

DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-3-279-294

УДК 619:616–089.8:6367



Обзорная статья

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА У МЕЛКИХ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ В СОВРЕМЕННОЙ ВЕТЕРИНАРНОЙ ПРАКТИКЕ

И.Г. Киселев, М.И. Родин

Статья посвящена общему обзору различных систем для наружного остеосинтеза, применяемых в современной ветеринарной медицине.

Целью исследования явилось обобщение и анализ статей, посвящённых использованию различных систем для наружного остеосинтеза, применяемых в современной ветеринарной медицине.

Проведен анализ технической базы основных узлов исследуемых систем для наружного (чрескостного) остеосинтеза. Проведена оценка возможности сборки аппаратных конструкций из деталей исследуемых систем с точки зрения аппаратных конфигураций.

В результате исследования установлено:

- Для обеспечения функционального многообразия аппаратных комбинаций, системы исследуемые в работе, используют радиусные компоненты (кольца и их производные), которые берут свое начало от колец, представленных в системе Илизарова.

- Наличие специальных зажимных устройств в системах, расширяет клинический диапазон применения аппаратных конструкций для чрескостного остеосинтеза.

- Использование поворотных механизмов в виде кронштейнов (карданов, шарниров) расширяет технологические возможности применения аппаратов наружной фиксации при необходимости пространственного управления аппаратными конструкциями как при операциях, так и в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: системы для наружного остеосинтеза; компоновки аппаратных конструкций; кольца; зажимные устройства; кронштейны; аппаратные конфигурации

Для цитирования. Киселев И.Г., Родин М.И. Сравнительная характеристика различных систем для обеспечения чрескостного остеосинтеза у мелких домашних животных в современной ветеринарной практике // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2023. Т. 15, №3. С. 279-294. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-3-279-294

Scientific review

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF DIFFERENT SYSTEMS FOR PROVIDING TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS IN SMALL PETS IN MODERN VETERINARY PRACTICE

I.G. Kiselev, M.I. Rodin

The article is devoted to a general review of various systems for external osteosynthesis used in modern veterinary medicine.

The aim of the study was to summarize and analyze articles on the use of various systems for external osteosynthesis used in modern veterinary medicine.

The analysis of the technical base of the main components of the systems under study for external (transosseous) osteosynthesis was carried out. An assessment was made of the possibility of assembling hardware structures from the parts of the systems under study from the point of view of hardware configurations.

The study found:

- To ensure the functional diversity of hardware combinations, the systems studied in the work use radius components (rings and their derivatives), which originate from the rings represented in the Ilizarov system.

- The presence of special clamping devices in the systems expands the clinical range of application of hardware structures for transosseous osteosynthesis.

- The use of rotary mechanisms in the form of brackets (cardans, hinges) expands the technological possibilities of using external fixation devices, if spatial control of hardware structures is necessary, both during operations and in the postoperative period.

Keywords: *systems for external osteosynthesis; layout of hardware structures; rings; clamping devices; brackets; hardware configurations*

For citation. *Kiselev I.G., Rodin M.I. Comparative Characteristics of Different Systems for Providing Transosseous Osteosynthesis in Small Pets in Modern Veterinary Practice. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2023, vol. 15, no. 3, pp. 279-294. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-3-279-294*

Введение

Технология чрескостного остеосинтеза базируется на возможности обеспечивать фиксацию отломков костей скелета, образованных спонтанно (вследствие перелома), либо прогнозируемо (вследствие остеотомии) при помощи стержней или спиц, закрепленных в разнообразных внешних устройствах. Мировой опыт ветеринарной медицины в области чрескостного остеосинтеза напрямую связан с разработками конструкций аппаратов наружной фиксации изначально предложенных для осуществления оперативных вмешательств в медицине.

Цель работы

Обобщение и анализ статей, посвящённых использованию различных систем для наружного остеосинтеза, применяемых в современной ветеринарной медицине.

Материалы и методы исследования

Аппарат Илизарова, разработанный в середине двадцатого века для лечения опорно-двигательного аппарата у человека, начиная с конца 80-х годов прошлого столетия стал применяться в области ветеринарии для лечения собак, кошек и более крупных животных, включая лошадей и КРС. Положительные клинические результаты применения аппаратов системы Илизарова у животных способствовали появлению ряда выдающихся научных трудов в области ветеринарного чрескостного остеосинтеза. Была раскрыта биомеханическая суть чрескостного остеосинтеза у мелких домашних животных. Определены фундаментальные механизмы distractionно-компрессионного остеосинтеза, разработаны методы лечения деформаций конечностей и ложных суставов при помощи аппаратов наружной фиксации. Так в диссертационных трудах [2, 19, 34] даются описания формирования аппаратных компоновок по Илизарову, предназначенные для осуществления наружного остеосинтеза периферического скелета у собак. Изучены методы и уровни введения чрескостных элементов на различных сегментах грудных и тазовых конечностей. На основе системы Илизарова были разработаны методы оперативного лечения переломов таза [36, 38]. В ряде научных трудов рассмотрены вопросы репаративного остеогенеза у собак, как ключевое событие при лечении различных переломов с применением наружной фиксации [7, 35, 37]. Основным критерий, который предъявляется к аппаратам наружной фиксации в период послеоперационной эксплуатации – это максимальная жесткость, образованная в системе аппарат-кость, с целью удержания отломков костей в заданном положении с минимальным или от-

