

ELECTROEYACULADOR DE COBAYOS

CAMPO TÉCNICO

5 La presente divulgación se relaciona con electroeyaculadores para obtención de muestras seminales. Específicamente, la presente divulgación se relaciona con un electroeyaculador para cobayos que permite extraer una muestra seminal sin causar daño a los órganos del animal.

10 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

El estado de la técnica divulga electroeyaculadores, como los descritos en el documento de patente RU34864U1 y en los artículos “*Semen Parameters of Fertile Guinea Pigs (Cavia porcellus) Collected by Transrectal Electroejaculation*” y “*Semen Collection From Mice: Electrojaculation*”.

Particularmente el documento RU34864U1 divulga un estimulador de electroeyaculación, que consta de una fuente de alimentación de CA a 50 Hz con una corriente de 50 mA y una tensión no superior a 24 V, un integrador no lineal y un seguidor de tensión, un generador de impulsos conectado en serie, un amplificador de dos contactos y un transformador de salida. Además, el estimulador incluye una sonda de electrodo rectal en forma de "punta" de plástico que tiene dos electrodos de anillos metálicos aislados entre sí, con un diámetro de 1,5 cm y una longitud de 8 a 10 cm.

25 En una realización preferida de la divulgación de RU34864U1 se inserta la sonda-electrodo rectal en el ano de una rata y se instala al nivel de la próstata, para estimular la vesícula seminal a través de la mucosa rectal. El electrodo de sonda rectal consta de un portapuntas de plástico que termina en dos anillos metálicos aislados entre sí, con un diámetro de 0,4 cm y longitud de 4cm. La intensidad de corriente es de 0,6 a 2,5 amperios, y la tensión de 4 a 6 voltios. La exposición dura de 4 a 5 minutos y la profundidad de inserción de la sonda en el recto es de hasta 4 cm.

Por otra parte de acuerdo con el artículo de Benavides et al. (2020) “*Semen Parameters of Fertile Guinea Pigs (Cavia porcellus) Collected by Transrectal Electroejaculation*” publicado en la dirección: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7278442/>, se divulga un dispositivo electroeyaculador que emite 6 voltios de corriente alterna sinusoidal a 50Hz. Tiene un temporizador que controla automáticamente la emisión de corriente y los ciclos de interrupción (3 segundos de emisión y 10 de descanso) y un indicador de luz de emisión de corriente. La corriente se emite a través de una sonda longitudinal bipolar rígida de acero, de 12 cm de largo y 0,6 cm de diámetro. Ambos polos están ubicados en la

misma sonda, el primero está en la punta y mide 0,6 cm de largo, mientras que el segundo polo mide 11,6 cm de largo. Ambos polos están separados por una tira de material aislante de 3 mm.

- 5 Además, Benavides menciona que en el artículo de Scott J. et al “*Evaluación de la técnica de electroeyaculación y los espermatozoides así obtenidos de ratas, ratones y cobayas*”. (Anat. Rec. 1959; 133: 655–664. doi: 10.1002 / ar.1091330406) se empleó el método de electroeyaculación utilizando pulsos eléctricos crecientes de cero a 5 o 10 picos de voltios de corriente alterna a través de un electrodo rectal bipolar insertado hasta la cuarta vértebra
10 lumbar.

- Respecto al artículo de Tecirlioğlu, R et al (2002). Semen collection from mice: “*Electroejaculation. Reproduction, fertility, and development.*”. publicado en la dirección: https://www.researchgate.net/publication/11004774_Semen_collection_from_mice_Electroejaculation
15 [n](#) , este divulga una investigación de los efectos del tipo de dispositivo, forma de onda (onda cuadrada, triangular o sinusoidal), tipo de sonda y compuesto anestésico, en la electroeyaculación de ratones. Particularmente, Tecirlioğlu menciona que se emplearon tres dispositivos de electroeyaculación diferentes (electroestimulador, generador de funciones y tarjeta de sonido de computadora) para producir formas de onda que transmiten los
20 estímulos eléctricos. El electroestimulador consistió en un generador de funciones digitales que producía voltajes de salida en el rango de 0 a 32 V pico a pico (Vp-p) utilizando ondas cuadradas. Con dicho electroestimulador se probó un rango de voltajes (0.5 a 12 Vp-p) a diferentes frecuencias (10Hz a 100Hz), duración de la estimulación (1s a 10s) y periodos de descanso (1s a 10s).

- 25 En cuanto al generador de funciones de Tecirlioğlu, este producía ondas sinusoidales, triangulares y cuadradas y entregaba una corriente alterna en el rango de 0 a 5 Vp-p con frecuencia ajustable. Los estímulos de dicho generador se aplicaron comenzando en el nivel de voltaje más bajo y aumentaron en 0.5 dB hasta que se alcanzó el nivel de voltaje
30 máximo (onda triangular, 0.14–2.45 V, onda sinusoidal 0.25–3.0 V y onda cuadrada, 0.35–4.24 V, a 60 Hz). La duración del estímulo fue de aproximadamente 1 s para cada nivel de voltaje y se repitió cuatro veces después de un periodo de descanso variable (1s a 12s) hasta que se alcanzó el nivel máximo de voltaje.

