



(51) МПК

A61N 1/36 (2006.01)*A61N 1/372* (2006.01)*A61N 1/18* (2006.01)*A61B 5/08* (2006.01)*A61D 17/00* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009128251/14**, **21.12.2007**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.12.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
22.12.2006 US 60/871,533(43) Дата публикации заявки: **27.01.2011** Бюл. № 3(45) Опубликовано: **27.04.2013** Бюл. № 12(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **US 2006282127 A1**, **14.12.2006**. **US 7069082**
B2, **27.06.2006**. **US 6021352 A**, **01.02.2000**. **RU**
2121382 C1, **10.11.1998**.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **22.07.2009**(86) Заявка РСТ:
US 2007/088557 (21.12.2007)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/080062 (03.07.2008)Адрес для переписки:
127055, Москва, а/я 11, пат.пов.
Н.К.Попеленскому, рег. № 31

(72) Автор(ы):

ДЮШАРМ Норм Г. (US),
ЛИНДЕНТХАЛЕР Вернер (АТ),
СЭНДЕРС Ира (US)

(73) Патентообладатель(и):

МЕД-ЭЛЬ ЭЛЕКТРОМЕДИЦИНИШЕ
ГЕРЭТЕ ГМБХ (АТ),
Корнел Унивесити (US)**(54) АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ТЕРАПИИ (ВАРИАНТЫ) И СИСТЕМА ТЕРАПИИ АКСОНОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к ветеринарии и медицинской технике, а именно к устройствам устранения дисфункции дыхательных путей лошади. Адаптивная система терапии включает датчик терапии для измерения параметра терапии, распознающего уровень активности лошади, и датчик терапии, содержащий акселерометр, ритмоведущий процессор генерации терапевтического сигнала и по меньшей мере один электрод стимуляции,

установленный с возможностью воздействия на ткани верхних дыхательных путей при подаче терапевтического сигнала на ткани верхних дыхательных путей. Во втором варианте выполнения системы датчик терапии выполнен с возможностью измерения по меньшей мере одного рабочего параметра терапии. Использование изобретения позволяет повысить эффективность терапии лошади. 2 н. и 23 з.п. ф-лы, 9 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

A61N 1/36 (2006.01)**A61N 1/372** (2006.01)**A61N 1/18** (2006.01)**A61B 5/08** (2006.01)**A61D 17/00** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009128251/14, 21.12.2007**(24) Effective date for property rights:
21.12.2007

Priority:

(30) Convention priority:
22.12.2006 US 60/871,533(43) Application published: **27.01.2011 Bull. 3**(45) Date of publication: **27.04.2013 Bull. 12**(85) Commencement of national phase: **22.07.2009**(86) PCT application:
US 2007/088557 (21.12.2007)(87) PCT publication:
WO 2008/080062 (03.07.2008)

Mail address:

**127055, Moskva, a/ja 11, pat.pov.
N.K.Popelenskomu, reg. № 31**

(72) Inventor(s):

**DJuShARM Norm G. (US),
LINDENTKhALER Verner (AT),
SEhNDERS Ira (US)**

(73) Proprietor(s):

**MED-EhL' EhLEKTROMEDITsINIShE
GEREhTE GMBKh (AT),
Kornel Univesiti (US)****(54) ADATICE THERAPEUTIC SYSTEM (VERSIONS) AND THERAPEUTIC SYSTEM FOR LONG NEURONS**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention refers to veterinary medicine and medical equipment, namely to devices for relieving a horse's airways dysfunction. An adaptive system includes a therapeutic sensor to measure a therapeutic parameter recognizing a horse's activity level, and the sensor therapy comprising an accelerometer, a pacing processor for therapeutic

signal generation and at least one stimulation electrode exposing on the upper airway tissues when the therapeutic signal supplied to the upper airway tissues. According to the second version of the system, the therapeutic sensor is designed to measure at least one operational therapeutic parameter.

EFFECT: higher therapeutic effectiveness in horses.

25 cl, 9 ex

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к ветеринарии, а именно к способам облегчения или устранения дисфункций дыхательных путей лошади.

Уровень техники

Из структур дыхательных путей лошади гортань особенно подвержена различным нарушениям, влияющим на здоровье лошади и ее обычные жизненные функции.

Гортань иннервируется возвратными гортанными нервами, которые содержат двигательные нервные волокна, иннервирующие как открывающую, или отводящую, мышцу (далее - абдуктор), так и приводящую, или закрывающую, мышцу (далее - аддуктор) черпаловидных хрящей и связанных с ними голосовых складок.

Односторонний паралич (гемиплегия) хрящей гортани является дистальной аксонопатией, поражающей левый возвратный гортанный нерв и вызывающей одностороннее поражение, называемое гемиплегией/парезом хрящей гортани (далее - гемиплегией/парезом гортани). Поражение левого возвратного гортанного нерва ставит под угрозу обе функции, так как голосовая складка останавливается в положении несколько сбоку от средней линии. Причина этой болезни неизвестна, хотя подозревается генетическая предрасположенность к ней. Другие возможные причины включают непосредственную травму, отравление свинцом, болезни печени и вирусные инфекции. Несмотря на такой паралич левой голосовой складки, легочная вентиляция в состоянии отдыха достаточна, так как абдукция противоположного черпаловидного хряща все еще происходит при каждом вдохе. Однако при упражнениях площадь поперечного сечения гортани уменьшается из-за дальнего коллапса (провисания) пораженного хряща при вдохе, что приводит к существенному уменьшению потока воздуха, с чем связан патологический шум в верхних дыхательных путях при нагрузке. Если лошадь предназначена для соревнований, то уменьшение потока воздуха неблагоприятно сказывается на характеристиках лошади и может снизить способность лошади участвовать в соревнованиях. В редких случаях наблюдается двустороннее нарушение иннервации, что серьезно препятствует работе дыхательных путей в состоянии покоя, если производится сильный вдох, так как коллапс черпаловидного хряща становится сильнее, что ведет одышке и, возможно, даже гибели лошади. Протезная ларингопластика в настоящее время является предпочтительным способом хирургического лечения гемиплегии гортани. Парализованный левый черпаловидный хрящ подшивается вверх, в открытом положении, чтобы восстановить поток воздуха. Ретроспективные исследования послеоперационных наблюдений о характеристиках скаковых лошадей, подвергавшихся ларингопластике, показывают скромную долю успешных попыток и большое число осложнений. См., например, Kidd J.A., Slone D.E. "Лечение гемиплегии гортани лошади способом протезной ларингопластики, вентрикулотомии и хордэктомии", Vet. Rec., т.150, с.481-484, 2002; Greet T.R.C., Baker G.J., Lee R., "Влияние ларингопластики на функции глотки у лошадей", Eq. Vet. J., т.11, с.153-158, 1979; Russell A.P., Slone D.E. "Анализ характеристик лошадей после протезной ларингопластики и двусторонней вентрикулотомии при гемиплегии гортани: 70 случаев (1986-1991)", J. Am. Vet. Med. Assoc, 204:1235-1241, 1994; Hawkins J.F. и др. "Ларингопластика с вентрикулотомией или без нее при лечении левосторонней гемиплегии гортани у 230 лошадей", Vet. Surg., т.26, с.484-491, 1997; Strand E. et al., "Спортивная карьера и характеристики чистокровных лошадей, подвергавшихся протезной ларингопластике по поводу невропатологии гортани: 52 случая (1981-1989)", J. Am. Vet. Med. Assoc, т.217, с.1689-1696, 2000; все эти публикации считаются отсылочно включенными сюда.

Главные осложнения при таком хирургическом лечении связаны с недостаточностью абдукции левого черпаловидного хряща, которая вызывает непереносимость длительных нагрузок примерно у 40% лошадей, ослабление протезного шва (протезных швов), приводящее к некоторой потере начальной степени абдукции почти у всех лошадей в течение 6 недель и стойким респираторным шумам у 25% лошадей. См., например, Ducharme N.G., Hackett R.P., "Какова подлинная польза от хирургии гортани", Comp. Cont. Educ., т.13, с.472-475, 1991; Dixon P.M. et al. "Обзор за длительный период времени ларингопластики и вентрикулотомии лошадей старших возрастов в популяции, состоящей из 200 лошадей смешанных пород. Часть 1: Хирургическое обеспечение абдукции черпаловидного хряща и хирургические осложнения". Eq. Vet. J., т.35, с.389-396, 2003; Dixon P.M. et al. "Обзор за длительный период времени ларингопластики и вентрикулотомии лошадей старших возрастов в одной ларингопластики и вентрикулотомии лошадей старших возрастов в популяции, состоящей из 200 лошадей смешанных пород. Часть 2: Оценка пользы хирургии владельцами". Eq. Vet. J., т.35, с.397-401, 2003; Ferraro G.L. "Гемиплегия в современной практике хирургии лошадей", White N.A. and Moore J.N. (ред.), Филадельфия, издательство J.B.Lippincott Co, с.251-255, 1990; все эти публикации считаются отсылочно включенными сюда.

Хотя указанные обычные способы оказываются полезными для лечения некоторых лошадей, очевидно, что они далеко не идеальны, так как показывают скромный процент успешных попыток, вызывают существенные осложнения и не замедляют развитие болезни. Поэтому обычно в течение нескольких месяцев болезнь достигает стадии, на которой эти способы уже не могут помочь.

Было выполнено много экспериментальных попыток, и существует много патентов, описывающих имплантируемые электронные системы для терапии дисфункций гортани человека, но никакие системы подобного рода не разрабатывались для лошадей. Как суммарно показано в таблице 1 и объяснено ниже, клиническая картина для лошадей весьма сильно отличается от картины для людей, а протекание болезни является намного больше сложным с точки зрения применимости электронных систем терапии.

Различия между гемиплегией гортани у человека и лошади.			Таблица 1
Параметр	У лошади	У человека	
Голосовые складки, вовлекаемые в стимуляцию абдукции	одной стороны	двух сторон, так как у человека односторонний паралич не является большим недостатком	
Сторона, испытывающая дисфункцию	левая	Левая или правая	
Абдукция голосовой складки	Постоянная, продолжающаяся часы (весь период интенсивных нагрузок). У большинства других видов (не лошадей) мышцы уставали бы за несколько минут при постоянной стимуляции	При вдохе в течение 1-2 секунд	
Лечение	Трахеостомия не излечивает	Трахеостомия излечивает	
Дисфункция	Непереносимость спортивных нагрузок/необычные шумы; отсутствуют нарушения дыхания, опасные для жизни	Медицинские показания/нарушения дыхания, опасные для жизни	
Степень тяжести	Симптомы вызывается даже легким парезом	Симптомы вызываются параличом	
Дыхание в состоянии отдыха	не нарушено	нарушено	
Аддукция	Функционирование голосовых складок при аддукции может ухудшаться	Ослабление/потеря аддукции вызывает аспирацию и слабость или ухудшает/делает невозможным голосообразование	

Отсюда ясно, что односторонняя гемиплегия у разных видов имеет весьма различные проявления; поэтому для ее успешной терапии требуются различные подходы, а подходы, успешно применяемые для одного вида, не обязательно применимы и для другого. У человека дисфункция дыхательных путей обычно происходит, когда парализованы обе голосовые складки. В противоположность этому, у лошади она возникает, когда парализована одна голосовая складка. В связи с весьма большим отрицательным давлением, создаваемым в дыхательных путях при вдохе, даже небольшое ослабление одной голосовой складки вызывает втягивание этой голосовой складки в дыхательные пути. Лошадь полностью отводит голосовые складки при нагрузках, так что задняя перстнечерпаловидная мышца должна быть тонически активна с высокой степенью в течение минут или часов. Кроме того, у человека односторонний паралич главным образом влияет на аддукцию, и следовательно, основной целью при одностороннем параличе у человека является стимуляция аддукции. Стимуляция аддукции осуществляется намного проще, так как число мышц-аддукторов в четыре раза больше, их порог чувствительности ниже (так что они могут быть стимулированы отдельно просто при более низкой амплитуде) и анатомически они расположены ближе к поверхности тела, чем мышцы-абдукторы, находящиеся сзади/снизу от голосовых связок.

Для лечения паралича голосовых складок человека в патенте U.S. No. 7,069,082 (отсылочно включенном сюда) описывается стимуляция гортани для случая синкинетики реиннервируемых мышц. В других патентах, относящихся к стимуляции при параличе голосовых складок, акцент делается на случаях, в которых диагностирована денервация мышц голосовых складок. Например, в случаях временной остановки дыхания во время сна (апноэ во сне) у человека мышцы и их иннервирующие нервы остаются не пораженными. Но гемиплегия гортани лошади имеет другой механизм, такой что при длительной непрерывной дистальной аксонопатии прекращается движение голосовой складки, которая останавливается в положении непосредственно сбоку от средней линии, и отсутствует какая-либо синкинетическая реиннервация, аденервация является конечной стадией, при которой стимуляция путем возбуждения нерва более не действует. Напротив, передача естественных сигналов нервом кажется нарушенной, так как мышца не движется ни на каком этапе упражнений в течение относительно продолжительного времени (стадия IV) или только при условиях интенсивной нагрузки (стадия III), но при этом мышца может быть активирована в максимальной степени (в той же степени, что и у здоровой лошади) посредством электростимуляции нерва.

Так как нарушение дыхания у лошадей происходит вследствие потери аксонов, следует ожидать, что у большинства лошадей, у которых наблюдается неподвижность голосовых складок, уменьшилось число моторных нейронов, или они отсутствуют. Поэтому восстановление движения голосовой складки с помощью электростимуляции должно быть направлено на денервированную заднюю перстнечерпаловидную мышцу. Прямое стимулирование мышцы сложно при любых обстоятельствах, а большие размеры мышц, как у лошади, создают дополнительные технические проблемы.

Кроме того, любое устройство для терапии лошадей должно быть не только эффективным, но и соответствовать правилам соревнований в конных видах спорта. В соревнованиях чистокровных лошадей для этого требуется, чтобы устройство не давало лошади несправедливое преимущество. Кроме того, оно не должно допускать подделку данных о характеристиках лошади. Так как пари являются неотъемлемой

частью спорта, особенно важно, чтобы отсутствовала возможность манипулирования устройством с целью подделки данных о характеристиках лошади.

В данном документе термин "паралич" используется для обозначения полной денервации мышц, "парез" - для обозначения ослабления мышц в результате снижения активности двигательных нервов, а "синкинезия" - для обозначения неправильной координации сокращения мышц-антагонистов.