сутствующим люфтом на весь период предполагаемого заживления кости с учетом массы пациентов, их размеров и возрастных особенностей. Наиболее детально понятие жесткости аппаратов наружной фиксации раскрыто на страницах диссертационного труда [8, 9, 20]. Жесткость непосредственно связана с аппаратной комбинацией. Так монологические аппаратные конструкции создают эластичную фиксацию фрагментов. Более жесткими являются двусторонние или рамочные опоры [5, 21, 24, 28].

Возможность выбора комплектующих для конструирования аппаратов наружной фиксации обеспечивается за счет системного подхода. Когда из имеющегося стандартного комплекта деталей проводится сборка необходимой компоновки с известными оптимальными жесткостными характеристиками. В ряде ортопедических случаев возникает необходимость применения аппаратов наружной фиксации, обеспечивающих перемещение отломков в аппаратной конструкции, сохраняя жесткость. Клиническая целесообразность оперативного и послеоперационного перемещения в пространстве (управление отломками) аппаратов, которая не свойственна погружным фиксаторам, а также аппаратам с гладкой опорой без приводных механизмов, адресуется аппаратам, у которых имеется возможность перемещения составляющих их частей, как правило, по резьбовой тяге линейно, либо имеется возможность многоосевого перемещения с использованием гексаподных конструкций [13, 23, 27]. Исключение составляет особый вид погружных фиксаторов (интрамедуллярные стержни) с храповым механизмом.

Конструктивные особенности характеризуются тем, что в современной ветеринарной практике, в большинстве своем, используются не отдельные аппаратные конструкции, как таковые, разработанные тем или иным автором, а целые системы, которые состоят из множества различных компонентов и включают в себя технические элементы, предложенные рядом авторов в разные периоды времени. Что дает возможность обеспечить максимально рациональное применение той или иной системы, при различных травма-ортопедических патологиях. Сама же аппаратная конструкция, примененная для различных оперативных нужд, компоновка согласно внутренней концепции, присущей данной системе. В отдельных случаях систему определяет ряд однотипных аппаратных конструкций, предназначенных для конкретного сегмента конечности каждая, и имеющая свои особенности. Например, группа монологических аппаратов наружной фиксации фирмы Orthofix, применяемых в гуманитарной медицине, построены по одному принципу удержания чрескостных элементов в аппаратных конструкциях. Данные устройства выполнены из одних и тех же материалов, имеют шарнирные и дистракционные узлы, при этом

есть аппарат для голени, бедра, плеча и предплечья. В клинической ветеринарии такие варианты аппаратов применяются единично.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Структура исследуемых систем для чрескостного остеосинтеза.

За образец понимания функционирования системы для чрескостного остеосинтеза в нашем исследовании принята система Илизарова, которая предусматривает применение всевозможных конструкций (аппаратов), смонтированных из комплектующих деталей, с максимальным клиническим приложением. Система Илизарова используется при лечении осевого скелета – череп (включая нижнюю челюсть), позвоночник, таз; периферического скелета – весь пояс верхних и нижних конечностей, включая область стопы и пясти, что делает данную систему максимально универсальной.

Как видно из таблицы 1, первичными системообразующими компонентами по Илизарову являются кольца (Рис. 2а) с круглыми отверстиями, расположенными по периферии. Кольца и производные (полукольца, 2/3 кольца и пр.) представлены различными типоразмерами. Также в системообразующие компоненты входят резьбовые стержни, фиксирующие спицы элементы, и крепеж.

Таблица 1.

