применением современных имплантатов. Используемые технологии и оборудование должны позволять производить операции с минимальными разрезами.

Ускоренное лечение переломов и их последствий вполне возможно при использовании методов внутренней фиксации костей винтами, стержнями или пластинами из высокопрочной стали. Такой способ лечения называется внутренним остеосинтезом. Многие годы посвятил разработке теоретических основ металлостеосинтеза Арнольд Иванович Сеппо. Его именем названа травматологическая клиника в Таллинне [7].

Другим направлением является школа Гавриила Абрамовича Илизарова. Его всемирно известный аппарат применяется для наружного остеосинтеза и тоже позволяет в несколько раз ускорить сращивание отломков кости [8].

В настоящее время многие предприятия выпускают продукцию для травматологии и ортопедии. Среди них – производители имплантатов и инструментов для остеосинтеза "O & M Medical GmbH" (Germany, Herrnburg) [9], научно-производственное общество "ИНМЕД" (Украина, Киев) [10] и другие.

Однако одной из основных проблем в лечении травм является определение как необходимости применения остеосинтеза, так и правильного выбора накладных пластинок для крепления костей, определения мест и способов крепления пластинок и т.д. В медицинской практике обычно этот вопрос решается интуитивно, на основе долговременного опыта врачей-травматологов. При этом пока не существует средств для научно обоснованной проверки правильности выбора.

В работе предлагается разработка консультативной системы, которая на основе рентгеновских снимков может генерировать рекомендации по остеосинтезу в конкретном случае травматизма.

При этом, будучи программно-аппаратной системой, она позволяет:

- восстановить 3D-образ переломов на мониторе и продемонстрировать порядок манипуляций для правильного соединения костей с нанесением минимального ущерба на организм;
- предложить подходящие варианты о накладке дополнительных пластин с учетом особенностей организма (возраст, вес пациента, основные факторы внешнего воздействия на рассматриваемые части конечностей и т.д.);
- определить конфигурацию (геометрию) и расположение пластинки на костях, осуществить автоматический расчет ее прочности с учетом мест крепления.

III. СТРАТЕГИЯ РЕАЛИЗАЦИИ

В настоящее время хорошо развиты математические методы, которые могут позволить распознавать части сломанных костей по нескольким рентгеновским снимкам, визуализировать их на мониторе компьютеров, определять совместимость (соединяемость) виртуальных объектов, локализовать возможные свободные области для креплений.

С другой стороны, можно также выбирать из числа доступных и виртуально размещать накладные пластинки на виртуально соединенные кости с учетом совмещения возможных участков крепления.

Наконец, методами теории механики твердого тела можно рассчитать силовое воздействие на части костей и на накладную планку при различных нагрузках, обусловленное мускулатурной работой конечностей, возможными внешними воздействиями, что позволит выбрать наиболее подходящую по конфигурации накладную планку и соответствующие детали крепления.

Следует учесть, что перечень всех возможных нагрузок, на которые необходимо рассчитывать прочность остеосинтезированного узла, может определяться экспертным мнением и все время пополняться за счет выявления новых обстоятельств. Мнение экспертов может быть выражено в кристаллизованном виде, когда хорошо изучены все условия и обстоятельства рассматриваемого случая. Или в виде заключения о нецелесообразности тех или иных видов накладок при определенных условиях. Также в виде мнения об изменяющейся шкале оценки целесообразности различных вариантов накладных планок и деталей крепления.

Таким образом, механизм достижения проектной цели представляется следующим образом.

Если врачи склонны применять лечение остеосинтезом, то в систему вводится исходная информация о пациенте, а именно рентгеновские снимки сломанных костей и медико-физиологические данные пациента (возраст, перенесенные болезни, состояние мускулатуры и т.д.).

На основании обработки этой информации определяются характер перелома и последовательность манипуляций для правильного соединения костей.

Затем анализируются геометрия костей и доступные участки для применения планок и креплений и из базы данных выбираются подходящие для дальнейшего расчета на прочность. Определяются критические нагрузки, поддерживаемые планками, деталями крепления и частями костей.