Раскрытие изобретения

Для достижения указанного технического результата, связанного с повышением эффективности терапии дыхательных путей лошади разработана адаптивная система 200 терапии дисфункции верхних дыхательных путей лошади, содержащая ритмоведущий процессор 201 генерации электрического терапевтического сигнала для подачи в ткани верхних дыхательных путей лошади с соответствующей терапией дисфункции верхних дыхательных путей, по меньшей мере один электрод 206 стимуляции, установленный с возможностью воздействия на ткани верхних дыхательных путей при подаче указанного терапевтического сигнала на ткани верхних дыхательных путей.

Для достижения указанного технического результата, связанного с повышением эффективности терапии дыхательных путей лошади разработан вариант адаптивной системы терапии дисфункции верхних дыхательных путей лошади, содержащий по меньшей мере один датчик 207 терапии для измерения по меньшей мере одного рабочего параметра терапии, по меньшей мере один электрод стимуляции, установленный с возможностью воздействия на ткани верхних дыхательных путей при подаче терапевтического сигнала на ткани верхних дыхательных путей.

Для достижения указанного технического результата, связанного с повышением эффективности терапии дыхательных путей лошади, разработана система терапии аксонов для терапии нейродегенеративной дисфункции верхних дыхательных путей лошади, содержащая ритмоведущий процессор терапии нейродегенеративной дисфункции верхних дыхательных путей, установленный с возможностью терапии аксонов посредством электростимуляции тканей-мишеней верхних дыхательных путей лошади, по меньшей мере один электрод, установленный с возможностью подачи терапевтического сигнала для аксонов к невральная ткань.

В любой из вышеуказанных систем по меньшей мере ее часть может быть имплантирована в тело лошади, может быть имплантированная часть и часть, выполненная с возможностью временного размещения на поверхности тела лошади и передачи внешних сигналов в имплантированную часть,

указанные сигналы могут быть сформированы на основе по меньшей мере одних данных из группы включающей данные; электромиограммы, электронистагмографа, электроглоттографа, электроэнцефалографа, датчика биопотенциалов, ультразвукового датчика, датчика Холла, микрофона, датчика давления, преобразователя механического напряжения, датчика механической деформации и датчика движения, по меньшей мере часть системы может быть выполнена с возможностью встраивания в экипировку лошади, дисфункция дыхательных путей может являться по меньшей мере одним заболеванием из группы заболеваний, включающей: паралич голосовой складки, парез голосовой складки, одностороннюю дисфункцию голосовой складки, двустороннюю дисфункцию голосовых складок, гемиплегию гортани, гемипарез гортани, нейродегенерацию, дорсальное смещение мягкого неба, коллапс носоглотки, отклонение назад надгортанника, дегенерацию аксонов, дистальную аксонопатию и паралич носовой крыловидной складки. Ткани

верхних дыхательных путей могут относиться к по меньшей мере одной ткани из группы, включающей: возвратный надгортанный нерв лошади, аксон абдукторной ветви возвратного надгортанного нерва и ткани мускулов перстнечерпаловидного хряща, например задней мышцы перстнечерпаловидного хряща, в системе
 5 посредством указанного сигнала может быть выполнена абдукция ткани голосовых связок, указанный электрод может быть установлен с возможностью стимулирования мышцы лошади для видимого движения мышцы. В любую из вышеуказанных систем может быть дополнительно включен монитор 209 верификации терапии для
 10 контрольного мониторинга по меньшей мере одного параметра терапии, связанного с функционированием ритмоведущего процессора.

Поясним подробнее: различные варианты данного изобретения направлены на терапию дисфункции дыхательных путей лошади. Ритмоведущий процессор (процессор пейсмейкера) генерирует терапевтический электрический сигнал, который
 15 воздействует на ткани верхних дыхательных путей лошади с целью терапии дисфункции верхних дыхательных путей. Один или несколько электродов стимуляции взаимодействуют с тканями верхних дыхательных путей, подавая терапевтический сигнал на ткани верхних дыхательных путей.

В различных конкретных вариантах по крайней мере часть устройства может быть имплантирована в тело лошади. Имплантированная часть устройства может сообщаться чрескожно беспроводным способом (transcutaneously) или чрескожно посредством проводов (percutaneously) с частью устройства, закрепленной вне тела лошади. Например, чрескожная связь может быть основана на по крайней мере одном
 25 из следующих видов связи: электромагнитной, акустической, оптической или емкостной связи. Часть устройства может быть временно размещена на поверхности тела лошади в период, когда устройство обеспечивает ввод извне сигналов в имплантированную часть устройства. Терапевтический сигнал может быть извлечен
 30 из данных по крайней мере одного из следующих видов датчиков: электромиограф, электронистагмограф, электроглоттограф, электроэнцефалограф, датчик биопотенциалов, ультразвуковой датчик, датчик Холла, микрофонный датчик, датчик давления, тензометрический датчик, датчик механической деформации и датчик движения. Имплантированная часть может содержать источник энергии, заряжаемый
 35 чрескожно (посредством проводов или без проводов). В других конкретных вариантах по крайней мере часть устройства может быть включена в спортивную экипировку лошади.

В конкретных вариантах на ткани верхних дыхательных путей лошади может подаваться терапевтический электросигнал, вырабатываемый на основе
 40 биологических функций организма лошади. Дисфункция верхних дыхательных путей может представлять собой паралич голосовой складки, парез голосовой складки, одностороннюю дисфункцию голосовой складки, двустороннюю дисфункцию голосовых складок, гемиплегию гортани, гемипарез гортани, дегенерацию нейронов,
 45 дорсальное смещение мягкого неба, коллапс носоглотки, отклонение назад надгортанника, дегенерацию аксонов, дистальную аксонопатию и паралич носовой крыловидной складки. Терапевтический сигнал может подаваться на ткани верхних дыхательных путей лошади в форме двухфазной волны. Электроды стимуляции могут
 50 быть выполнены на основе по крайней мере одного из следующих типов электродов: манжетный электрод, многополюсный манжетный электрод, трехполюсный манжетный электрод, плоский электрод нейростимуляции, эпинеуральный электрод, стержневой электрод, продольный межпучковый электрод, тонкий проволочный

электрод, микрообработанный электрод, решетчатый электрод и зажимный электрод, каждый из которых позволяет осуществлять дифференциальную активацию, вызывающую стимуляцию конкретных областей тканей верхних дыхательных путей.

5 В конкретных вариантах ткани верхних дыхательных путей могут представлять собой один или несколько нервов структур дыхательных путей, например один или несколько аксонов абдукторной ветви возвратного гортанного нерва. Ткани верхних дыхательных путей могут представлять собой мышечную ткань, связанную с тканями дыхательных путей, например тканями перстнечерпаловидной мышцы, включая ткани
10 задней перстнечерпаловидной мышцы. Сигнал электростимуляции может создавать абдукцию тканей голосовой складки. Электрический сигнал может подаваться непрерывно в течение часов, до тех пор, пока устройство не будет выключено.

Конкретные варианты могут, далее, включать один или несколько датчиков
15 терапии, предназначенных для измерения по крайней мере одного параметра терапии, связанного с функционированием устройства. Параметр терапии может, в частности, относиться по крайней мере к одной из следующих характеристик: характеристики тока воздуха через дыхательные пути лошади, характеристики сжатия тканей дыхательных путей лошади, электрические характеристики, температура, pH,
20 химический состав областей тела лошади, и характеристики физиологического состояния лошади.

Вариант может также включать монитор верификации терапии, служащий для контроля функционирования ритмоведущего процессора. В файл протокола может
25 производиться запись по крайней мере одного параметра терапии. Монитор верификации терапии может вырабатывать внешний сигнал, когда функционирует ритмоведущий процессор, например, стимулировать электродом видимые движения мышц лошади.

Варианты данного изобретения включают также адаптивную систему терапии
30 дыхательных путей, предназначенную для терапии дисфункции дыхательных путей лошади. Один или несколько датчиков терапии воспринимают по крайней мере один параметр терапии, связанный с действием системы терапии. Ритмоведущий процессор осуществляет терапию дисфункции верхних дыхательных путей, воспринимая по крайней мере один параметр терапии и генерируя терапевтический электросигнал,
35 который является функцией от по крайней мере одного параметра терапии. Один или несколько электродов стимуляции взаимодействуют с тканями верхних дыхательных путей, подавая терапевтический сигнал на ткани верхних дыхательных путей лошади.

В различных таких конкретных вариантах датчики терапии могут размещаться вне
40 тела лошади и/или имплантироваться. Датчики терапии могут быть связаны с ритмоведущим процессором одним или несколькими проводными выводами и/или могут быть встроены в корпус, содержащий ритмоведущий процессор. Терапевтический сигнал может, далее, управляться одним или несколькими электродами стимуляции, управляться специалистом по терапии лошадей или быть
45 результатом сочетания этих видов управления.

В других конкретных вариантах параметр терапии может относиться к эффективности доставки терапевтического сигнала через один или несколько электродов стимулятора, например, по крайней мере к одной из следующих функций:
50 функциям голосовых складок, функциям других сегментов тканей верхних дыхательных путей и к некоторым другим параметрам организма лошади. Кроме того, или альтернативно, параметр терапии может быть по крайней мере одним из следующих параметров: давление, сила сжатия, частота дыхания, давление в потоке

воздуха, объем воздуха в потоке, скорость потока воздуха, температура, сопротивление, рН и химический состав. Параметр терапии может относиться к уровню активности лошади и зависеть по крайней мере от одной из следующих характеристик: интенсивности деятельности сердца, интенсивности дыхания и электромиографической активности. Параметр терапии может относиться к позе или состоянию/уровню активности лошади, например, указывать, что лошадь спит или бодрствует.

В конкретных вариантах датчики терапии могут быть имплантированы и/или могут включать акселерометр, который распознает уровень активности лошади.

Терапевтический сигнал может быть функцией регулярного, периодически выполняемого анализа параметра терапии или нерегулярного, аperiodически выполняемого анализа параметра терапии. Датчики терапии могут воспринимать данные о физиологических условиях непрерывно или периодически. Ритмоведущий процессор может измерять параметр терапии лишь в некоторые отрезки времени, которые могут выбираться исходя из экономии ресурса источника питания, связанного с системой. Дополнительно или альтернативно ритмоведущий процессор может измерять параметр терапии в ответ на входной сигнал от пользователя через интерфейс пользователя, например, в ответ на магнитный входной сигнал от пользователя.

Варианты данного изобретения также включают систему верификации терапии, предназначенную для проверки правильности терапии дисфункции верхних дыхательных путей животного, например гемиплегии гортани. Ритмоведущий процессор осуществляет терапию дисфункции верхних дыхательных путей на основе по крайней мере одного параметра терапии, генерируя терапевтический электросигнал, являющийся функцией от по крайней мере одного параметра терапии. Один или несколько электродов стимуляции взаимодействуют с тканями верхних дыхательных путей для подачи терапевтического сигнала на ткани верхних дыхательных путей пациента. Монитор верификации терапии верифицируемым образом отслеживает по крайней мере один параметр терапии, связанный с работой ритмоведущего процессора.

В дополнительных конкретных вариантах пациентом может, в частности, быть лошадь. Монитор верификации терапии может включать регистрирующую систему для записи, включающую протокол стимуляции. Верифицируемый мониторинг может включать проверку соответствия требуемым критериям терапии для предотвращения ошибочного ответа на терапию, недостатков или несправедливых преимуществ для лошади, проверку активности устройства и правильности его функционирования, проверку соответствия гарантиям, связанным с парой, и/или генерацию внешнего сигнала, показывающего действие системы, например внешнего светового сигнала или радиосигнала. Внешний сигнал может генерироваться отдельным сигнализирующим стимулятором посредством стимулирования сигнализирующей мышцы, движение которой видимо, как, например, движение уха, при котором ухо наклоняется или вращается, когда система функционирует.

Конкретные варианты могут также включать по крайней мере один датчик терапии, служащий для измерения по крайней мере одного из следующих видов параметров: параметров электростимуляции, электрических биопотенциалов тканей, активированных при стимуляции, абдукцию голосовой складки и изменения характеристик потока воздуха, связанных с положением голосовой складки. Датчик терапии может воспринимать данные относительно абдукции голосовой складки по

крайней мере одним способом контроля правильности характеристик потока воздуха, основанном на данных по крайней мере одного из следующих типов: респираторные шумы, давление в области ниже голосовой щели и температура. Датчик терапии может также воспринимать данные о движении голосовой складки, основанные на ее смещении, например, с помощью измерения по крайней мере одного из следующих измерений: с помощью тензометрии тканей гортани, оптического датчика, измеряющего просвет голосовой щели, изменения сопротивления тканей гортани и с помощью видеонаблюдения голосовых складок. Датчик терапии может измерять сопротивление потоку воздуха при дыхании, например, на основе измерений давления, вызываемого сопротивлением потоку воздуха, по крайней мере в одной из таких структур: в области ниже голосовой щели, в трахее или наружной по отношению к трахее области грудной клетки. Датчик терапии может распознавать неэффективное дыхание при упражнениях, например, по системным физиологическим сигналам, включая по крайней мере следующие сигналы: об уменьшении содержания кислорода и увеличении содержания углекислоты в крови. Датчик терапии может включать радиостетоскоп и/или микрофонный преобразователь, закрепляемый на поверхности тела вблизи трахеи. Например, для дистанционного контроля дыхания лошади может осуществляться связь микрофонного преобразователя с внешним радиоустройством.

Варианты данного изобретения также включают систему терапии аксонов, предназначенную для терапии нейродегенеративной дисфункции дыхательных путей лошади. Ритмоведущий процессор осуществляет терапию нейродегенеративной дисфункции дыхательных путей, терапевтически воздействуя на аксоны электростимуляцией тканей-мишеней верхних дыхательных путей лошади. Один или несколько аксонных электродов соединяют модуль интерфейса с нервной тканью.

В одном конкретном варианте из таких вариантов ткани-мишени могут представлять собой один или несколько нервов структуры дыхательных путей, например, двигательных нервов и/или сенсорных нервов, таких как возвратный гортанный нерв лошади. Электростимуляция может представлять собой так называемую "географическую стимуляцию" аксонов ветви абдуктора возвратного гортанного нерва. Термин "географическая стимуляция" относится к стимуляции только выбранных областей поперечного сечения нерва, которая возбуждает нервные волокна только в выбранной области нерва, в отличие от активации всех волокон нерва. Ткани-мишени могут представлять собой ткани мышц, связанных с дыхательными путями, например ткани задней перстнечерпаловидной мышцы или черпаловидного хряща. Электростимуляция может воздействовать на ткани мышцы-абдуктора, что вызывает постоянную абдукцию, как при вызванном столбняком сокращении.

