

с использованием реверсированного отрезка большой подкожной вены неповрежденной нижней конечности. Костные отломки иммобилизуют аппаратами внешней фиксации. Целью нашего исследования явилась разработка метода восстановления поврежденной артерии (дефекта) в условиях огнестрельного перелома сегмента конечности.

Материал и методы исследования. Согласно «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приказ МЗ СССР №755 от 12.08.1987 г) и Федеральному Закону РФ «О защите животных от жестокого обращения» от 01.01.1997 г. В экспериментах на 25 беспородных собаках мы установили, что при огнестрельном костно-артериальном повреждении бедра образуется дефект между концами бедренной артерии 4-6 сантиметров. При попытке соединения концов поврежденной артерии при таком диастазе можно ожидать неуспех первичного шва с натяжением, так как не удаётся сопоставить концы поврежденной бедренной артерии из-за большого диастаза. Мы отработали в эксперименте, и получив хорошие результаты предлагаем при огнестрельном костно-артериальном повреждении бедра выполнять чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез огнестрельного перелома бедра с укорочением сегмента конечности в пределах необходимого, чтобы сшить освеженные концы бедренной артерии (в месте образования дефекта) с допустимым натяжением. В созданной системе аппарат-конечность через 10 суток необходимо развивать дистракционные усилия по 1 мм в сутки в четыре приёма до полного восстановления длины сегмента. После этого аппарат чрескостного остеосинтеза необходимо перевести в режим стабилизации на 2-4 месяца.

Результаты исследования и их обсуждение. Ультразвуковая доплерография и контрастная ангиография показали проходимость бедренной артерии. При ультразвуковой доплерографии на 5 сутки в оперированной артерии скорость кровотока была в два раза больше, чем в интактной артерии. Это было связано с развивающимся по-

сле операции отеком, оказывающим давление на сосуд. Диаметр оперированного сосуда составлял 3 мм, тогда как на контралатеральной конечности он равнялся 3,5 мм. На 20 сутки скорость кровотока в исследуемом сосуде становилась уже в полтора раза больше, чем в интактной артерии. Диаметр увеличивался до 3,2 мм. На 40 сутки скорость кровотока и диаметр оперированной артерии соответствовали артерии контралатеральной конечности. При контрольной рентгенографии дистракционный регенерат приобретал костную плотность к 4-5 месяцам. Производились поперечные срезы артерии в зоне анастомоза и артерии контралатеральной конечности соответствующего уровня, с последующей окраской гематоксилин – эозином. Через 30 суток зона анастомоза перекрывалась эндотелием, наблюдалось утолщение адвентиции за счет огрубевших коллагеновых волокон, ширина просвета существенно не отличалась от контралатеральной артерии.

Заключение. При огнестрельном переломе бедренной кости с образованием дефекта артерии необходимо создавать укорочение в пределах необходимого для наложения сосудистого шва. Перелом фиксируется аппаратом чрескостного остеосинтеза с развитием дистракционных усилий до полного восстановления длины всех тканей сегмента. Разработка данной тактики перспективна для внедрения в клиническую практику, когда раненый с костно-артериальным повреждением будет оперирован в ближайшие 2 часа после ранения, и находиться в этом же стационаре до перевода аппарата чрескостного остеосинтеза в режим стабилизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гуманенко Е.К. Военно-полевая хирургия. – СПб, 2004. – 464 с.
2. Шаповалов В.М., Грицанов А.И., Ерохов А.Н. Травматология и ортопедия. – СПб, 2003. – 499с.
3. Балин В.Н., Бисенков Л.Н. и соавт. Указания по военно-полевой хирургии. – М, 2000г. – 415с.

Технические науки

ОПИСАНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ С МНОГОЗНАЧНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Исаев С.А.

*Московский Государственный Технологический Университет «СТАНКИН»
Москва, Россия*

Широкое распространение сложных технических систем предполагает активное их исследование в процессе эксплуатации с целью прогнозирования их поведения. Большинство технических систем относят к классу нелинейных

систем. В отличие от линейных систем, в нелинейной системе характер собственных движений зависит от начальных условий, и одна и та же система при различных начальных условиях может совершать различные по своему характеру движения.