Структура исследуемых систем для чрескостного остеосинтеза

Системы	Первичные системообразующие компоненты	Дополнительные компоненты
Г.А. Илизарова	<ul style="list-style-type: none"> • Дуги(кольца) с круглыми отверстиями по периферии различных типоразмеров резьбовые стержни • спицефиксаторы • гайки. 	Планки, кронштейны, балки, карданы, расширенная линейка спице- и стержнефиксаторов, телескопические опоры.
AIMAX	Зажимные устройства и гладкие опоры в трех типоразмерах	Полноценные копии дуг (колец), кронштейнов, встречаемых в системе Илизарова
Киршнера	Зажимные устройства и гладкие опоры в трех типоразмерах	Нет
SECUROS	Зажимные устройства и гладкие опоры в трех типоразмерах	Полноценные копии дуг (колец), встречаемых в системе Илизарова
Ad Maiora	Зажимные устройства и гладкие опоры в трех типоразмерах	Оригинальные дугокольцевые компоненты с характерным пазированным радиусом
VO-SYS-OP-TIMA	Зажимное устройство (полифункциональный моноблок) в одном универсальном типоразмере. Гладкие опоры разных типоразмеров.	Оригинальные дугокольцевые компоненты со способностью фиксировать резьбовые и безрезьбовые стержни.

Дополнительными же компонентами мы выделяем планки, кронштейны, балки, оригинальные спице- и стержне-фиксаторы, телескопические опоры, варианты которых дополнялись в систему в процессе многолетней клинической апробации той или иной аппаратной конструкции. Так, согласно ТУ-64-1 2951-72 г. на комплект компрессионно-дистракционных аппаратов Г.А. Илизарова, в него не входят кронштейны, а спицедержатели представлены только разборными (рамочные). Комплектация системы по Илизарову более поздних лет включает в себя всевозможные кронштейны, болты спице- и стержнедержатели, различные приставки, карданные устройства и т.д. [3, 22, 31, 32]. Наличие дополнительных компонентов в системе способствует максимально возможной клинической применимости аппаратов, смонтированных из имеющихся деталей. При этом специальных зажимных устройств, работающих самостоятельно, в монолатеральных и билатеральных аппаратных комбинациях в системе Илизарова не предусмотрено.

В предлагаемых в мировой ветеринарной практике системах для чрескостного остеосинтеза, в качестве дополнительных компонентов используют кольца и их производные.

Ввиду того, что изначально в исследуемых системах имелась техническая возможность построения только монолатеральных и билатеральных аппаратных комбинаций – циркулярные компоненты не предусматривались. Циркулярные компоненты (кольца), применяемые в представленных в анализе системах, могут быть оригинальными, являясь дальнейшим развитием идеи использования кольцевых опор по Илизарову, либо в системах применяются, по нашему мнению, точные копии колец Илизарова.

Так, в системе для чрескостного остеосинтеза, предложенной фирмой IMEX (США), основным узлом, фиксирующим чрескостные стержни и, одномоментно, опоры, является зажимное устройство, разработанное доктором Россом [4,33]. (Рис. 2Б). На базе данного устройства построена вся первоначальная концепция сборки монолатеральных и билатеральных аппаратных конструкций системы IMEX, при этом дополнительными компонентами максимально расширяющими технологические возможности аппаратов данной системы являются кольца (Рис. 1Б) и их производные. Отличием колец IMEX от колец по Илизарову является только то, что кольца IMEX и их производные выполнены из алюминиевого сплава.

Аналогичную картину комплектации системы для чрескостного остеосинтеза мы наблюдаем при рассмотрении системы SECUROS (США), где основными элементами, фиксирующими чрескостные стержни, являются

устройства, прототипами которых, по нашему мнению, являются зажимные устройства, берущие начало от [10, 14, 15, 29]. (Рис. 2В), но при этом как дополнительные компоненты в системе представлены кольца и их производные, которые, по нашему мнению, также являются точной копией колец Илизарова, только выполненные из углепластика и алюминия. Система, представленная компанией Ad Maiora (Италия), по нашему мнению, берет свое начало от аппаратной конструкции доктора Кастамана [18, 30], где основной компонент системы представлен двумя планками для крепления чрескостных элементов посредством стержнедержателей, выполненных из алюминиевых сплавов и соединенных оригинальным шарниром. Система впоследствии дополнена оригинальным зажимным устройством (Рис. 1Г). Для расширения функций данной системы в ветеринарии в дальнейшем были предложены оригинальные циркулярные компоненты в виде колец с характерными прорезями (Рис. 2Г), данные кольца производятся из алюминия и углепластика.

Применяемая в ветеринарной медицине система Киршнера [6, 17] за длительный период эксплуатации не претерпела значительных инженерных преобразований крепежного узла (Рис. 1В) и используется в настоящее время под названием система Киршнера-Эхмера. Оригинальные зажимные устройства Киршнера применяются в молатеральных и билатеральных комбинациях. В разработанной нами системе VOSYS-OPTIMA (Оптимизированная Ветеринарная Система), предложенной для чрескостного остеосинтеза у собак и кошек различного размера и массы тела, системообразующим компонентом являются полифункциональные моноблоки в одном универсальном типоразмере с круглыми и каплевидными отверстиями и отдельно оснащенные резьбовым штоком [16]. Дополнительными же компонентами системы являются оригинальные кольца (Рис. 2Д) и их производные [39], которые, в отличие от колец системы Илизарова, имеют каплевидную или П-образную форму отверстий, расположенных по периферии.