В дополнительных конкретных вариантах, дисфункция дыхательных путей может представлять собой одностороннюю или двустороннюю дисфункцию голосовой складки, гемипарез гортани или гемиплегию гортани. При электростимуляции может использоваться двухфазная форма волны и/или катодная форма волны. Электростимуляция может облегчать регенерацию аксонов, замедлять дегенерацию аксонов или предотвращать ее до развития дисфункции дыхательных путей. Кроме того или альтернативно, электростимуляция может быть подпороговой, не вызывающей активацию мышечных волокон.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 показаны различные анатомические структуры головы лошади.

На фиг.2 показаны различные функциональные блоки, входящие в типичные

варианты системы терапии дисфункции дыхательных путей лошади.

На фиг.3-6 показаны некоторые не ограничивающие изобретение примеры конкретных конфигураций, которые могут быть применены.

На фиг.7 показаны различные элементы зажимной конфигурации электродов.

На фиг.8 показаны обобщенные соотношения между избирательностью действия электродов и инвазивностью воздействия на ткани для различных конкретных электродных конфигураций.

На фиг.9 показаны различные компоненты, которые могут быть использованы для коррекции параметров терапии дыхательных путей.

Осуществление изобретения

Различные варианты данного изобретения предназначены для терапии дисфункции дыхательных путей лошади, таких как гемиплегия (односторонний паралич) гортани. Хотя эти дисфункции, как известно, являются невропатиями (они вызываются потерей нейронов), неожиданно было обнаружено, что электростимуляция нервов, ведущих к парализованным голосовым складкам, вызывает полную абдукцию голосовой складки. Кроме того, такая абдукция может поддерживаться непрерывно, в течение часов. Далее, эта абдукция является достаточной сильной, чтобы противостоять сильному отрицательному давлению, создаваемому в дыхательных путях лошади при упражнениях.

Варианты данного изобретения предназначены для стимуляции нервов дыхательных путей лошади. В противоположность известным системам терапии человека, для которых тканями-мишенями являются ткани мышц (кроме систем, описанных в патенте U.S. No.7,069,082, которые, как сказано выше, стимулируют синкинетически реиннервированные нервы человека, отличные от пораженных нервов лошадей, которые не полностью денервированы и поэтому не являются реиннервированными). Таким образом, не требуется никаких датчиков для управляемой стимуляции, синхронной с вдохом. Кроме того, стимуляция, обеспечиваемая вариантами данного изобретения, осуществляется не только в течение нескольких секунд во время вдоха, как в предшествующих системах, предназначенных для терапии человека, а скорее в течение длительного времени, до нескольких часов. Мышцы человека уставали бы за несколько минут, и поэтому стимуляция данного типа не будет вызывать сокращения мышц после наступления усталости - до тех пор, пока мышца не отдохнет. При стимуляции нервов человека в течение часов при тех же параметрах, которые используются для лошади, мышца человека была бы, вероятно, необратимо повреждена.

Электронная система терапии дыхательных путей

Варианты электронной системы терапии дыхательных путей содержат имплантированную часть, которая выполняет одну или несколько функций.

Например, имплантат может генерировать сигналы для стимуляции тканей или с помощью автономной электроники, или с помощью обработки сигнала, которая

зависит от внешней компоненты. Имплантат также может записывать воспринятые сигналы, например, относящиеся к контролю функционирования системы. В некоторых вариантах один или несколько имплантатов могут как стимулировать окружающие ткани, так и измерять их параметры. Для передачи сигналов стимуляции на электроды или для регистрации сигналов от электродов и/или датчиков могут быть присоединены съемным или несъемным способом выводы.

На фиг.2 показаны примеры различных функциональных блоков, входящих в типичные варианты системы 200 терапии дисфункции дыхательных путей лошади.

Ритмоведущий процессор 201 генерирует терапевтический электросигнал, воздействующий на ткани верхних дыхательных путей лошади. Кроме генерации терапевтического сигнала, в конкретных вариантах ритмоведущий процессор 201 может выполнять другие полезные функции, включая (этим изобретение не
 5 ограничено) контроль и анализ сигналов стимуляции, сигналов датчика и/или других терапевтических сигналов. Ритмоведущий процессор может также обеспечивать программируемый интерфейс для настройки других элементов системы и управлять функционированием этих элементов.

В примере, показанном на фиг.2, ритмоведущий процессор 201 является внешним элементом системы, находящимся, например, в корпусе, расположенном на
 10 поверхности тела лошади, или элементом, встроенным в экипировку лошади. В других конкретных вариантах, ритмоведущий процессор 201 может быть имплантирован в тело лошади. В таком варианте, например, показанном на фиг.2, ритмоведущий
 15 процессор 201 подает терапевтический сигнал (а также любые другие сигналы, нужные для имплантированной части системы 200, например, "сигнал" электропитания) на внешнюю катушку 202, которая индуктивно передает сигнал(ы) на соответствующую внутреннюю катушку 203. Такие конфигурации катушек подобны тем, которые
 20 известны в области кохлеарных имплантатов человека.

Терапевтический сигнал, получаемый имплантированной катушкой 203, является входным для модуля 204 стимуляции, который вырабатывает терапевтический электросигнал, подаваемый на один или несколько электродов 206 стимуляции,
 25 соединенных с тканью-мишенью верхних дыхательных путей, связанной с дисфункций дыхательных путей, подлежащей терапии.

В варианте, показанном на фиг.2, имеется также датчик 207, измеряющий один или нескольких параметров терапии, связанных с функционированием системы 200, например характеристики потока воздуха и другие физиологические данные. Сигнал
 30 от датчика 207 обрабатывается модулем 208 датчиков, который может обеспечивать обратную связь с модулем 204 стимуляции и/или снова с ритмоведущим процессором 201 (например, обратную связь посредством модуляции нагрузки, в направлении от внутренней катушки 203 назад, к внешней катушке 202). Сигнал обратной связи от датчика 207 может использоваться внешними компонентами
 35 системы, например (в обычных случаях) ритмоведущим процессором 201 или, более конкретно, монитором 209 верификации терапии, который проверяет правильность функционирования системы 200 (например, обеспечивает выполнение гарантий, связанных с пари, по требованию одного или нескольких контролирующих органов
 40 или, обобщенно, контроль работы системы 200, основанный на информации, полученной от различных элементов системы). Система 200 может также включать файл 210 протокола, регистрирующий различную информацию, относящуюся к работе системы 200, например, периодически записывает поступающие от датчика 207 значения одного или нескольких параметров терапии,

Конкретные варианты системы 200 могут быть реализованы как полностью
 45 внешние по отношению к телу лошади, как полностью имплантированные или могут иметь как внешние, так и внутренние компоненты. Варианты системы 200, имеющие как внешние, так и внутренние компоненты, могут передавать информацию и/или энергию через поверхность тела лошади. Внешние компоненты могут закрепляться на
 50 теле лошади постоянно или размещаться временно, когда модуль 204 стимуляции функционирует, а также могут устанавливаться периодически, например, для зарядки батареи 205 имплантата, программирования модуля 204 стимуляции или

включения/выключения модуля 204 стимуляции.

Примеры вариантов включают (этим изобретение не ограничивается) такие системы 200, что передача энергии или информации осуществляется чрескожно с использованием проводов или чрескожным беспроводным способом. Чрескожные системы могут иметь провода или эквивалентные или средства для передачи информации и энергии через поверхность тела или слизистой оболочки. Обычно посторонние для организма объекты, установленные постоянно и проходящие через кожу или слизистую оболочку, создают опасность инфицирования. Однако новые технологии, известные в данной области, позволяют закрыть провод в месте входа через кожу тканями кожи или слизистой оболочки. С косметическими целями чрескожное устройство может быть выполнено в виде декоративного украшения, например в виде сережек, как это часто делается для пациентов-людей.

Альтернативно или дополнительно, имплантированная и внешняя компоненты системы 200 могут быть связаны беспроводной чрескожной связью, например, как показано на фиг.2, посредством внешней катушки 202 и соответствующей внутренней катушки 203. Кроме конфинураций, включающих индукционные катушки, таких как показанная в качестве примера на фиг.2, беспроводные чрескожные системы, известные в данной области, могут использовать акустическую энергию, световую энергию (см., например, патент U.S. No.5,387,259) и/или емкостную связь. Могут применяться такие виды энергии и/или системы передачи данных, которые обеспечивают беспроводную чрескожную связь с первой имплантированной компонентой и преобразующей сигнал в системе, связывающей первую имплантированную компоненту со второй имплантированной компонентой (например модулем 204 стимуляции). Пример такой системы 200 может иметь (но изобретение этим не ограничено) индуктивную связь между внешними компонентами и первой имплантированной катушкой 203, а также имплантированное соединение со вторым имплантированным индуктивным звеном связи с модулем 204 стимуляции. Такая конфигурация может использоваться для облегчения замены компонент системы 200, например при сбоях или при необходимости обновления, или в случаях, когда желательно применять двухфазную процедуру имплантации различных компонент системы 200.

Внешние компоненты могут выполнять различные функции, например изменение параметров имплантированных частей системы 200 или их адаптацию. Внешние компоненты могут быть размещенные под шорами или другими приспособлениями спортивной экипировки лошади. В других конфигурациях, отличных от показанной на фиг.2, внешние компоненты могут представлять собой, например, катушки индуктивности, электронные схемы, радиотелеметрические устройства, системы детектирования, ритмоведущий процессор и источник энергии (например, батарею). В нескорых вариантах внешние компоненты могут передавать в качестве "сигналов" только электроэнергию (например, для зарядки батареи 205 имплантата), только сигналы данных (например, сигналы стимуляции, идущие к модулю 204 стимуляции), только управляющие сигналы (например, при контроле и настройке параметров имплантированных компонент, например, модуля 204 стимуляции, электродов 206 стимуляции, и/или датчика 207 терапии) или любые сочетания перечисленных сигналов.

Наличие внешних и внутренних компонент требует, чтобы в период интенсивной нагрузки была обеспечена их правильная механическая фиксация. Кроме того, при движении компонент создается натяжение проводов, идущих к компонентам или от них, что создает опасность разрыва провода. Примеры средств внешней фиксации

включают клеи, ленты, швы, магниты, серьги, перевязи вокруг тела животного или средства, использующие существующую экипировку, например подвески, шоры, шлем/покрыв для гривы и седло. Примером (не ограничивающим изобретение) является внешняя катушка 202, которая может быть помещена в подвеску в области, закрывающей имплантированную катушку 203.

В одном варианте модуль 204 стимуляции включается и будет функционировать непрерывно, пока не будет выключен. В других вариантах функционирование модуля 204 стимуляции инициируется сигналом, полученным от животного, включая описанные ниже сигналы (что не ограничивает изобретение).

При одном подходе используется электромиограмма (ЭМГ) другой респираторной мышцы. В таком варианте система 200 терапии включает: а) измерительный электрод 207, предназначенный для электрической связи с нормально функционирующей мышцей, которая сокращается в период вдоха, и для снятия электрических сигналов, показывающих активность этой мышцы; б) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей задней перстнечерпаловидной мышцей; с) ритмоведущий процессор 201, который принимает полученные при измерении сигналы от измерительного электрода 207 и подает сигналы стимулирования на электрод 206 стимуляции. Неправильно функционирующая задняя перстнечерпаловидная мышца при работе системы стимулируется практически синхронно с активностью нормально функционирующей мышцы. Нормально функционирующая мышца, которая сокращается в течение вдоха, может быть контралатеральной здоровой задней перстнечерпаловидной мышцей, или мышцей диафрагмы, или другой мышцей, демонстрирующей высокую корреляцию ЭМГ с респираторными сигналами.

Другой вариант системы 200 терапии основан на электронистагмографии (ЭНГ) и включает: а) измерительный электрод 207, предназначенный для электрической связи с нормально функционирующим нервом, который сокращается в период вдоха, и получения электрических сигналов, показывающих активность этого нерва; б) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей задней перстнечерпаловидной мышцей; с) ритмоведущий процессор 201, который присоединен так, чтобы принимать полученные при измерении сигналы от измерительного электрода 207, и который подает сигналы стимулирования на электрод 206 стимуляции практически синхронно с электрическими сигналами, полученными электродом измерения 207. Неправильно функционирующая задняя перстнечерпаловидная мышца при работе ритмоведущего процессора стимулируется практически синхронно с активностью нормально функционирующего нерва. Нормально функционирующим нервом, который обеспечивает сокращение в период вдоха, может быть диафрагмальный нерв или другой нерв, демонстрирующий высокую степень корреляцию ЭНГ с респираторными сигналами.

Вариантом может быть система 200 терапии на основе электроглоттографии (ЭГГ), включающая: а) измерительные электроды 207, предназначенные для измерения с помощью электротоков поверхности соприкосновения голосовой складки (такое измерение называется ЭГГ). ЭГГ использует высокочастотные сигналы малой силы тока от электродов, проходящих между голосовыми складками. Измерительные электроды 207 помещаются с обеих сторон тонкой пластинки щитовидной железы или ближе к голосовым складкам. Принцип работы ЭГГ основан на том, что ткани проводят ток, и поэтому, когда расширяется область соприкосновения голосовых складок, ток возрастает. Выходные данные, полученные с помощью ЭГГ, могут

использоваться для определения того, открыты или закрыты голосовые складки (и насколько быстро они закрываются или открываются), и используются для выработки электрических сигналов, показывающих степень открытия голосовой складки; б) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей перстнечерпаловидной мышцей; с) ритмоведущий процессор 201, принимающий полученные при измерении сигналы, полученные измерительными электродами 207, и подающий сигналы стимуляции на электрод 206 стимуляции. Неправильно функционирующая задняя перстнечерпаловидная мышца при работе ритмоведущего процессора стимулируется практически синхронно с сигналом открытия голосовой складки.

Еще одним вариантом является система 200 терапии на основе электроэнцефалограммы (ЭЭГ), включающая: а) измерительные электроды 207 для измерения электрической активности мозга, данные о которой снимаются с электродов, размещенных на коже, в коже, или под кожей головы, или субдурально (под твердой мозговой оболочкой), или в коре мозга, причем измерительные электроды 207 фиксированы в областях, где ЭЭГ представляет собой электрические сигналы (постсинаптические потенциалы) от большого числа нейронов, имеющих высокую корреляцию активности с респираторным сигналом в период вдоха, и которые обеспечивают электрические сигналы, показывающие указанную активность; б) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей задней перстнечерпаловидной мышцей; с) ритмоведущий процессор 201, принимающий полученные при измерении сигналы от измерительных электродов 207 и подающий сигналы стимулирования на электрод 206 стимуляции. Неправильно функционирующая задняя перстнечерпаловидная мышца при работе ритмоведущего процессора стимулируется практически синхронно с активностью нормально функционирующей области мозга.