Далее вся информация по результатам обработки выводится на экран монитора. При этом кости в их текущем (сломанном) состоянии, при правильном соединении, при наложении планок и креплений генерируется как 3D объект.

IV. ЗАДАЧИ РЕАЛИЗАЦИИ

Создание консультативной системы по фиксации трубчатых костей может быть разработано поэтапно. Перечислим задачи, которые в соответствии с описанной стратегией вполне реализуемы:

- создание программного обеспечения для распознавания образов на основе введенной информации по рентгеновским снимкам;
- создание программного модуля генерации 3D-образ (3D-визуализация), которое позволяет просматривать переломы с разных точек зрения;
- разработка программного модуля, определяющая и рекомендуемая наиболее ущербную манипуляцию для соединения переломов;
- расчет нагрузок на конечности (на кости) при различных нагрузках, как в ходе лечебного, так и послелечебного периода;
- определение необходимости дополнительных приспособлений (пластинок и др.) для поддержания костей за лечебный и послелечебный период (с учетом экспертных мнений по рассматриваемому классу переломов);
- определение расположения и мест крепления пластинок и/или других приспособлений, с учетом особенностей пациента (хрупкость костей, жировая или мышечная масса, факторы внешнего воздействия, связанные с родом деятельности или условиями жизни пациента и т.д.);
- разработка программного модуля для выбора наиболее подходящей пластинки и расчет ее прочности при различных нагрузках;
- осуществление учета экспертного мнения по истории применения креплений к различным переломам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хотя структура скелета человека и общая конфигурация отдельных костей у людей одинаковы, как утверждают врачи, организм каждого человека является совершенно уникальным. Поэтому выбор и расчет жесткости пластинок и соединений должны разрабатываться сугубо индивидуально для каждого пациента.

Разработанная программа может предсказать поведение соединения "кость + накладные пластинки" в различных

допустимых нагрузках, и она будет выполнять работу быстро и эффективно, предоставляя врачу наиболее рациональный вариант соединения.

Очевидно, предложенная система, автоматизирующая и многократно ускоряющая трудоемкий процесс выбора накладных пластинок и соответствующий сценарий выполнения операций, после создания и тестирования прототипа может быть внедрена в травматологических клиниках и даст большой импульс к совершенствованию новых видов накладных пластинок. Таким образом, предложенная система может способствовать мультидисциплинарному исследованию в поддержке творческого медицинского обслуживания.

Как указано выше, главными особенностями предлагаемой программной системы являются быстрое определение характера переломов, последовательности манипуляций для исправления сломанных костей и выбор необходимой системы пластинок и креплений, с указанием мест крепления. При этом учитываются действующие внутренние (связки мускулатуры) и внешние факторы окружающей среды (конфигурации используемой повседневной мебели, профессиональных привычек пациента, направление движения уличного транспорта и т.д.). Таким образом, проектное предложение вполне отвечает требованию учета факторов окружающей среды в прогнозирующих моделях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Л.Н. Анкин, Остеосинтез металлическими пластинами. Киев: Здоров'я. –1989, 86 с.
- [2] В.И. Стецула, А.А. Девятков, Чрескостный остеосинтез в травматологии. Киев.: Здоров'я, 1987, 200 с.
- [3] Переломы костей. Виды переломов, <http://travma.biz/perelom.htm>
- [4] Online справочник травматолога: Классификация переломов, www.trauma.com.ua
- [5] Травматология и травматизм: Перелом костей – лечение переломов, www.israelmedicine.ru
- [6] Центр травматологии и ортопедии – госпиталь ФТС в Москве, <http://traumatology.eurodoctor.ru>
- [7] А. Гусев, Что такое остеосинтез? <http://shkolazhizni.ru>
- [8] Центр Илизарова, www.ilizarov.ru
- [9] "O & M Medical GmbH", www.ommedical.com
- [10] НПО "ИНМЕД", www.inmed.kiev.ua