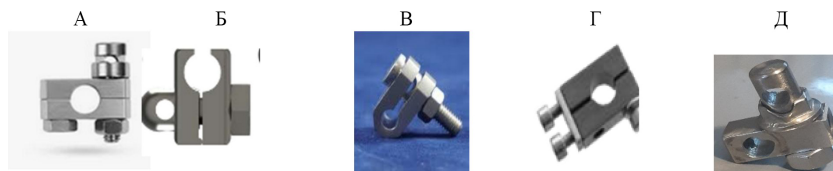


Рис. 1. Зажимные устройства различных систем

А – зажимное устройство системы IMEX; Б – зажимное устройство системы SECUROS; В – зажимное устройство Kirchner; Г – зажимное устройство Ad Maiora; Д – зажимное устройство VOSYS-OPTIMA.

Являясь основой для построения «идеальной» рамы, кольца, применяемые в аппаратах наружной фиксации, определяют тип используемых при монтаже вертикальных опор (соединительных стержней). В системе Илизарова используются, в подавляющем большинстве случаев, цельно-резьбовые стержни различной длины и диаметра, выполненные из нержавеющей стали.

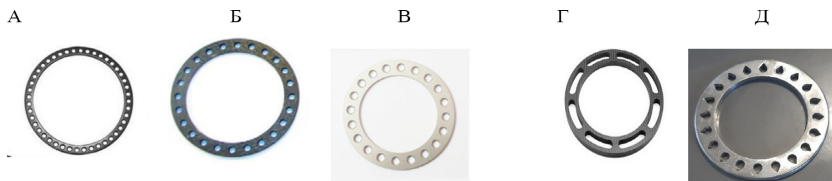


Рис. 2. Кольца, используемые в различных системах

А – кольцо (производные), используемое в системе Илизарова; Б – кольцо (производные), используемое в системе SECUROS; В – кольцо (производные), используемое в системе IMEX; Г – кольцо (производные), используемое в системе Ad Maiora; Д – кольцо (производные), используемое в системе VOSYS-OPTIMA.

Так М.А. Степанов (2007) [12], в своей диссертационной работе указывает, что в качестве соединителей опор для двух производных колец при формировании базовой компоновки применял резьбовые стержни диаметром 5 и 6 мм длиной 60-150 мм в зависимости от размера кости. Такой же тип построения конструкций с использованием цельнорезьбовых стержней указывается в научных трудах, связанных с применением наружной фиксации по Илизарову.

Соответственно, представленные в данной работе системы построения аппаратных конструкций с использованием варианта кольца с круглыми отверстиями, напрямую подчиняются технологии построения компоновок по Илизарову. Имея при этом дистракционно-компрессионную функцию линейного перемещения отломков в аппаратных конструкциях. Как правило, подобный тип рамных конструкций требует полной ее сборки перед операцией. При этом в системе VOSYS-OPTIMA дизайн кольца позволяет кроме резьбовых стержней, используемых в системе Илизарова, использовать гладкие стержни различного диаметра, не превышающих диаметр каплевидных или П-образных отверстий с применением специфических крепежных скоб. Данная конструкция кольца позволяет несколько изменить принцип наложения циркулярной аппаратной компоновки, когда на проксимальный и дистальный отломок накладываются кольцевые опоры отдельно, а затем, после репозиции костных отломков, кольцевые опоры

соединяются безрезьбовыми стержнями, которые могут быть выполнены из углепластика, титана, алюминия, либо стали.

Несомненным преимуществом при использовании циркулярных и полуциркулярных компоновок является использование кронштейнов одноосевого и двухосевого перемещения (кронштейн двусторонний по Илизарову). Как правило, данные детали применяются при коррекции угловых деформаций [25], а также способствуют угловому расположению аппаратных конструкций между двумя сегментами (проксимальным и дистальным) при стабилизации суставов.

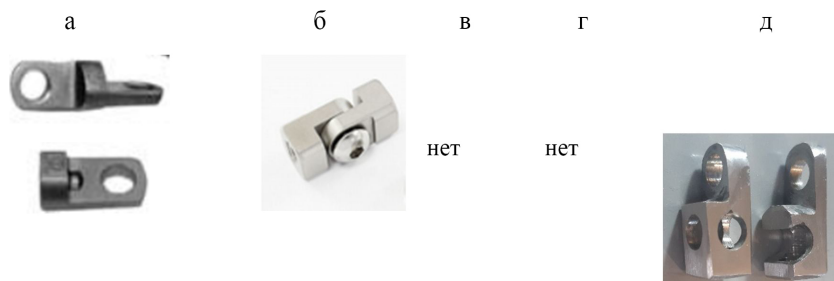


Рис. 3. Кронштейны одноосевого и двухосевого перемещения

а – кронштейны, используемые в системе Илизарова; б – кронштейны, используемые в системе IMEX; д – кронштейны, используемые в системе VOSYS-OPTIMA.