Другим вариантом может быть система 200 терапии, основанная на измерении биопотенциалов, которая включает: а) измерительные электроды 207, служащие для измерения биопотенциалов с целью получения электрических сигналов с высокой степенью корреляции с открыванием голосовой складки или величиной потока воздуха в период вдоха; б) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей задней перстнечерпаловидной мышцей; с) ритмоведущий процессор 201, принимающий полученные при измерении сигналы от измерительных электродов 207 и подающий сигналы стимуляции на электрод 206 стимуляции.

Конструкции электродов

Электроды системы могут быть размещены на поверхности тела, или слизистой оболочке животного, или внутри тела вблизи к тканей-мишеней. Например, электроды могут быть размещены непосредственно вблизи нерва-мишени, где они будут весьма эффективны, причем удастся избежать распространения тока по окружающим тканям. Группы электродов могут быть размещены вокруг тканей таким образом, что избирательная активация электродов будет вызывать прохождение тока через определенные области мишени, активизируя, таким образом, часть мишени. Этот способ может быть назван способом управляемого электрического поля. Примером применения подобного электрода является такая активация области нерва, содержащей нейроны, ведущие к конкретной мышце, что остальные нейроны не стимулируются.

На фиг.3-6 показаны некоторые примеры (не ограничивающие изобретение)

конкретных конфигураций электродов, которые могут быть применены. Например, в одном конкретном варианте пара электродов стимулирует небольшие ответвления нерва с целью поддержания их функций, как показано на фиг.3, где электроды разнесены на 2 мм и изогнуты так, чтобы зацеплять и изолировать небольшие нервы с целью их стимуляции.

Другим типом электрода, менее инвазивным, является манжетный электрод, пример которого показан на фиг.4. Электрод этого типа, который может окружать периферический нерв или находится в спинном мозге, подобен открытой трубке.

Электроды благодаря этому находятся внутри манжеты, в непосредственном контакте с нервом. Но в таком варианте сокращение мышц может привести к тому, что эпиневрй, или наружная оболочка нерва, окажется между электродом и нервными волокнами. Эпиневрй играет роль своего рода электрического изолятора, поэтому это уменьшило бы величины сигналов, подлежащих измерению, и увеличило бы пороги стимуляции.

Многополюсные манжетные электроды могут применяться для избирательной стимуляции, при которой стимулироваться различные пучки нерва. Например, манжетный электрод с одним электродным кольцом в каждом из положений вдоль трубки - дистальном, проксимальном и центральном - может быть применен для восприятия невральных сигналов и/или для стимуляции нерва. При восприятии сигналов группой манжетных электродов удастся подавлять внешние помехи, например, от интерфейса или биоэлектрических сигналов мышц путем использования электродов в сочетании с конкретной конфигурацией усилителя. При стимуляции такая конфигурация ограничивает распространение тока в пространстве вне манжеты.

В альтернативном варианте используется плоский невральный электрод, который подобен манжете, но имеет плоское сечение. См., например, публикацию D.J.Tyler, D.M.Durand.

"Функционально-избирательный электрод для периферического нерва: стимуляция с помощью неврального электрода с плоской поверхностью контакта", IEEE Transactions On Neural Systems And Rehabilitation, т.10, №4, с.294-303, 2002, отсылочно включенную сюда. Благодаря уплощению нерва пучки оказываются в большей мере разделенными, и оказываются возможными более избирательные стимуляция и восприятие сигналов. Это также повышает селективность.

В другом варианте используется эпиневральный электрод, который прикрепляется к эпиневрью, что дает очень эффективную конфигурацию, обладающую высокой избирательностью.

На фиг.5 показан пример стержневого электрода, который может оказаться несколько более инвазивным, чем манжетные электроды (см., например, публикацию T.Stieglitz, M.Gross. "Гибкие биомикроэлектромеханические системы BIOMEMS с электродами, расположенными на передней и задней сторонах и являющимися ключевыми компонентами нейропротезирования и биогибридных систем", Transducers '01/ Eurothe sensors, т.XV, с.358-361, 2001, отсылочно включенную сюда). Электроды имеют форму многосторонних игл. Электроды вводятся в невральную ткань с целью более тесного контакта между сторонами электродов и нервными волокнами. Одной из трудностей, однако, является способ имплантации, что связано с механической жесткостью периферийной нервной системы. Дальнейшие подходы к улучшению стабильности и проникающих свойств электродов этого вида находятся в стадии развития. Кроме того, были бы весьма полезны новые инструментальные средства для их имплантации.

В продольном внутривещковом электроде сочетаются электрический контур тонкого проволочного электрода и электрический контур, включающий тонкую иглу. Эта игла может использоваться для направления тонкопленочного электрода при его введении в нерв в продольном направлении. В нерве остается только тонкий проволочный электрод. Может быть достигнута, в зависимости от способа имплантации электрода, высокая избирательность. См., например, публикацию K.Yoshida, D.Pellinen, P.Rousche, D.Kipke, "Разработка тонкопленочных продольных межвещковых электродов". Proceedings Of The 5th Annual Conference Of The International Functional Electrical Stimulation Society, с.279-281, 2000, отсылочно включенную сюда. Ограничение числа позиций для продольных внутривещковых электродов малым значением может быть преодолено при использовании полиимидных основ. Число электродов может быть увеличено при использовании технологий микроструктурирования. Кроме того, электрод опорного напряжения и заземляющие электроды могут быть включены в основу.

В качестве альтернативы тонкопленочным электродам могут применяться электроды на основе силикона, имеющие вид массивов игл, полученные микрообработкой. Развиваются по крайней мере два подхода. В одном подходе использует сочетание резки и травления для структурирования пластины по нормальному направлению; см., например, публикацию R.A.Normann, E.M.Maynard, P.J.Rousche, D.J.Warren, "Невральный интерфейс для кортикального зрительного протеза", Vision Research, т.39, с.2577-2587, 1999, отсылочно включенную сюда. При втором подходе пластина структурируется вдоль планарного направления; см., например, публикацию K.D. Wise, D.J. Andersen, J.F.Hetke, D.R.Kipke, K.Najafi "Беспроволочные имплантируемые микросистемы: электронные высокоплотные интерфейсы с нервной системой", IEEE Proceedings (Invited Paper), т.93, No.1, 2004, отсылочно включенная сюда. Этот подход позволяет комбинировать электроды и другие элементы электроники. В каждую иглу могут быть помещены многие электроды. Одним из недостатков этого вида электродов является то, что базовой структурой является лишь одно только расположение игл. Для создания массива (решетки) требуется группа игл. Для решеток силиконовых электродов могут потребоваться специальные инструментальные средства имплантации для весьма быстрого введения массивов.

Одним из инвазивных видов электродов является решетчатый электрод; см., например, публикацию A.Ramachandran, O.Brueck, K.P.Koch, T.Stieglitz, "Тест системы быстрого двунаправленного интерфейса для регенерации периферийных нервов", Proceedings 9th Annual Conference Of IFES Society, Bournemouth, с.425-427, 2004, отсылочно включенную сюда. Указанный электрод помещается между двумя срезами нервного ствола. Для направления и фиксации на нерве с обеих сторон решетки могут быть помещены силиконовые трубки; см., например, публикации P. Dario et al., "Робототехника как технология будущего, находящаяся на этапе становления: Биомиметика, кибернетика и нейроробототехника в европейских проектах", IEEE Robotics And Automation Magazine, т.12, No. 2, с.29 - 45, 2005; и X. Navarro et al., "Стимуляция и получение сигналов от регенерированных периферийных нервов с помощью полиамидных решетчатых электродов", J.Peripher. Nerv. Syst., т.3 (2), с.91-101, 1998; эти публикации отсылочно включены сюда. Нервные волокна затем восстанавливаются через отверстия решетчатого электрода. Некоторые из отверстий, возможно, создаются с кольцевыми электродами, служащими для контакта с нервными волокнами. Имплантационные применения таких электродов включают

обслуживание инвалидов, а также фундаментальные исследования; см., например, публикацию "Невральные интерфейсы для восстановительной нейростимуляции и регистрации сигналов", IEEE Trans. Rehab. Eng, т.No.4, с.353-363, 1998, отсылочно включенную сюда.

На фиг.6 показан пример решетчатого электрода, обеспечивающего контакт с регенерируемыми нервными волокнами. После помещения микрорешетки в регенерируемый нервный путь, волокна регенерируют через различные отверстия в решетчатом электроде. Кольцевидные электроды вокруг отверстий решетки могут входить в непосредственный контакт с указанными восстанавливаемыми волокнами. В этом случае возможна избирательная сенсорная и моторная связь; см., например, публикацию P.Negredo, J.Castro, N.Lago, X.Navarro, "Дифференциальный рост аксонов сенсорных и моторных нейронов сквозь приспособленный для регенерации электрод: стереологическое ретроградное мечение и изучение функционирования, выполненное на крысах", Neuroscience с.605-615 (2004), отсылочно включенную сюда. В результате может быть достигнута селективная стимуляция и регистрация биоэлектрических потенциалов нервов. Примером электрода, который может регулировать (направлять) ток, является периневральный кольцевой электрод.

Фиг.7 демонстрирует некоторые аспекты варианта на основе зажимного электрода, который может быть легко введен хирургически. Ветвь к задней перстнечерпаловидной мышце, которая отходит от возвратного нерва гортани, проходит приблизительно в 1 см ниже перстневидного хряща и затем проходит вдоль открытой трахеи и перстневидного хряща лошади перед входом в заднюю перстнечерпаловидную мышцу. Вместо хирургического доступа "ко всему", можно использовать малое отверстие для введения небольшого эндоскопа с целью наблюдения ветви 502 задней перстнечерпаловидной мышцы. Затем подходящий инструмент используется для удержания зажимного электрода 504 на ветви 502 задней перстнечерпаловидной мышцы. Этот инструмент может быть пассивным или допускающим свободное перемещение. Два вилообразно расположенных зубца зажимного электрода 504 прижимаются к кости, хрящу или мягким тканям 501 ниже ветви задней перстнечерпаловидной мышцы 502, и инструмент удаляется, после чего ветвь задней перстнечерпаловидной мышцы 502 закреплена для ее стимуляции через вводы 503 электродов, подходящих к зажимным электродам 505. Зажимные электроды 505 интегрированы во внутреннюю поверхность электродного зажима 504 и могут иметь различные конструкции, однако даже одной пары расположенных напротив друг друга анода и катода должно быть достаточно. При использовании на мягкой ткани зубцы электродного зажима 504 могут быть полностью сведены. Зажимающие фланцы 506 предотвращают слишком глубокое продвижение электродного зажима 504 и разрушения нерва 502 задней перстнечерпаловидной мышцы при сдавливании.

На фиг.8 суммированы соотношения между избирательностью и инвазивностью электродов по отношению к тканям, на которые оказывается воздействие, для различных возможных конкретных конфигураций электродов.

Возможные альтернативы датчикам на основе электродов

Ультразвуковые способы измерений также могут применяться в одном варианте системы 200 терапии, включающей: а) измерительные электроды 207, приспособленные для ультразвуковой связи с областью голосовой складки, или глоткой, или легкими, или другими областями тела, движение или изменение объема которых с высокой степенью коррелирует с вдохом; б) электрод 206 стимуляции для

электрической связи с неправильно функционирующей задней перстнечерпаловидной мышцей; с) ритмоведущий процессор 201, принимающий полученные при измерении сигналы, поступившие от измерительных электродов 207, и подающий сигналы стимуляции на электрод 206 стимуляции.

5 Вариант системы 200 терапии может быть основан на датчиках, использующих эффект Холла. Эффект Холла связан с разностью потенциалов (холловским напряжением) на противоположных сторонах тонкого листа проводящего или
10 полупроводникового материала в форме "холловской пластинки" (или элемента Ван дер Пау), через которую протекает ток. Разность потенциалов создается магнитным полем, перпендикулярным к холловской пластинке. Разность потенциалов коррелируется напряженностью магнитного поля. На напряженность магнитного поля влияет наложение магнитного поля, изменения в тканях или движение тканей, состоящих из частей с различной проводимостью, вблизи полупроводникового
15 сенсорного элемента датчика Холла, изменение расстояния или ориентации относительно друг друга датчика Холла и источника магнитного поля.

В другом варианте система 200 терапии может включать: а) микрофонный датчик для генерации электросигнала, представляющего активность в некоторой области,
20 выбранной для измерений, которой проводятся измерения, связанной с областью голосовой складки, глоткой, легкими или другими областями тела, движение или изменение объема которых с высокой степенью соответствует вдоху; б) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей
25 задней перстнечерпальновидной мышцей; и с) ритмоведущий процессор 201, принимающий полученные при измерении сигналы, передаваемые микрофонным датчиком, и подающий сигналы стимуляции на электрод 206 стимуляции. См., например, патент U.S. No.6,174,278.

Вариант может также представлять собой систему 200 терапии, основанную на
30 измерении давления, включающую: а) датчик давления, служащий для генерации электрического сигнала, представляющего активность в некоторой выбранной для измерений области, связанной с областью голосовой складки, глоткой, легкими или другими областями тела, движение или изменение объема которых с высокой
35 степенью соответствует вдоху; б) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей задней перстнечерпаловидной мышцей; с) ритмоведущий процессор 201, принимающий полученные при измерении сигналы, передаваемые датчиком давления и подающий сигналы стимуляции на электрод 206 стимуляции.

40 В системе 200 терапии может применяться преобразователь напряжения (деформации); система включает: а) преобразователь напряжения (деформации), служащий для генерации электрического сигнала, представляющего удлинение или сжатие в области, выбранной для измерений, связанной с областью голосовой
45 складки, глоткой, легкими или другими областями тела, движение или изменение объема которых с высокой степенью соответствует вдоху; б) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей задней перстнечерпаловидной мышцей; с) ритмоведущий процессор 201, принимающий
50 полученные при измерении сигналы, передаваемые преобразователем напряжения (деформации), и подающий сигналы стимуляции на электрод 206 стимуляции.

Вращение или изгиб также может использоваться в системе 200 терапии, система включает: а) датчик механической деформации, служащий для генерации электрического сигнала, представляющего механическое напряжение в некоторой

выбранной для измерений области, связанной с областью голосовой складки, глоткой, легкими или другими областями тела, движение или изменение объема которых с высокой степенью соответствует вдоху; b) электрод 206 стимуляции, служащий для электрической связи с неправильно функционирующей задней перстнечерпаловидной мышцей; c) ритмоведущий процессор 201, принимающий полученные при измерении сигналы от датчика механической деформации и подающий сигналы стимуляции на электрод 206 стимуляции.