Особенности поведения нелинейных систем и многообразие процессов в них создают трудности точного их математического описания и теоретического изучения. Несмотря на это, задачи исследования нелинейных систем постепенно приобретают в современной технике все более актуальное значение. Особенное значение приоб-

ретают проблемы связанные со звеньями, обладающими существенной нелинейностью.

Нелинейности этой группы чрезвычайно разнообразны, а элементы с такими характеристиками имеют широкое применение в автоматических системах. Среди нелинейностей такого рода выделяют группу нелинейностей, выход $y(t)$ которых зависит не только от значения входа $x(t)$, но и от направления его изменения, т. е. от знака $x'(t)$. Характеристики таких звеньев называются многозначными.

Распространенными примерами звеньев с многозначными характеристиками являются звенья с нелинейностями типа гистерезиса. Гистерезис – это существенная нелинейность, которая имеет место во многих промышленных, экономических и физических системах.

Можно предложить, что нелинейность типа гистерезиса – это вид преобразователя Γ , который связывает переменный вход $x(t)$ и переменный выход $y(t)$. Этот преобразователь Γ не является функцией, поскольку для одного и того же входного значения $x(t_*)$, могут быть различные значения выхода $y(t_*)$. Другими словами, выход $y(t)$ зависит не только от входа $x(t)$, $t \geq t_*$, но и от начального состояния $w = w(t_*)$ системы Γ .

$$y(t) = R_{a,b}[t_0, h_0]x(t) = \begin{cases} h_0, & \text{если } a < x(t) < b \quad \forall t \in [t_0, t]; \\ 1, & \text{если } \exists t_1 \in [t_0, t] \mid x(t_1) \geq b, \quad x(t) > a \quad \forall t \in [t_1, t]; \\ 0, & \text{если } \exists t_1 \in [t_0, t] \mid x(t_1) \leq a, \quad x(t) < b \quad \forall t \in [t_1, t]; \end{cases}$$

Простейшая схема соединения гистерезисов, по сути своей ничем не отличается от стандартного параллельного соединения гистерезисов. Если предположить, что мы имеем несколько реле:

$$R^j = R_{a_j, b_j}, \quad 1 \leq j \leq N,$$

параллельное соединение реле R^j с весами $m_j = m(j) > 0$, будет описываться следующей формулой:

$$y(t) = y[t_0, h_0](t) = \sum_{j=1}^N m_j R^j[t_0, h_0(j)]x(t), \quad t \geq t_0$$

Непрерывным аналогом параллельного соединения ряда реле, является модель Прейзаха. Она была впервые предложена почти две трети века тому назад лет для описания ферромагнетизма.

Для исследования систем с гистерезисом в начале 70-х годов группой математиков под руководством Красносельского была выработана следующая концепция:

1. Выделение элементарных нелинейностей типа гистерезиса, называемых гистерезисами.
2. Рассмотрение сложных нелинейностей в виде схемы соединения гистерезисов.
3. Установление принципов идентификации.

В наши дни такой подход к исследованию нелинейностей типа гистерезиса является стандартным и содержит большое количество разновидностей в зависимости от выбора гистерезисов и типа схемы соединения.

Среди гистерезисов наиболее важными признаются нелинейности типа “неидеальное реле”. Неидеальное реле (с пороговыми значениями $a < b$) является простейшим гистерезисным преобразователем. Такая система обозначается $R_{a,b}$. Ее выходные значения могут принимать одно из двух значений 0 или 1: в любой момент реле либо “выключено”, либо “включено”.

Изменение выхода $y(t)$ зависит от изменения входа - произвольной непрерывной скалярной функции $x(t)$ ($t \geq t_0$) и начального состояния h_0 , значение которого может быть либо 0, либо 1 и в момент времени t определяется по следующей формуле:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. A. Visintin, “Differential Models of Hysteresis” Springer, Berlin, 1994.
2. М.А. Красносельский, А.В. Покровский, “Системы с гистерезисом” Наука, Москва 1983.
3. A. Visintin, “Six talks on hysteresis” C.R.M. Proceedings and Lecture Notes, 13, 1998, 207-236.