На рис. 3 представлены узлы перемещения (кронштейны) в аппаратных конструкциях, применяемые только в системах Илизарова, AIMAX и VOSYS-OPTIMA. В остальных системах кронштейны не используются, что исключает возможность изменения угла аппаратных конструкций для осуществления коррекции деформации, либо осуществить возможность стабилизации смежных суставов, используя циркулярные и полуциркулярные комбинации. Кронштейны, применяемые в системах Илизарова (Рис. 3а) и AIMAX (Рис. 3б) представляют собой устройства в виде призмы с выбранным пазом, и имеющие торцевое резьбовое отверстие для крепления кронштейна к резьбовому стержню, либо плоскости кольцевой опоры. Отличие состоит в том, что в ответном кронштейне системы AIMAX имеется боковое резьбовое отверстие. Кронштейны системы Илизарова соединяются проходным болтом с гайкой. Кронштейны системы VOSYS-OPTIMA имеют более расширенный функционал, т.к. кроме осуществления поворотной одноосевой функции с креплением резьбовых стержней в торец имеется возможность фиксировать безрезьбовые стержни в поло-

жении сдвоенного зажима, а также имеется возможность установки кронштейна на безрезьбовой опоре с использованием резьбового штока для фиксации чрескостных элементов. Кронштейны предусмотрены двух типов: закрытые и открытые (Рис. 2д).

2. Формирование аппаратных конфигураций исследуемых аппаратных систем

Несомненным плюсом некоторых аппаратных систем, рассматриваемых в данной работе, является возможность осуществления построения аппаратных компоновок различного пространственного положения согласно имеющимся классификациям. Несмотря на то, что в мире предложено большое количество вариантов классификации аппаратов внешней фиксации [1, 11] мы придерживаемся мнения, что наиболее предметная классификация дана И.В. Зедгенидзе (2015) [26]. В основу данной классификации положена архитектурная оценка аппаратных конфигураций, отражающая биомеханические свойства смонтированных аппаратных конструкций.

Так, исходя из таблицы 2, в системе Илизарова есть возможность построить циркулярную, полуциркулярную и секторную конфигурации аппаратов как линейного, так и многоосевого перемещения за счет дополнительного оборудования: поворотных кронштейнов и карданных устройств. При этом в качестве построения аппаратной рамы могут использоваться кольца, полукольца, дуги. В качестве чрескостных элементов могут применяться как спицы, так и стержни, удерживаемые как на плоскости радиусных элементов, так и на кронштейнах с различным количеством отверстий.

Использование вариантов молатеральных и билатеральных конфигураций из деталей системы Илизарова встречаются в клинической практике домашних животных достаточно редко, так как специализированных зажимных устройств в системе не предусмотрено, а использование отдельно балок, входящих в комплект, имеющих круглые отверстия с установленными в них спице- и стержнедержателями в качестве аппарата наружной фиксации, на наш взгляд, недостаточно эффективно с клинической точки зрения. Гибридные конфигурации с использованием системы Илизарова безусловно возможны при сочетании кольцевых опор с какими-либо вариантами зажимных устройств.

В системе АІМАХ присутствуют абсолютно идентичные базовые компоненты, соответствующие деталям аппарата Илизарова, и соответственно, построение аппаратных комбинаций осуществляется по тому же принципу, что и в аппарате Илизарова. При этом в системе АІМАХ имеется зажимное устройство, которое позволяет формировать молатеральные и билатераль-

ные конфигурации аппаратов, а при использовании зажимных устройств и радиусных компонентов формировать гибридные конфигурации. Для возможности осуществления остеосинтеза у животных различной массы тела система AIMAX предлагает три типоразмера зажимных устройств.

Таблица 4.

Возможность формирования аппаратных конфигураций при использовании различных систем

Тип аппаратной конфигурации	Система Илизарова	Система AIMAX	Система Киршнера	Система SECUROS	Система Ad Maiora	Система VOSYS-OPTIMA
Монолатеральная	+/-	+	+	+	+	+
Билатеральная	+/-	+	+	+	+/-	+
Секторная	+	+	+	+/-	+	+
Полуциркулярная	+	+	-	+/-	+/-	+
Циркулярная	+	+	-	+/-	+/-	+
Гибридная	+/-	+	-	+	+/-	+

«+» - полноценная техническая оснащенность системы для возможности формирования аппаратной конфигурации; «+/-» - неполноценная техническая оснащенность системы для формирования аппаратной конфигурации; «-» - отсутствие технической возможности системы формировать аппаратную конфигурацию.