Например, в системе 200 терапии, основанной на измерении степени вращения или изгиба, возможно использование пьезоактивного материала. Пьезоэлектрический эффект представляет собой способность некоторых кристаллов генерировать напряжение в ответ на приложенное механическое напряжение. Пьезоэлектрический эффект обратим в том смысле, что пьезокристаллы, подвергнутые действию приложенного к ним электрического напряжения, могут в некоторой степени изменять форму. Деформация, составляющая примерно 0,1% от исходного размера, обычно имеет порядок нанометров, однако эффект находит полезные применения, например для генерации и детектирования звука, генерации высоких напряжений, генераторов частоты в электронных устройствах и для сверхтонкой фокусировки сложных оптических приборов. В пьезоэлектрическом датчике физические размеры изменяются благодаря действию механической силы, приложенной к двум поверхностям чувствительного элемента. В зависимости от конструкции датчика могут использоваться различные "моды" нагрузки пьезоэлектрического элемента: продольная, поперечная и сдвиговая.

Пьезорезистивный эффект отличается от пьезоэлектрического. Пьезорезистивный эффект представляет собой изменение электрического сопротивления материала в результате действия приложенного механического напряжения. В отличие от пьезоэлектрического эффекта, пьезорезистивный эффект вызывает только изменение сопротивления, но не генерирует разность потенциалов: это осуществляется дополнительной электрической цепью.

Другие состояния дыхательных путей

Лошади испытывают другие дисфункции верхних дыхательных путей, включая (перечень не является ограничительным) дорсальное смещение мягкого неба (ДСМН), различные формы гортанного, фарингеального и носоглоточного коллапса, или сужения дыхательных путей. Для терапии этих дисфункций в некоторых варианты системы 200 терапии могут эффективно использоваться способы и устройства, описанные здесь, что иллюстрируется следующими примерами.

Один вариант может применяться при терапии дорсального смещения мягкого неба (ДСМН). Патофизиология этой дисфункции состоит в следующем. У лошади в норме соприкасаются мягкое небо и надгортанник, что формирует прямые открытые дыхательные пути от носовой полости до трахеи. Но у некоторых лошадей мягкое небо смещается назад при нагрузках, и тогда мягкое небо частично оказывается внутри дыхательных путей и является основной преградой для выдыхаемого воздуха. Точная причина ДСМН неизвестна, но предполагают, что оно вызывается или прямым механическим смещением, обусловленным постериорными движениями языка, или слабостью мышц мягкого неба или тех мышц, которые поднимают надгортанник или всю гортань. При использовании имплантируемых систем, описанных здесь, электроды могут быть помещены в/на одну или несколько ветвей подъязычного нерва, ведущих к подбородочно-язычной мышце, подбородочно-подъязычной мышце, подъязычно-надгортанной мышце; вагусный, или

языкоглоточный, нерв ответвляется к небно-язычной мышце, небно-глоточной мышце или к соседним фарингеальным мышцам; нерв ответвляется к щитоподъязычной мышце. В других вариантах электроды размещаются непосредственно в указанных выше мышцах или вокруг них. В другом варианте электроды размещаются в

слизистой оболочке верхних дыхательных путей, под ней или около нее. Электростимуляция применяется к слизистой оболочке или чувствительным нервам слизистой оболочки, чтобы вызвать глотание или рефлекторную моторную реакцию.

Некоторые варианты также могут быть полезными при терапии коллапса носоглотки. Электроды могут быть размещены в/вокруг ветви нерва, ведущей к шилоглоточной мышце, которая образует верхнее перекрытие носоглотки, и к небно-глоточной мышце, которая образует стенки носоглотки.

Некоторые варианты могут использоваться для терапии отклонения назад надгортанника. Электроды размещаются в/вокруг ветви нерва, ведущей к подъязычно-надгортанной мышце, и стимуляция применяется, чтобы втянуть в переднем направлении надгортанник. В других вариантах электроды размещаются в подъязычно-надгортанной мышце или вокруг нее.

Аналогично, некоторый вариант может быть полезен при терапии паралича носовой крыловидной складки. Электроды могут быть размещены в/вокруг ветви нерва, ведущей к дилататору носовой мышцы, или непосредственно в/на мышце. Другие варианты могут применяться для терапии паралича века. Электроды размещаются в/вокруг ветви нерва, ведущей к круговой мышце глаза, или непосредственно в мышце, или на ней. А некоторые варианты предназначены для терапии синдрома Бернара-Горнера. Электроды размещаются вокруг шейных нервных узлов или симпатических ветвей. В других вариантах электроды размещаются в ответвлениях нерва, ведущих к решетчатой кости, или вокруг них. Электростимуляция применяется, чтобы вызвать сужение сосудов слизистой оболочки

Реализация системы

Варианты включают также хирургические способы и инструментальные средства для безопасной имплантации протезного устройства, при которой не возникают повреждения организма лошади. Например, в некоторых вариантах имплантируют электроды, которые не рассеивают электрический ток в окружающих структурах тканей, что позволяет избежать нежелательных побочных эффектов. Дополнительные конкретные варианты позволяют имплантированному устройству терапии выдерживать жесткие условия, создающиеся в горловине лошади, и надежно функционировать в течение месяцев. В некоторых вариантах имплантированное устройство может сигнализировать о своем правильном функционировании таким образом, чтобы этот факт мог быть проверен должностными лицами, ответственными за соблюдение правил, и так, что этот факт может быть верифицирован до, в ходе и после спортивного события другими способами и устройствами, являющимися вариантами данного изобретения. Дополнительные варианты включают способы и устройства, предназначенные для обращения дегенерации нейронов, которая, например, будет обнаружена при данной дисфункции, и для терапии других дисфункций дыхательных путей лошади.

В экспериментах на лошадях делались попытки одностороннего восстановления движения черпаловидного хряща и связанных с ним голосовых связок у 5 нормальных лошадей и у 3 лошадей с возникшей естественным образом болезнью. Была имплантирована система компании Med-EI для кохлеарной имплантации, и был

обеспечен сигнал стимуляции. В некоторых случаях имплантат модифицировался путем замены обычного 12-канального электрода на манжетный электрод. Дальнейшие модификации производились для того, чтобы заменить проводочные выводы, изготовленные из платинового иридия, на выводы изготовленные из нержавеющей стали, чтобы предотвратить образование трещин в выводах.

У лошадей №1 и №2 восстановление движений было достигнуто с помощью помещения линейного решетчатого электрода под верхнюю перстнечерпаловидную мышцу (заднюю перстнечерпаловидную мышцу), через боковой цервикальный доступ.

В этих случаях абдукция голосовой складки наблюдалась при электростимуляции в ходе хирургической операции, но эта реакция утрачивалась после того, как животные поправлялись после операции. У лошади №3 манжетный электрод был помещен в ветвь абдуктора левого возвратного гортанного нерва через вентрально-цервикальный доступ. У лошадей №1 и №2 восстановление движений было достигнуто с помощью установления поднадкостничного решетчатого электрода через латеральный цервикальный доступ. Восстановление движений было достигнуто, но только в ходе операции. Восстановление движений была достигнуто с помощью хирургической имплантации устройства на верхнюю перстнечерпаловидную мышцу (заднюю перстнечерпаловидную мышцу). У лошади №3 манжетный электрод был помещен в абдукторную ветвь левого возвратного гортанного нерва, что также привело к успеху в ходе операции. Восстановление движений было затем получено с помощью размещения манжетного электрода на левом возвратном гортанном нерве через вентральный цервикальный доступ. Кроме того, была рассечена и лигирована аддукторная ветвь левого возвратного гортанного нерва. У лошадей №4 и №5 функционирование гортани было нормальным, в то время как у остальных трех лошадей имел место естественно возникший гортанный гемипарез/паралич. Лошадь №6 имела гемипарез (степени III), а лошади №7 и №8 - гемиплегию (степени IV). Продолжительность болезни у лошадей №6 и №8 была неизвестна и составляла один год у лошади №7. К лошадям после операции применялась стимуляция в течение одного часа ежедневно с целью стимулировать регенерацию аксонов и остановить дегенерацию аксонов, при этом использовались следующие параметры:

- Форма волны - двухфазная, катодная
- Сила тока - 500 микроампер на фазу
- Длительность фазы - 0,427 миллисекунд
- Число импульсов на пакет сигналов - 480 (20 секунд)
- Промежуток времени между импульсами - 40 миллисекунд
- Частота импульсов (расчетная) - 24 Гц
- Число пакетов импульсов на стимуляцию - 164
- Частота пакетов импульсов (расчетная) - 0.09 Гц
- Промежуток времени между пакетами импульсов - 2 секунды
- Электроды, активируемые группами, содержащими от 1 до 12 электродов, при силе тока от 98 до 1300 микроампер на электроды.

У лошадей №5, №6 и №7 абдукция стимулируемого черпаловидного хряща могла вызываться непрерывно, "подобным сокращению мышц при столбняке", в течение одного часа. В ходе упражнений была достигнута непрерывная абдукция при следующих параметрах стимуляции:

- Форма волны - двухфазная (диапазон возможностей: однофазная, двухфазная, трехфазная), катодная (диапазон: катодная, анодная, с чередованием)
- Сила тока - 500 микроампер на фазу (диапазон: 250-1000, возможны: 50-10000)

- Сила тока - 500 микроампер на фазу (диапазон: 250-1000, возможны: 50 -
 Длительность фазы - 427 микросекунд (диапазон: 250-1000, возможны: 50-10000)
 - Сила тока - 500 микроампер на фазу (диапазон: 250-1000, возможны: 50 - Частота
 импульсов - 24 Гц (диапазон: 10-40, возможны: 0,1-200, может быть: 0,1-20000)

Способы коррекции параметров

В вариантах, которые включают датчик 207 терапии, ритмоведущий процессор 201 и/или модуль 204 стимуляции, информация от датчика 207 терапии может передаваться/приниматься с помощью беспроводной телеметрии. Датчик 207 терапии может быть внешней компонентой, которая не имплантируется. В альтернативных вариантах датчик 207 терапии может быть интегрирован в корпус модуля 204 стимуляции и/или ритмоведущего процессора 201, или может быть соединен с одним из них (или с обоими) посредством одного или нескольких числа выводов. На фиг.6 показан вариант, в котором внешний процессор 603 также может передавать информацию системе 200 терапии, например, относящуюся к коррекции параметров стимуляции, которые следует использовать в модуле 204 стимуляции. Коррекция может быть выполнена на основании информации, полученной от системы терапии, например от модуля 204 стимуляции, или датчика 207 терапии, или от источника, внешнего по отношению к системе 200 терапии, например от пользователя 606, специалиста по терапии лошадей, через интерфейс пользовательского терминала 604 клинициста с внешним процессором 603; или могут применяться некоторые комбинации перечисленных способов.

В одном конкретном варианте ритмоведущий процессор 201 может записывать полученную информацию, анализировать ее и корректировать параметры стимуляции на основании этой информации, или выполнять некоторую комбинацию указанных действий. Альтернативно, ритмоведущий процессор 201 может записывать информацию и передавать ее внешнему процессору 603 через сеть 602 передачи данных. В этом случае внешний процессор 603 анализирует информацию с целью получения данных для коррекции системных характеристик, например параметров стимуляции, и передает корректирующие данные системе 200 терапии, ее ритмоведущему процессору 201, для управления модулем 204 стимуляции. Специалист в данной области также поймет и оценит, что с системой 200 терапии может быть связан также отдельный ритмоведущий процессор, ответственный за анализ полученной информации, вырабатывающий или устанавливающий новые значения параметров стимуляции. Термин "связаны с" относится к структурам, которые размещены внутри устройства или соединены с устройством с помощью проводника.

Один или несколько терминалов 604 клинициста могут быть подсоединены к сети 602 передачи данных, чтобы принимать или уведомлять о функционировании системы, например о значениях параметров стимуляции, которые могут быть выработаны ритмоведущим процессором 201 или внешним процессором 603. В одном варианте терминал 604 клинициста может применяться пользователем-клиницистом 606 для того, чтобы отклонять или принимать скорректированные значения параметров стимуляции. В случае принятия система 200 терапии будет далее использовать выработанные ритмоведущим процессором 201 скорректированные значения параметров стимуляции, загрузив или введя их, например, в имплантированный модуль 204 стимуляции в качестве новой программы стимуляции, новых параметров или приращений параметров. Альтернативно, пользователь-клиницист 604 может потребовать клинического осмотра лошади, чтобы клиницист 604 мог проконтролировать скорректированные параметры с

использованием терминала клинициста 604 или отдельного пользовательского программирующего устройства.

Сеть 602 передачи данных может быть местной сетью, сетью связи на обширной территории или глобальной сетью, такой как Интернет. Внешний процессор 603 может включать сетевой сервер, генерирующий сетевые страницы, содержащие предложенные скорректированные значения параметров для их просмотра на терминале 604 клинициста. Кроме того, внешний процессор 604 может включать сервер электронной почты для доставки уведомлений 605 о предложенной коррекции параметров. Терминал 604 клинициста может быть любым клиентским устройством, подсоединенным к сети 602 передачи данных, например, персональным компьютером, персональным цифровым ассистентом, терминалом диалогового телевидения, аппаратом мобильной связи или подобным устройством. При использовании терминала 604 клинициста пользователь-клиницист 606 получает доступ к страницам, сгенерированным внешним процессором 603, и принимает уведомления 605 электронной почты, уведомляющие клинициста 606 о новой информации или предложенных скорректированных параметрах терапии для данной лошади.

Если система 200 терапии самостоятельно (например, с помощью ритмоведущего процессора 201) анализирует информацию и генерирует предполагаемые скорректированные значения параметров, то скорректированные значения и информации могут и в этом случае передаваться внешнему процессору 603, чтобы пользователь-клиницист 606 мог сделать обзор информации и пересмотреть корректирующие значения с помощью терминала 604 клинициста. В этом случае ритмоведущий процессор 201 предоставляет сведения, необходимые для анализа и коррекции, а внешний процессор 603 поддерживает механизм уведомлений и одобрений/отклонений при выполнении коррекции. В других вариантах внешний процессор 603 предоставляет сведения, необходимые для анализа и настройки, а также механизм уведомлений и одобрений/отклонений. В этом случае внешний процессор 603 выступает как канал сбора и передачи информации о лошади и применяется для программирования имплантированного модуля стимуляции 204 с целью коррекции параметров стимуляции. В некоторых вариантах принятие (далее также - "одобрение") пользователем-клиницистом 606 необходимо только при некоторых видах коррекции параметров стимуляции, например, если скорректированные значения превосходят заранее определенные предельные значения.

В некоторых вариантах коррекции параметра стимуляции могут быть выполнены автоматически внешним процессором 603, но во многих обстоятельствах желательно получить одобрение пользователя-клинициста 606 до загрузки или ввода скорректированных параметров стимуляции в систему 200 терапии. По этой причине желательно, чтобы внешний процессор 603 поддерживал генерацию уведомлений 605 по электронной почте и страниц сети, содержащих подробные сообщения, чтобы пользователь-клиницист 606 располагал информацией, необходимой для принятия решений относительно коррекции параметров стимуляции. Внешний процессор 603 может управлять информацией и принятием решений о коррекции параметров сразу для группы лошадей и группы клиницистов. В каждом случае внешний процессор 603 и система 200 терапии функционируют совместно, чтобы обеспечить адаптивную коррекцию параметров стимуляции, используемых модулем 604 стимуляции для управления терапией заболевания.

Информация, получаемая внешним процессором 603, может поступать от модуля 604 стимуляции, датчика 207 терапии, организма лошади 100 или быть

комбинированной информацией от перечисленных объектов. В случае, если модуль 204 стимуляции является источником информации, последняя может включать оперативную информацию о функционировании системы терапии, поступающую от электродов 205 стимуляции. Примеры оперативной информации включают состояние батареи, ее текущий ресурс, выходное сопротивление, наборы параметров, применяемых модулем стимуляции 204, состояние систем телеметрии, время от момента имплантации модуля 204 и информацию о времени, прошедшем с момента последней коррекции параметров. В некоторых вариантах наборы параметров могут включать детали, касающиеся частоты, амплитуды и ширины импульсов стимуляции, параметров циклов, идентификацию применяемых электродов 205 стимуляции и другие подобные параметры. В некоторых вариантах имплантированный модуль стимуляции 204 также может служить для приема информации от датчика 207 терапии и для отправления информации внешнему процессору 603. Альтернативно, в других вариантах датчик 207 терапии может передавать информацию непосредственно внешнему процессору 603.

Один или несколько датчиков 207 терапии могут обеспечивать разнообразную информацию о степени эффективности нейростимулирующей терапии, поступающую от модуля 204 стимуляции. Информация может быть любой информацией, относящейся к функционированию голосовых связок или любого другого участка дыхательных путей лошади, или любым параметром, относящимся к организму лошади. Например, датчик 207 терапии может контролировать некоторые параметры, например давление, силу сжатия, скорость потока, давление в потоке, расход потока воздуха и т.п. Другие примеры воспринятой сенсорами информации включают скорость потока, температуру, сопротивление, pH и химический состав. Любая подобная информация может показывать влияние нейростимулирующей терапии на физиологические функции лошади 100. Например, если датчик 207 терапии показывает возникновение избыточного давления, чрезмерной силы сжатия или нежелательных потоков воздуха ("утечек") в результате применения некоторого набора параметров стимуляции, то может оказаться желательным динамически скорректировать параметры стимуляции, чтобы уменьшить давление или силу сжатия, и таким образом, повысить эффективность терапии.

В других вариантах один или несколько датчиков 207 терапии могут быть имплантированы в организм лошади 100 для получения информации о физиологическом состоянии лошади 100. Например, датчик 207 терапии может быть размещен для оценки деятельности сердца, респираторной активности, электромиографической активности и других подобные данных, являющиеся показателями уровня активности лошади. Такая информация об уровне активности вместе с другой информацией может быть полезна для определения скорректированных параметров стимуляции. Другие типы датчиков 207 терапии могут также распознавать позу или оценивать уровень активности лошади 100. Так, акселерометр может обнаруживать повышенный уровень активности, например, при упражнениях, а другие датчики могут распознавать стоит, сидит или лежит лошадь 100. Кроме того, часть информации, полученной такими датчиками 207 терапии, например, о респираторной активности, может быть проанализирована с целью определить, например, спит ли лошадь 100.

Информация относительно организма лошади 100 включает информацию, вводимую во внешний процессор 603 через терминал 604 клинициста через интерфейс пользователя, например, с помощью набора кнопок, клавиатуры, сенсорного экрана

или других средств ввода. Подобно информации, полученной от датчика 207 терапии, информация о лошади 100 также может показывать степень эффективности нейростимулирующей терапии. Другая информация относительно организма лошади 100 может показывать физиологическое состояние лошади 100, например характер активности (работа, еда, сон), уровень активности (например, высокий, умеренный уровень или уровень отдыха) или позу (стоит, сидит, лежит). Входная информация такого рода может быть полезна, так как эффективность конкретных параметров стимуляции может варьироваться при изменении физиологического состояния лошади 100. Может быть получена также информация о комфортности состояния лошади 100. Например, дискомфорт может быть обнаружен и оценен в условных единицах пользователем-клинистом 606. В еще одном варианте пользователь-клинист 606 может ввести информацию о своей субъективной оценке общего состояния лошади 100, связанного с терапией с помощью стимуляции. Такая входная информация также может быть основана на оценке общего состояния лошади в условных единицах.

В некоторых вариантах пользователю-клинисту 606 можно предоставить возможность вводить данные о предпочтениях лошади, например, на основе субъективной оценки предпочтений лошади 100. Например, пользователь-клинист 606 может вводить информацию, указывающую что некоторый уровень стимуляции, определяемый, например, амплитудой, шириной или частотой импульса, является неприятным или даже болезненным для лошади. Кроме того, пользователь-клинист 606 может вводить информацию относительно уровней стимуляции, которые, как на первый взгляд кажется, не имеют прямой связи с эффективностью и относятся к перспективам лечения лошади. Вся информация, полученная внешним процессором 603 или системой 200 терапии, может быть исследована на наличие взаимосвязей таким образом, чтобы оказалось возможным использовать ее для оценки состояния лошади 100, например, во время важного события.

Логика адаптации может принимать форму функции или набора функций, выраженных в виде математических зависимостей или таблиц, в которых различные данные взвешиваются с помощью заранее определенных весовых коэффициентов, и взвешенные данные суммируются, чтобы скорректировать параметры. В одном варианте логика адаптации может быть основана, по крайней мере частично, на некотором сочетании диапазонов, определяющих уровни безопасности (например, диапазонов, заданных изготовителем или пользователем-клинистом 604), эффективность стимуляции, и ресурс батареи. В другом варианте логика адаптации включает получение взвешенной оценки исходя из всей информации, полученной внешним процессором 603 и/или системой 200 терапии (например, модулем 204 стимуляции, датчиком 207 терапии и т.д.). В дополнительном варианте логика адаптации может также включать получение взвешенной оценки также по другим входным параметрам, поступающим от пользователя-клиниста 606, что осуществляется при подходящей исходной программе внешнего процессора 603 и/или благодаря свойствам системы 200 терапии (например, ритмоведущего процессора 201). В одном варианте диапазоны безопасности, определены ли они изготовителем или пользователем-клинистом 606, устанавливают пределы изменений параметров; они также могут определяться логикой алгоритмов адаптации исходя их наиболее неблагоприятных весов.

Коррекция параметров стимуляции может быть представлена как увеличение или уменьшение одного или нескольких параметров, например амплитуды, ширины

импульса или частоты. Коррекция параметров стимуляции могут быть выражена как абсолютная величина скорректированного параметра или как изменение (приращение) параметра. Другими словами, коррекция параметра стимуляции может осуществляться за один шаг и количественно определяться указанным выходом внешнего процессора 603. Если логика адаптации после анализа информации определит, что следует увеличить на 20 Гц частоту импульсов стимуляции, генерируемых модулем стимуляции 204, то такое увеличение на 20 Гц предлагается в качестве приращения для параметров стимуляции. В некоторых случаях точное значение параметра (не приращение) может быть ограничено изготовителем или пользователем-клинистом 606 величиной максимально допустимого приращения, чтобы избежать мгновенных изменений, которые вызывают у лошади 100 сильный дискомфорт.

Альтернативно, логика адаптации может просто указывать, что необходимо некоторое приращение параметра; тогда с определенной периодичностью выполняется ряд последовательных приращений до тех пор, пока алгоритм адаптации не укажет на отсутствие потребности в дальнейшем приращении. Например, частота может увеличиваться с приращением 1 Гц, если алгоритм адаптации указывает необходимость в таком увеличении. В этом случае в логику адаптации может быть встроена гистерезисная функция, позволяющая избежать чередований положительных/отрицательных приращений параметра стимуляции. Коррекции выполняются через различные промежутки времени, например секунды, минуты, часы и даже дни, что предоставляется усмотрению пользователя-клиниста 606. В дополнение к увеличению и уменьшению параметров, алгоритм адаптации может также показывать, находится ли эффективность терапии в приемлемом диапазоне, и обеспечивать выход, указывающий на отсутствие потребности в коррекции.

В одном варианте внешний процессор 603 может также определять и изменять частоту анализа и коррекции параметров стимуляции. Например, сразу после имплантации и вскоре после нее могут оказаться необходимыми несколько коррекций; дополнительные коррекции могут быть необходимыми или желательными для получения оптимальных параметров стимуляции. В одном варианте моменты анализа параметров стимуляции могут быть определены, по крайней мере частично, при анализе истории изменения параметров стимуляции и их коррекции. Альтернативно, моменты анализа параметров могут быть заранее определены пользователем-клинистом 606 и/или изготовителем. В еще одном варианте пользователь-клинист 606, проводящий терапию лошади 100, может указать, на основе субъективного анализа эффективности текущих параметров, что внешний процессор 603 должен проанализировать параметры стимуляции, чтобы определить, необходима ли их коррекция.

В вариантах, в которых внешний процессор 603 или система 200 терапии могут непосредственно и автоматически корректировать параметры стимуляции, возможно анализировать информацию периодически, например, через промежутки времени порядка секунд, минут, часов или дней. В некоторых вариантах внешний процессор 603 и система 200 терапии могут применять различные режимы анализа. В первом режиме информация может анализироваться и коррекции выполняться относительно редко через периодические промежутки времени, порядка нескольких часов или нескольких дней. Во втором режиме внешний процессор 603 и система 200 терапии могут осуществлять более интенсивный анализ и коррекцию, при которых информация оценивается и параметры корректируются весьма часто, пока

желательный уровень эффективности не будет достигнут.

Функционирование в этом втором, более интенсивном режиме может продолжаться до тех пор, пока уровень эффективности не окажется в приемлемом диапазоне.

Интенсивный режим может быть введен, когда анализ, производимый в первом, неинтенсивном режиме покажет такой уровень эффективности, который потребуют коррекции параметров стимуляции. Как и раньше, коррекции параметров стимуляции в каждом режиме могут выполняться автоматически или должны получить одобрение пользователем-клинистом 606.

В одном варианте внешний процессор 603 может, не требуя дополнительной входной информации или разрешения от любого другого источника, ввести и использовать новые параметры стимуляции. Как обсуждалось выше, в другом варианте требуется одобрение пользователем-клинистом 606, поступающее через внешний процессор 603 до установки и применения новых значений параметров стимуляции. В еще одном варианте внешний процессор 603 может передавать новые параметры стимуляции на терминал 604 клинициста для обзора и/или одобрения клиницистом 606 терапии лошади 100. В этом варианте можно предоставить пользователю-клинисту 606 возможность при терапии лошади 100 субъективно сравнивать эффективность двух параметров стимуляции и выбирать параметры, которые он предпочитает. Кроме того, ряд предшествующих значений параметров стимуляции может быть сохранен в памяти, что позволяет пользователю-клинисту 606 лошади 100 выбирать из них или определять некоторые из них как особенно эффективные, особенно нежелательные или особенно эффективные для одного или нескольких уровней или видов активности (что особенно желательно для коррекций при упражнениях).

Модуль 208 датчиков и/или датчик 207 терапии может быть постоянно имплантирован в тело лошади 100 для функционирования в течение продолжительного времени. В этом случае модуль 208 датчиков должен иметь достаточный ресурс источника питания, или же иметь индуктивную связь с источником питания, дающую возможность длительной работы. Модуль 208 датчиков и/или датчик 207 терапии может быть имплантирован минимально инвазивным, эндоскопическим способом для работы в течение продолжительного времени или же в течение ограниченного промежутка времени, чтобы зафиксировать информацию, полезную при анализе и коррекции параметров стимуляции. Другими словами, модуль 208 датчиков и/или датчик 207 терапии может быть либо имплантирован постоянно, чтобы поддерживать длительные коррекции параметров в течение продолжительного курса терапии, охватывающего несколько месяцев или лет, или же специально имплантирован на короткое время для одноразовой коррекции параметров или выполнения небольшого числа коррекций за относительно короткий отрезок времени, например за несколько часов, дней или недель.

В некоторых вариантах модуль 208 датчиков непрерывно или периодически передает собранную информацию модулю 204 стимуляции или внешнему процессору 603. В этом случае модуль 208 датчиков отслеживает физиологическое состояние непрерывно или периодически. Альтернативно, модуль 204 стимуляции или внешний процессор 603 может инициализировать работу модуля 208 датчиков, чтобы зафиксировать информацию, собираемую в заданные промежутки времени. В некоторых случаях управляемая инициализация может произойти, когда пользователь-клинист 606 терапии лошади 100 введет информацию во внешний процессор 603. Управляемая инициализация модуля 208 датчиков может использоваться для

экономии ресурса источника питания и, если это применимо, ресурсов модуля 208 датчиков и модуля 204 стимуляции. В каждом случае многие датчики 207 терапии могут работать при различных значениях параметров и располагаться в различных областях тела лошади 100.

Вместо немедленной передачи информации модулю 204 стимуляции или внешнему процессору 603, модуль 208 датчиков скорее должен сохранять исходную информацию для ее последующей беспроводной передачи 601. Следовательно, в некоторых вариантах информация может сохраняться в модуле 208 датчиков, а позднее передаваться модулю 204 стимуляции 204 или внешнему процессору 603. В этом случае модуль 204 стимуляции или внешний процессор 603 может дать запрос модулю 208 датчиков на получение накопленной информации для ее анализа и возможной коррекции параметров стимуляции. В качестве дополнительной альтернативы управляемая инициализация пользователем-клинистом 604 терапии лошади 100, может осуществляться как движение магнита вблизи датчика 207 терапии; в этом случае модуль 208 датчиков должен содержать соответствующую схему, обнаруживающую движение магнита.