Аналогичное построение аппаратных конфигураций возможно и при использовании системы SECUROS, но при этом в источниках информации о системе не указано наличие деталей (кронштейны, шарниры, карданы) для перемещения узлов аппаратных конструкций, что дает возможность сделать вывод только о линейном перемещении отломков кости в аппаратах.

В системе Киршнера вся работа аппаратов происходит только с применением зажимных устройств на гладких опорах, поэтому возможности построения аппаратов циркулярной, полуциркулярной, секторной или гибридной конфигурации у системы не имеется.

В системе Ad Maiora представлены только кольца с прорезями, при такой конструкции возможность полноценного натяжения перекрестных спиц по Илизарову весьма затруднительна ввиду тонких стенок кольца, где натяжение спиц скорее всего вызовет деформацию опоры. А отсутствие в комплекте кронштейнов и других шарнирных устройств не позволяет проводить коррекцию деформаций и стабилизацию суставов.

Система VOSYS-OPTIMA имеет детальную базу для воспроизведения всех указанных аппаратных конфигураций в более расширенном диапазоне, ввиду того что модель циркулярной опоры позволяет в жесткой раме крепить не только резьбовые, но и гладкие стержни, выполненные из различных материалов. Одноостный шарнир, образованный спаренными кронштейнами, позволяет использовать в монтированных аппаратах поворотные схемы, при этом кронштейны могут использоваться как со стержнями, имеющими резьбу, так и с гладкими стержнями различного диаметра, не превышающих диаметр крепежного отверстия. Универсальный моноблок, составляющий основу системы, может использоваться как в монорежиме, так и в сочетании с резьбовым штоком для крепления чрескостных элементов.

Выводы

1. Для обеспечения функционального многообразия аппаратных комбинаций, системы исследуемые в работе, используют радиусные компоненты (кольца и их производные), которые берут свое начало от колец, представленных в системе Илизарова.

2. Наличие специальных зажимных устройств в системах, расширяет клинический диапазон применения аппаратных конструкций для чрескостного остеосинтеза.

3. Использование поворотных механизмов в виде кронштейнов (карданов, шарниров) расширяет технологические возможности применения аппаратов наружной фиксации при необходимости пространственного управления аппаратными конструкциями как при операциях, так и в послеоперационном периоде.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Работа не имела спонсорской поддержки, авторы не получали гонорар за исследование.

Список литературы / References

1. Rodin I., Sedov A., Kapustin A., Kremianskiy V., Gorbacheva Y. Prevalence and Etiological Factors Causing the Retention of the Placenta in Cows. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 144-158. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-4-144-158>
2. Antonov N.I. Treatment of dogs and cats with injuries of the pelvis and hip joint by transosseous osteosynthesis. 3rd ed. Kurgan, 2020.

3. Belyaev N.G., Rzhepakovsky I.V., Timchenko L.D., Areshidze D.A., et. al. Effect of training on femur mineral density of rats. *Biochemistry and Cell Biology*, 2019, vol. 19, no. 2, pp. 3549-3552.
4. Chekrysheva V.V., Rodin I.A. Therapies of purulent mastitis in cats. *Transaction Journal of Engineering, Management, and Applied Sciences and Technologies*, 2020, vol. 11, no. 10, pp. 1-7. <https://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2020.187>
5. Kontsevaya S. Yu. Analysis of reparative osteogenesis of certain types of bones of the musculoskeletal system in dogs under various conditions of fixation: thesis. Moscow, 2004, 302 p.
6. Fenchenco N.G., Khairullina N.I. Kilmetova I.R., Sabitov M.T., Rodin I.A., Gorlov I.F., Mosolov A.A. Probiotic supplement for feeding Aberdeen – Angus bulls: influence on the growth rate and quality of meat. *International Journal of Pharmaceutical Research (IJPR)*, 2020, vol. 12, no. 3, pp. 950-956. <https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.12.03.147>
7. Gurenko S.A., Sinelnikov B.M., Nagdalian A.A., Povetkin S.N., Ziruk I.V., Oboturova N.P., Trushov P.A., Rodin I.A. A Strategy For Macrodefects Coordinates Detection in Oxide Monocrystals. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2018, no. 9 (4), pp. 1640-1643.
8. Gurenko S.A., Sinelnikov B.M., Nagdalian A.A., Povetkin S.N., Ziruk I.V., Oboturova N.P., Trushov P.A., Rodin I.A. The Charge Components Proportions Influence On The Second Phase Emergence Probability, During Czochralski Process YAG MC Growth. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2018, no. 9 (4), pp. 1644-1647.
9. Ilizarov G.A., Palienco L.A., Shreiner A.A. Hematopoietic function of the bone marrow and its relationship with the activity of osteogenesis during reparative regeneration under conditions of leg lengthening in dogs. *Ontogenez*, 1984, vol. 15, no. 2, pp. 146-152.
10. Ilyasov Kh.Kh., Demchenkov, E.L. Chernyshkov A.S., Rodin I.A., Pushkin S.V., Povetkin S.N., Selyaninov D.B., Ambartsumov T.G. Features of the Phytopharmacological Preparations in the Metaphylaxis of Urolithiasis. *Pharmacophore*, 2020, vol. 11(5), pp. 66-71.
11. Karl H. Kraus. Patent. №: 6,340,361 US BI External fixator clamp and system., Karl H. Kraus., Jan. 22, 2002.
12. Kirschner O. Patent. Serial № 587, 545 US., Sercical apparatus Otto Kirschner. Vashow, Wash., Jan. 29, 1946.
13. Kiselev I.G., Rodin I.A., Bezin A.N., et al. Clinical Aspects of the Use of Smooth and Full-Threaded Rods of The VOSIS Veterinary Orthopedic Set in Cats. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 2019, vol. 8, no. 8, pp. 3212-3215.