Некоторый вариант может включать сервер мониторинга, сервер сети, сервер электронной почты, сервер программирования, средства соединения с сетью, базу данных о лошадях или некоторую комбинацию таких серверов. База данных о лошадях может хранить информацию о множестве лошадей 100 в упорядоченной форме, позволяющей легко находить информацию, необходимую для анализа, составления отчетов и внесения в архивы. Сервер сети генерирует сетевые страницы, которые содержат информацию относительно одной или нескольких лошадей 100, включая информацию, полученную от внешних процессоров 603. Информация может быть представлена в нескольких форматах и с разной степенью детализации. При использовании терминала 604 клинициста, оборудованного сетевым браузером, пользователь-клинист 606 сможет обозревать информацию о лошадях, содержащуюся в базе данных, обратившись к серверу сети. Сервер сети также может быть сконфигурирован для выполнения команд доступа к базе данных с целью поиска желательной информации. В некоторых вариантах информация может быть организована в виде иерархии меток XML. Информация на страницах сети может также включать предлагаемые корректирующие значения (поправки) для параметров стимуляции. Поправки для параметров стимуляции могут генерироваться внешним процессором 603 или системой 200 терапии. Пользователь-клинист 606 может одобрить поправки для параметров стимуляции, нажимая виртуальные кнопки на сетевой странице. После восприятия системой 200 терапии такого нажатия, выражающего одобрение поправок клиницистом, система может перейти к взаимодействию с внешним процессором 603 для внесения изменений в параметры стимуляции модулем 204 стимуляции. Сетевая страница, сгенерированная сервером сети, может также предлагать пользователю-клинисту 606 возможность изменить предложенные поправки параметров стимуляции перед их одобрением, например, с помощью установки флажков, с помощью выпадающих меню, движков, радио-кнопок и т.п. В этом случае система 200 терапии осуществит коррекцию параметра стимуляции так, как она определена пользователем-клинистом 606.

Сервер электронной почты может, если желательно, передавать уведомления 605 на терминал 604 клинициста. Уведомления 605 электронной почты могут сообщать о недавно поступившей информации о конкретной лошади 100 или о предложенных поправках параметров стимуляции для лошади 100. Уведомления 605 электронной

почты могут включать ссылки на сетевые страницы, необходимые для одобрения или модификации поправок параметров стимуляции. Альтернативно, в некоторых вариантах пользователь-клиницист 606 может одобрить поправки параметров стимуляции, отвечая на уведомления 605 электронной почты. В обоих случаях предложенные скорректированные параметры стимуляции не вводятся в действие, пока не получено одобрение. Для других вариантов, однако, можно представить, что коррекция параметров стимуляции может выполняться полностью автоматически и не требовать одобрения пользователем-клиницистом 606, особенно, если скорректированные параметры стимуляции подчинены заранее установленным программным ограничениям, которыми располагает внешний процессор 603 или модуль 204 стимуляции.

Некоторые варианты могут быть полезными в клинических исследованиях. Например, внешний процессор 603, система 200 терапии и терминалы 604 клинициста могут позволить исследователю-клиницисту 606 обращаться к информации, получаемой от имплантированных модулей 204 стимуляции для исследовательских целей, а не для коррекции параметров стимуляции. Исследователь-клиницист 606 скорее может обратиться к информации, полученной от внешнего процессора 603 и системы 200 терапии через терминал 604 клинициста, для сбора информации, нужной для краткого или развернутого исследования, относящегося к улучшению или расширению способов терапии. В некоторых вариантах логика адаптации может быть построена так, чтобы применять конкретные алгоритмы, например генетические алгоритмы, байесовскую классификацию, нейронные сети или деревья принятия решений. В этих случаях логика адаптации может быть построена так, чтобы выполнялись алгоритмы, подобные описанным в Заявках на патент U.S. Patent Application Ser. No. 10/767,674; U.S. Patent Application Ser. No. 10/767,922; U.S. Patent Application Ser. No. 10/767,545; и U.S. Patent Application Ser. No. 10/767,692, каждая из которых отсылочно включена сюда.

Верификация терапии

В связи со сказанным выше, конные соревнования обуславливают также потребность в том, чтобы соблюдались правила, предписанные регулируемыми органами, состоящие в том, что система 200 терапии и способ терапии не должны создавать несправедливых преимуществ, недостатков или приводить к ошибочной реакции на терапевтическое воздействие. Терапевтическая цель состоит в том, чтобы восстановить функцию без получения сильного или даже превышающего физиологические возможности преимущества. Соответственно, варианты могут обеспечить различные гарантии отсутствия влияния системы терапии на результаты пари. Регистрирующая система может документировать факт использования системы и применявшиеся в сеансе стимуляции частоты. Например, как показано на фиг.2, монитор 209 верификации и соответствующий файл 210 протокола могут играть роль регистрирующей системы, которая позволяет лицу, имеющему соответствующее оборудование, как в стойле, так и на месте соревнований легко определить, активна ли система 200 терапии и функционирует ли она правильно. Регистрирующая система должна быть простой в обращении, так как контроль проводится в условиях состязаний.

Варианты включают также систему 200 терапии, которая не влияет на другие свойства и биологические функции лошади 100, кроме устранения дисфункции дыхательных путей, для которой предназначена данная терапия. Особенно нежелательно, чтобы система 200 терапии вызвала бы любые побочные эффекты,

которые могли бы стимулировать или ослаблять спортивные характеристики лошади 100. Это требование частично удовлетворяется конструкцией обсуждаемой здесь системы 200 терапии. Однако способ, которым обеспечивается отсутствие побочных эффектов, состоит в том, чтобы проверять систему 200 терапии и измерять физиологические параметры, включающие (перечень не является ограничивающим):

5 контралатеральную абдукцию голосовых связок, частоту сердечных сокращений, кровяное давление, интенсивность дыхания и множество других физиологических параметров, упомянутых здесь или известных в данной области.

10 И некоторые варианты включают средства и способы, позволяющие следовать букве и духу правил, установленных регулируемыми органами конных соревнований, включая такие устройства и способы, как монитор 209 верификации и/или файл 210 протокола, настройку которых доверено производить лишь официальным ветеринарным врачам, а параметры стимуляции установлены и могут настраиваться

15 только официальным персоналом соревнований или официальным ветеринарным врачом. Кроме того или альтернативно, спортивная администрация может контролировать влияние системы 200 терапии до, во время и после спортивного выступления. Осуществляющая контроль администрация может пожелать убедиться в том, что система 200 терапии включена и осуществляет надлежащую

20 электростимуляцию, что система 200 терапии обнаруживает абдукцию голосовой складки и что воздух беспрепятственно проходит через гортань при вдохе. В связи с этими и подобными вопросами ряд относящихся к лошади параметров может измеряться и сохраняться (записываться в файл 210 протокола), а также передаваться

25 от лошади 100 к внешним приемным устройствам. Примеры воспринимаемых данных включают (без ограничения общности) параметры стимуляции, потенциалы активности нервов, данные от микрофонного датчика, акустические данные, данные мониторинга давления в области ниже голосовой щели, трахеальное давление и абдукция голосовой складки по электроглоттограмме (ЭГГ отражает сопротивление

30 высокочастным полям в области гортани). Кроме того, оптическим датчиком, фиксированным по одну сторону гортани, может регистрироваться свет, испускаемый источником, находящимся по другую сторону гортани.

В одном частном варианте может генерироваться внешний сигнал, если система 200

35 терапии функционирует, например световой сигнал на внешней компоненте, который является видимым, если осуществляется надлежащая стимуляция. Другим примером является радиосигнал, принимаемый на расстоянии. В другом варианте отдельный проводник и электрод стимулируют другую мышцу лошади 100 таким образом, что эффект ясно виден, например мышцу, сокращение которой вызывает наклон или

40 вращение уха, когда система 200 терапии активна.

Датчики 207 терапии и модуль 208 датчиков могут воспринимать информацию о электростимуляции, электрических биопотенциалах нервов или активности мышцы, обусловленной стимуляцией, измерять механически абдукцию голосовой складки или

45 изменения характеристик потока воздуха, связанные с положением голосовой складки. При надлежащей стимуляции голосовая складка отводится и дает возможность проходить максимально интенсивному потоку воздуха, что может отслеживаться по звукам, издаваемым воздухом, проходящим через дыхательные пути, по подъязычному давлению или температуре. Движение голосовой складки может

50 измеряться по смещению голосовой складки с помощью измерений любым из различных способов, например с помощью тензометрического датчика в тканях гортани, по количеству света, проходящего через голосовую щель, по изменению

сопротивления тканей гортани или непосредственной визуализацией голосовых складок с помощью внутренней видеокамеры. Взаимодействие тканей с потоком воздуха при вдохе может распознаваться датчиками давления, расположенными под голосовой щелью, в трахее или вне трахеи, но внутри грудной клетки. Такие датчики давления могут показать аномально высокое отрицательное давление, если сопротивление потоку воздуха увеличивается из-за медиального положения голосовой складки. Неэффективное дыхание при упражнениях быстро отразится на общесистемных физиологических сигналах, которые покажут уменьшение содержания кислорода в крови и рост содержания углекислоты в крови.

У лошади с гортанной гемиплегией наблюдаются респираторные шумы, характеризующиеся тремя полосами частот, расположенными вокруг значений, равных приблизительно 0,3, 1,6 и 3,8 кГц; см. публикацию Derksen F.J. et al. "Спектральный анализ респираторных шумов при физической нагрузке у лошадей с искусственно вызванной гемиплегией гортани или дорсальным смещением мягкого неба", Am. J. Vet. Res., 2001, May; т.62(5), с.659-64, отсылочно включенную сюда. Респираторные шумы у лошадей регистрировались с использованием радиостетоскопа, подобного раскрытому в публикации Attenburrow et al., "Резонансные частоты латерального желудочка и мешочка гортани и свисты", Equine Exercise Physiology, с.27-32 и в патенте U.S. No.4,218,584, полученном Attenburrow; обе публикации описывают стетоскоп для детектирования и записи данных, получаемых от лошади в то время, когда лошадь идет/бежит шагом, рысцой, кентером и галопом. Преобразователь, например микрофон, закрепляется на поверхности тела животного вблизи трахеи. Электрический выходной сигнал от преобразователя поступает к радиопередатчику, закрепленному на животном или его сбруе. Передатчик посылает сигнал на некоторое расстояние, что позволяет дистанционно контролировать дыхание лошади. В патенте U.S. No.6,228,037 описаны способ и аппарат для регистрации и анализа респираторных шумов при упражнении лошади, и в патенте U.S. No.6,659,960 описаны способ и система для непрерывного контроля и диагностики шумов в теле; здесь раскрывается мобильное устройство для восприятия респираторных шумов в верхних дыхательных путях лошади при упражнениях, устанавливаемое с целью определить, страдает ли лошадь от наличия какой-либо преграды для воздуха в дыхательных путях.

Регенерация аксонов

Другой вариант данного изобретения стимулирует регенерацию затронутых аксонов или предотвращает их дегенерацию, и/или ведет наблюдение регенерации аксонов, например, путем измерения потенциалов активности нервов и скорости прохождения сигналов. Примером электростимуляции, применимой для улучшения регенерации, является стимуляция сигналом на частоте 20 Гц (100 микросекунд, 3-5 вольт), подаваемым на электроды, помещаемые на нерв (анод), и электроды, находящиеся лишь вблизи поврежденного нерва (катод).

Хотя были раскрыты различные варианты изобретения, взятые в качестве примеров, специалистам в данной области должно быть очевидно, что возможны различные изменения и модификации, который обеспечат реализацию некоторых преимуществ данного изобретения без выхода за пределы области, охватываемой изобретением.

Формула изобретения

1. Адаптивная система терапии 200 дисфункции верхних дыхательных путей

лошади, включающая по меньшей мере один датчик терапии для измерения по меньшей мере одного параметра терапии, распознающего уровень активности лошади, и по меньшей мере один датчик терапии, содержащий акселерометр, распознающий уровень активности лошади, ритмоведущий процессор 201 генерации электрического терапевтического сигнала, являющегося функцией по меньшей мере одного параметра терапии, для подачи в ткани верхних дыхательных путей лошади с соответствующей терапией дисфункции верхних дыхательных путей и по меньшей мере один электрод 206 стимуляции, установленный с возможностью воздействия на ткани верхних дыхательных путей при подаче указанного терапевтического сигнала на ткани верхних дыхательных путей.

2. Система по п.1, которая содержит имплантированную часть и часть, выполненную с возможностью временного размещения на поверхности тела лошади и передачи внешних сигналов в имплантированную часть.

3. Система по п.1, в которой указанные сигналы получены от по меньшей мере одного из приборов, выбранных из группы, включающей электромиограмму, электронистагмограф, электроглоттограф, электроэнцефалограф, датчик биопотенциалов, ультразвуковой датчик, датчик Холла, микрофон, датчик давления, преобразователь механического напряжения, датчик механической деформации и датчик движения.

4. Система по п.1, в которой по меньшей мере ее часть выполнена с возможностью встраивания в экипировку лошади.

5. Система по п.1, в которой дисфункция дыхательных путей является по меньшей мере одним заболеванием, выбранным из группы, включающей паралич голосовой складки, парез голосовой складки, односторонняя дисфункция голосовой складки, двусторонняя дисфункция голосовых складок, гемиплегия гортани, гемипарез гортани, нейродегенерация, дорсальное смещение мягкого неба, коллапс носоглотки, отклонение назад надгортанника, дегенерация аксонов, дистальная аксонопатия и паралич носовой крыловидной складки.

6. Система по п.1, в которой ткани верхних дыхательных путей относятся к по меньшей мере одной ткани, выбранной из группы, включающей возвратный надгортанный нерв лошади, аксон абдукторной ветви возвратного надгортанного нерва и ткани мускулов перстнечерпаловидного хряща, например задней мышцы перстнечерпаловидного хряща.

7. Система по п.1, в которой посредством указанного сигнала выполнена абдукция ткани голосовых связок.

8. Система по п.1, в которой указанный электрод установлен с возможностью стимулирования мышцы лошади для видимого движения мышцы.

9. Система по п.1, в которую дополнительно включен монитор 209 верификации терапии для контрольного мониторинга, связанного с функционированием ритмоведущего процессора.

10. Адаптивная система терапии 200 дисфункции верхних дыхательных путей лошади, включающая по меньшей мере один датчик 207 терапии для измерения по меньшей мере одного рабочего параметра терапии, по меньшей мере один датчик терапии, содержащий акселерометр, распознающий уровень активности лошади, ритмоведущий процессор генерации терапевтического сигнала, являющегося функцией по меньшей мере одного параметра терапии, терапевтический сигнал, воздействующий на ткани верхних дыхательных путей лошади при терапии дисфункции верхних дыхательных путей и по меньшей мере один электрод 206

стимуляции, установленный с возможностью воздействия на ткани верхних дыхательных путей при подаче терапевтического сигнала на ткани верхних дыхательных путей.

11. Система по п.10, которая содержит имплантированную часть и часть, выполненную с возможностью временного размещения на поверхности тела лошади и передачи внешних сигналов в имплантированную часть.

12. Система по п.10, в которой указанные сигналы получены от по меньшей мере одного из приборов, выбранных из группы, включающей электромиограмму, электронистагмограф, электроглоттограф, электроэнцефалограф, датчик биопотенциалов, ультразвуковой датчик, датчик Холла, микрофон, датчик давления, преобразователь механического напряжения, датчик механической деформации и датчик движения.

13. Система по п.10, в которой по меньшей мере ее часть выполнена с возможностью встраивания в экипировку лошади.

14. Система по п.10, в которой дисфункция дыхательных путей является по меньшей мере одним заболеванием, выбранным из группы, включающей паралич голосовой складки, парез голосовой складки, односторонняя дисфункция голосовой складки, двусторонняя дисфункция голосовых складок, гемиплегия гортани, гемипарез гортани, нейродегенерация, дорсальное смещение мягкого неба, коллапс носоглотки, отклонение назад надгортанника, дегенерация аксонов, дистальная аксонопатия и паралич носовой крыловидной складки.

15. Система по п.10, в которой ткани верхних дыхательных путей относятся к по меньшей мере одной ткани, выбранной из группы, включающей возвратный надгортанный нерв лошади, аксон абдукторной ветви возвратного надгортанного нерва и ткани мускулов перстнечерпаловидного хряща, например задней мышцы перстнечерпаловидного хряща.

16. Система по п.10, в которой посредством указанного сигнала выполнена абдукция ткани голосовых связок.

17. Система по п.10, в которой указанный электрод установлен с возможностью стимулирования мышцы лошади для видимого движения мышцы.

18. Система по п.10, в которую дополнительно включен монитор 209 верификации терапии для контрольного мониторинга, связанного с функционированием ритмоведущего процессора.

19. Система по п.10, в которой по меньшей мере один электрод стимуляции выполнен на основе по крайней мере одного из следующих типов электродов: манжетный электрод, многополюсный манжетный электрод, трехполюсный манжетный электрод, плоский электрод нейростимуляции, эпинеуральный электрод, стержневой электрод, продольный межпучковый электрод, тонкий проволочный электрод, микрообработанный электрод, решетчатый электрод и зажимный электрод.

20. Система по п.10, в которой по меньшей мере один электрод стимуляции позволяет осуществить дифференциальную активацию, вызывающую стимуляцию конкретных областей тканей верхних дыхательных путей.

21. Система по п.10, в которой по меньшей мере один параметр терапии отнесен по меньшей мере к одной из следующих характеристик: характеристики тока воздуха через дыхательные пути лошади, характеристики сжатия тканей дыхательных путей лошади, электрические характеристики, температура, pH, химический состав областей тела лошади и характеристики физиологического состояния лошади.

22. Система по п.10, которая дополнительно содержит файл протокола,

производящий запись по меньшей мере одного параметра терапии.

23. Система по п.10, в которой по меньшей мере один датчик терапии встроен в корпус, содержащий ритмоведущий процессор.

5 24. Система по п.10, в которой по меньшей мере один параметр терапии отнесен к по меньшей мере одному из следующих параметров: давление, сила сжатия, частота дыхания, давление в потоке воздуха, объем воздуха в потоке, скорость потока воздуха, температура, сопротивление, pH и химический состав.

10 25. Система по п.10, в которой по меньшей мере один параметр терапии отнесен к уровню активности лошади и зависит по меньшей мере от одной из следующих характеристик: интенсивности деятельности сердца, интенсивности дыхания и электромиографической активности.

15

20

25

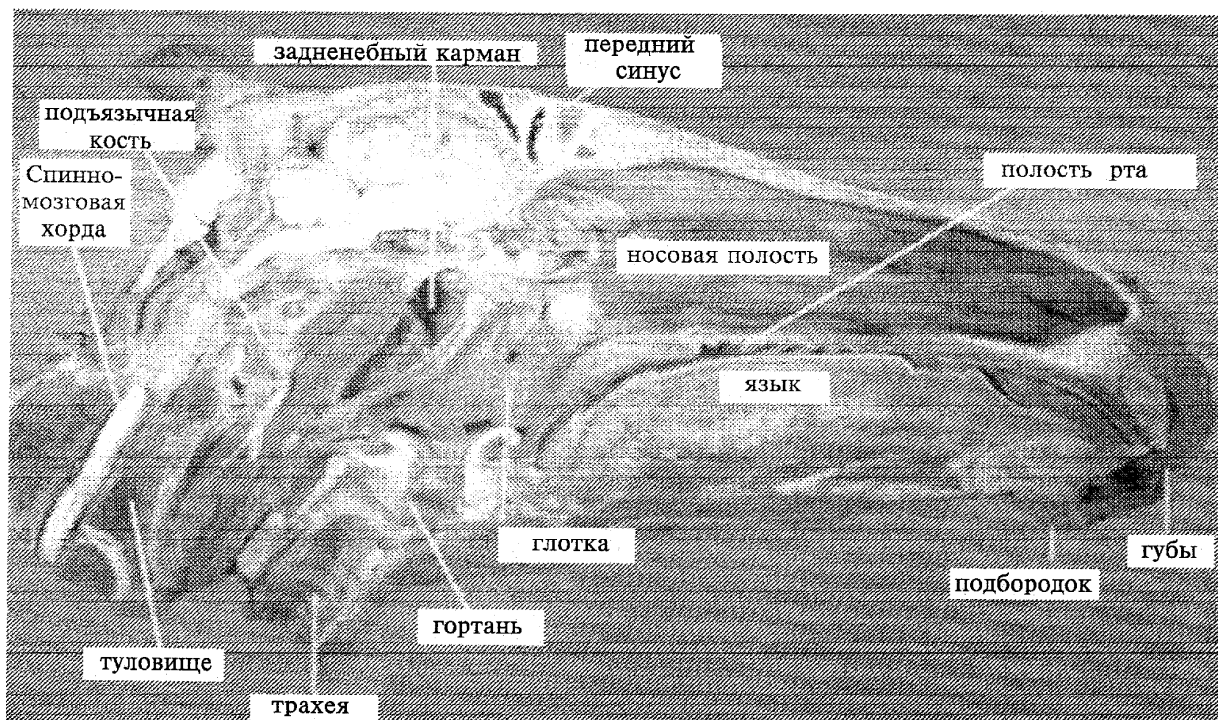
30

35

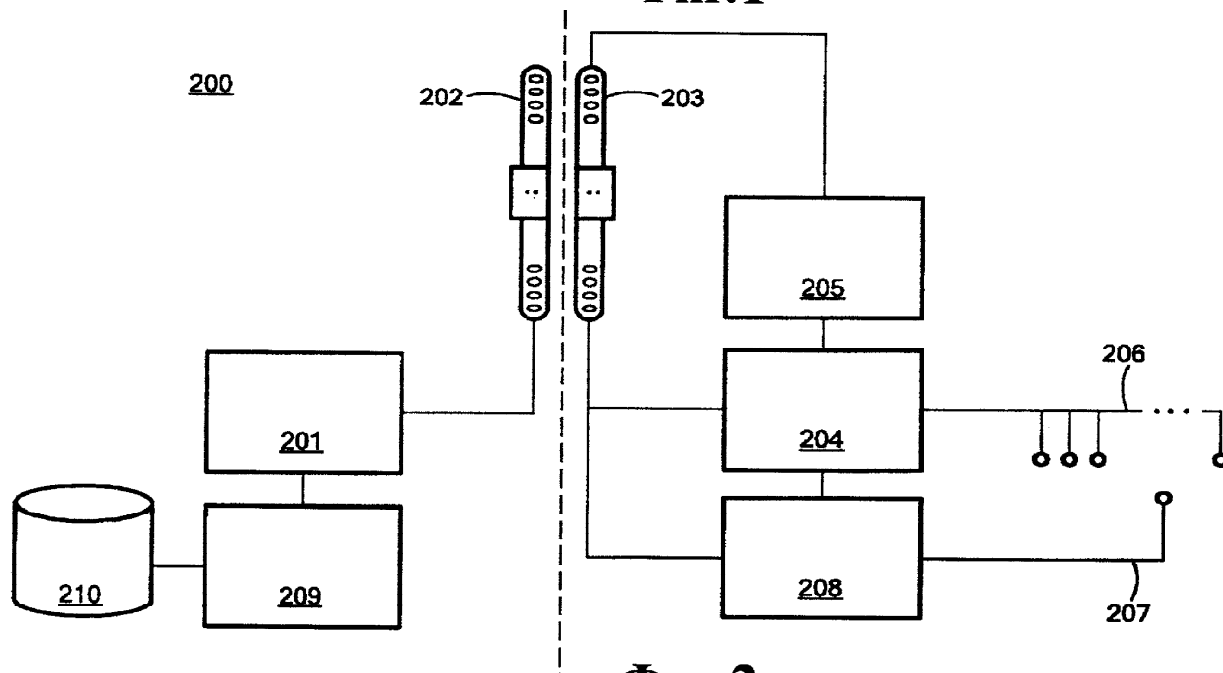
40

45

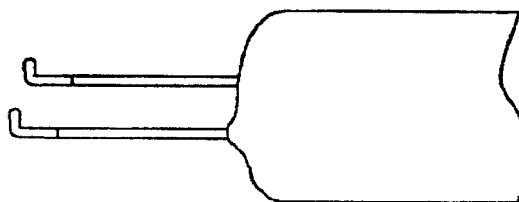
50



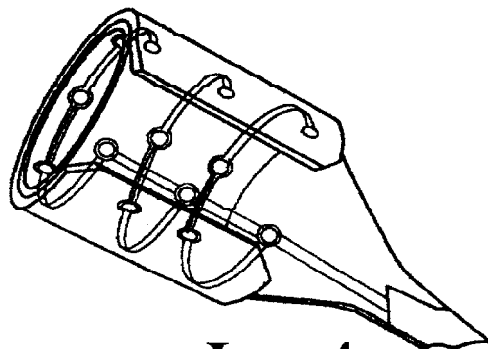
Фиг.1



Фиг.2



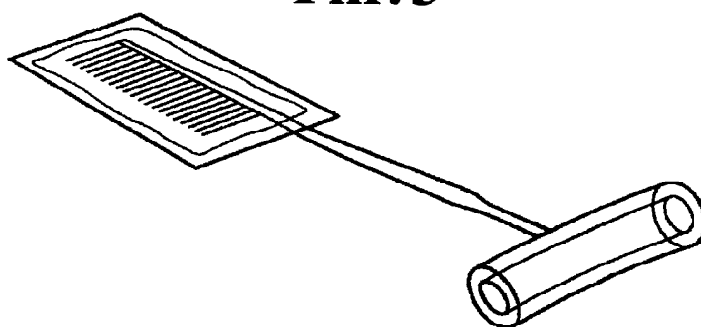
Фиг.3



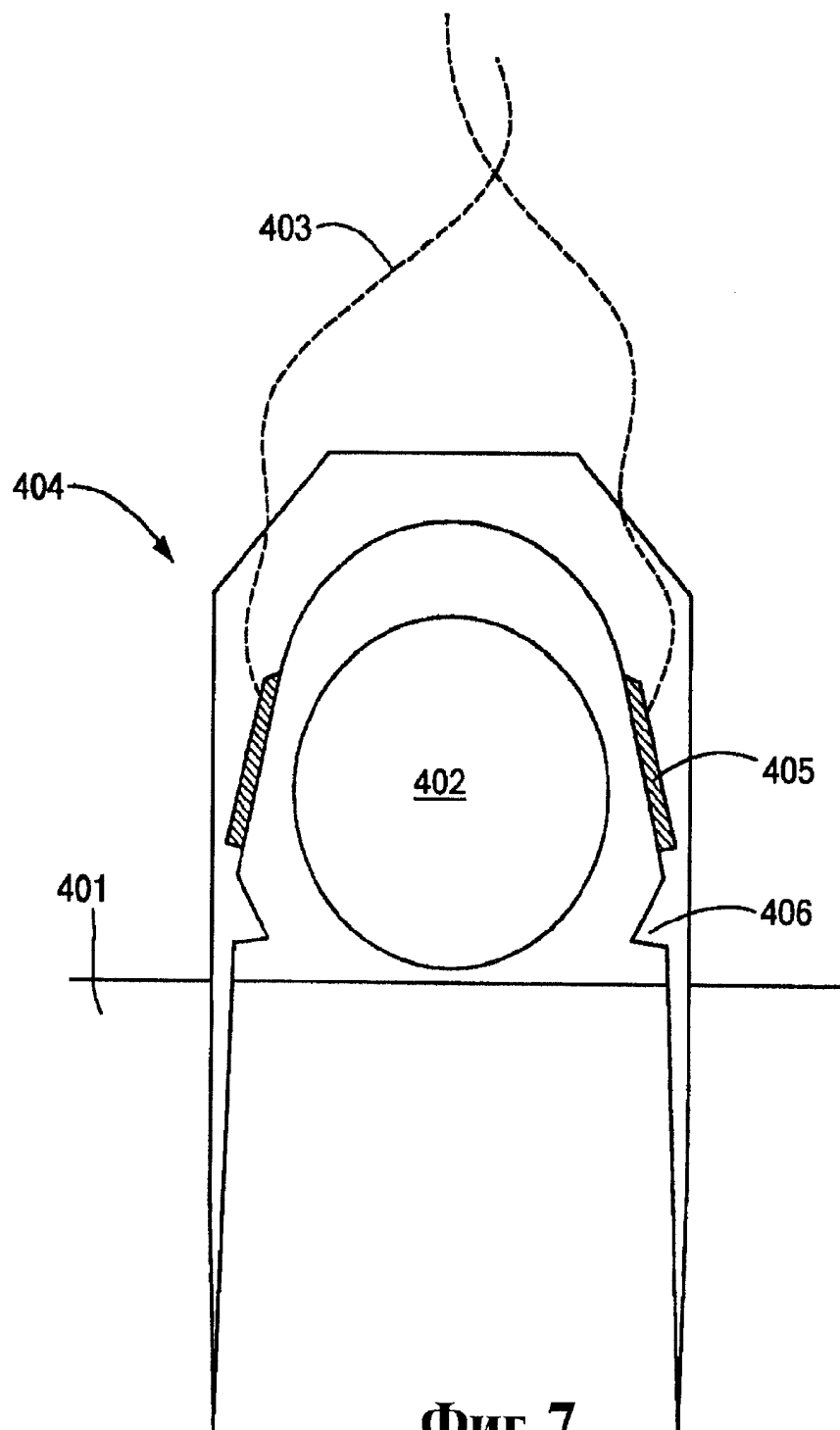
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