14. Kiselev I.G. Patent № 149175 Russian Federation. IPC6 A61B17/56. Veterinary orthopedic kit VOSIS / Kiselev I. G. (RU); applicant and patentee - No. 2014145976/93; dec. 07/21/2014; prior 02/07/2013; publ. 20.12.2014, Bull. No. 35.
15. Kiselev I.G. Patent № 149174 Russian Federation. IPC6 A61B17/56. Monoblock universal / Kiselev I.G. (RU); applicant and patentee - No. 2014145975/93; dec. 07/21/2014; prior 03/19/2013; publ. 20.12.2014, Bull. No. 35.
16. Kiselev I.G. Patent № 10045822 B2 USA. MPK6 A61B17/60 Veterinary orthopedic kit / Kiselev I.G. (RU); applicant and patent holder - No. 14/765918; dec. 06/15/2013; publ. 08/14/2018.
17. Kiselev I.G. Patent № 2687610 Russian Federation. IPC6 A61B17/56. Orthopedic transformer / Kiselev I.G.; applicant and patentee - No. 2017137713; dec. 10/27/2017; publ. 05/15/2019 Bull. No. 14.
18. Kiselev I.G. Patent № 2739226 Russian Federation. IPC6 A61B17/56. Set for surgical treatment of fractures and reconstructive surgery for damage to the bones of the musculoskeletal system in mammals / applicant and patentee Kiselev I.G. - No. 2020113803; dec. 04/03/2020; publ. 22.12.2020 Bull. No. 36.
19. Koba I.S., Lysenko A.A., Koshchaev A.G., Rodin I.A., Shantyz A.U. Effective treatment of chronic endometritis in cows by florinazol preparation. *Indian Veterinary Journal*, 2017, vol. 94(11), pp. 15-18.
20. Kononovich N.A. Treatment of diaphyseal fractures of the leg bones in small domestic animals by transosseous osteosynthesis according to Ilizarov (experimental clinical study): thesis. Kurgan, 2005, 178 p.
21. Mitin V.N., Yagnikov S.A. Extrafocal osteosynthesis and compression-distraction method G.A. Ilizarov in dogs. *Veterinar*, 1998, 7-8, 4-9.
22. Nagdalian A.A., Oboturova N.P., Krivenko D.V., et al. Why does the protein turn black while extracting it from insects biomass? *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 2019, vol. 29, pp. 145-150.
23. Nuzhnaya K.V., Mishvelov A. E., Osadchiy S.S., Tsoma M.V., Slanova R.H., Kurbanova A.M., Guzheva K.A., Rodin I.A., Nagdalian A.A., Rzhepakovskiy I.V., Piskov S.I., Povetkin S.N., Mikhailenko V. Computer simulation and navigation in surgical operations. *Pharmacophore*, 2019, vol. 10 (4), pp. 43-48.
24. Osipchuk G.V., Povetkin S.N., Nagdalian A.A., et al. The issue of therapy postpartum endometritis in sows using environmentally remedies. *Pharmacophore*, 2019, vol. 10(2), pp. 82-84.
25. Rodin I.A., Gorbacheva Yu.A., Kremianskiy V.V., Kapustin A.V. Sedov A.V. Etiological factors causing the retention of the placenta in cows. *Pharmacophore*, 2021, vol. 12, no. 5, pp. 45-51.

26. Ross Jr. Patent. № 5,921,985. US External fixation device and method., Ross Jr. et al. Date of Jul. 13, 1999.
27. Samoshkin I.B. Reparative regeneration of bone tissue in dogs. *Veterinar*, 1996, no. 11.
28. Semenenko M.P., Kuzminova E.V., Tyapkina E.V., Rodin I.A. Modern View on the Use of Natural Bentonites in the Prevention of Gastroenteric Pathology of Piglets. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2018, no. 9 (6), 1513.
29. Semenov V.A., Rodin I.A., Okolelova A.I., Vinokurova D.P. Gavrilov B.V Control of Fetal Development in the Female Black Sea Bottlenose Dolphin (*Tursiops Truncatus Ponticus Barabash, 1940*) using Ultrasound Procedure and Studying the Dynamics of the Linear Dimensions of the Fetal Head. *International Journal of Management Humanities (IJMH)*, 2020, vol. 4, issue 5, pp. 39-45.
30. Semenov V.A., Rodin I.A., Vinokurova D.P., Okolelova A.I., Gavrilov B.V. Control of fetal development in the female Black Sea bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus ponticus Barabash, 1940*) using ultrasound procedure and studying the dynamics of the linear dimensions of the chest of the fetus. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS)*, 2020, vol. 11 (1), pp. 189-202.
31. Solomin L.N. Controlled combined osteosynthesis of long bones: development, justification, clinical use: thesis. Irkutsk, 1996, 40 p.
32. Solomin L.N. Fundamentals of transosseous osteosynthesis. M.: Publishing house BINOM, 2014. Vol. 1. 2nd edition, 328 p.
33. Stepanov M.A. The use of transosseous osteosynthesis in the treatment of fractures of the humerus in dogs (Experimental clinical study): thesis. Kurgan, 2007, 191 p.
34. Vilensky V.A. Usov S.Yu. Solomin L.N. Planning and correction of long bone deformities based on the use of 3D printing models. *Geniy ortopedii*, 2015, no. 1, pp. 34-39. <http://ilizarov-journal.com/index.php/genius/article/view/2369>
35. Yemanov A.A. Treatment of fractures of the forearm bones by transosseous osteosynthesis in dogs (Experimental clinical research): thesis. Kurgan, 2008, 183 p.
36. Zedgenidze I.V., Tishkov N.V. Comparative characteristics of systems of external fixation devices used in the treatment of diaphyseal and intraarticular fractures of long bones. *Siberian Medical Journal*. Irkutsk, 2015, no. 4, p. 130-136.
37. Zykova S.S., Danchuk M.S., Talismanov V.S., Tokareva N.G., Igidov N.M., Koshchaev A.G., Gugushvili N.N., Karmanova O.G., Rodin I.A. Predictive and experimental determination of antioxidant activity in the series of substituted 4 - (2,2 - dimethylpropanoyl)-3-hydroxy-1,5-diphenyl-1,5-dihydro-2H-pyrrrol-2-ones. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, vol. 10, no. 1, pp. 164--166.

38. Zykova, S.S., Igidov, N.M., Zakhmatov, A.V., Chernov, I.N., Rodin, I.A. Synthesis and Biological Activity of 2-amino-1-aryl-5-(3,3-dimethyl-2-oxobutylidene)-4-oxo-N-(thiazol-5-yl)-4,5-dihydro-1h-pyrrole-3-carboxamides. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2018, vol. 52(3), pp. 198-204.
39. Zykova S.S., Shurov S.N., Rodin I.A., Oktyabr'skii .N., Kokhanov M.A. Hepatoprotective and Antioxidant Activity of 8,8-Dimethyl-5-P-Tolyl-3,4,7,8-Tetrahydro-2H-Pyrido[4,3,2-de]Cinnolin-3- One. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2020, vol. 54(8), pp. 777-780.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Киселев Игорь Георгиевич, канд. вет. наук, докторант кафедры анатомии, ветеринарного акушерства и хирургии
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
ул. им. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация
vet.ortoped.system@gmail.ru

Родин Матвей Игоревич, ассистент кафедры анатомии, ветеринарного акушерства и хирургии
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
ул. им. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация
d22003807@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Igor G. Kiselev, Ph.D (Vet. Sci.), doctoral student of the Department of anatomy, veterinary obstetrics and surgery
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina
13, Kalinin Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation
vet.ortoped.system@gmail.com

Matvei I. Rodin, Assistant of the Department of anatomy, veterinary obstetrics and surgery
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina
13, Kalinin Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation
d22003807@mail.ru

Поступила 24.11.2022

После рецензирования 09.12.2022

Принята 18.12.2022

Received 24.11.2022

Revised 09.12.2022

Accepted 18.12.2022