- 35 Adicionalmente, Tecirlioğlu divulga dos tipos de sondas rectales, las cuales presentaban cuatro electrodos (negativo, positivo, negativo, positivo) independientes dispuestos en una configuración de anillo o tira. Aunque los electrodos se encontraban en alto relieve, no había bordes afilados en las sondas y se lubricaron con un gel antes de la inserción. Los electrodos comenzaron a 1,5 mm de la punta de la sonda. La sonda de anillo tenía un
40 diámetro de 3,0 mm, con electrodos de 2,0 mm de ancho colocados a intervalos de 1,0 mm.

La sonda de tira tenía 2,5 mm de diámetro, con electrodos de 1,0 mm de ancho y 7,0 mm de largo asegurados en paralelo a intervalos de 2 mm.

5 Sin embargo, los documentos del estado de la técnica no divulgan una configuración de la sonda rectal que permita realizar la colecta seminal evitando causar daño a un cobayo, así como tampoco divulgan una sonda con una forma que facilite alcanzar órganos dentro de un cobayo para facilitar la estimulación y colecta seminal.

BREVE DESCRIPCIÓN

10

La presente divulgación se relaciona con un electroeyaculador de cobayos y un método de electroeyaculación por medio de dicho electroeyaculador.

15 El electroeyaculador de cobayos comprende una fuente de voltaje, un circuito de control conectado a la fuente de voltaje, y una sonda conectada a la fuente de voltaje. Donde la sonda tiene una punta con polaridad positiva en una primera sección, una segunda sección de material aislante, una tercera sección con polaridad negativa separada de la primera sección por medio de la segunda sección y una cuarta sección de material aislante contigua a la tercera sección.

20

En una realización de la presente divulgación, la punta de la sonda tiene un voltaje de salida variable entre 0,8V y 3,2V, con una frecuencia variable entre 30Hz y 90Hz, onda cuadrada. Además, preferiblemente dicha sonda tiene una longitud total de la primera sección a la cuarta sección entre 10cm y 13cm, y un diámetro de 0,5cm a 0,7cm. También, en algunas 25 realizaciones la punta de la sonda tiene una forma roma y el eje axial de la primera sección forma un ángulo α respecto al eje axial de la tercera sección. Dicho ángulo α mide entre 0° y 10° para facilitar la inserción en el esfínter anal y la estimulación de ciertos órganos internos del animal.

30 Por otra parte, el método de electroeyaculación de cobayos se realiza por medio del electroeyaculador mencionado anteriormente y comprende un primer paso de insertar desde una primera sección (1) a una cuarta sección (4) de una sonda (10) en el recto del cobayo, un segundo paso de aplicar un protocolo de estimulación. Donde dicho protocolo comprende una etapa de generar impulsos eléctricos desde 0,8V a una frecuencia de 50Hz 35 con un intervalo de tiempo de activación de 2 segundos y 4 segundos de descanso, durante un lapso de 1 minuto, una siguiente etapa de elevar los niveles de voltaje hasta 1,5V, y elevar la frecuencia a 60Hz y tiempo de activación de 3 segundos y 6 segundos de descanso, una tercera etapa de elevar el nivel del voltaje entre los 1,8V a 2,3V voltios con frecuencia de 60Hz y tiempo de activación de 3 segundos y 6 segundos de descanso, y una 40 etapa final de realizar los pasos del 1 al 3 en un periodo de 90 a 110 segundos de estímulo

para la obtención de una muestra seminal. Finalmente, el último paso del método consiste en realizar una colecta seminal.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

5

La FIG. 1 corresponde a una vista esquemática de la sonda de la presente divulgación, donde se observa una punta con polaridad positiva en una primera sección, una segunda sección de material aislante, una tercera sección con polaridad negativa separada de la primera sección por medio de la segunda sección y una cuarta sección de material aislante contigua a la tercera sección.

10

La FIG. 2 corresponde a una vista en sección de la sonda de la presente divulgación, donde se puede observar un conductor eléctrico con un potencial eléctrico positivo conectado a la punta de la sonda y un conductor eléctrico con potencial eléctrico negativo conectado a la tercera sección.

15

La FIG. 3 corresponde a una vista esquemática de la sonda de la presente divulgación, donde se observa como el eje axial de la primera sección forma un ángulo α respecto a el eje axial de la segunda sección.

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente divulgación está dirigida a un electroeyaculador de cobayos y un método de electroeyaculación por medio de dicho electroeyaculador. Actualmente, los dispositivos usados para obtener una muestra seminal de dichos animales, debido a su configuración, forma y materiales pueden causarles traumatismos en sus órganos internos y complicaciones que deriven en su muerte. Por tal motivo uno de los objetivos de la presente divulgación es proporcionar un dispositivo y método que eviten causar heridas al cobayo intervenido.

25

30

Haciendo referencia a la FIG:1, el electroeyaculador de cobayos comprende:

- una fuente de voltaje;
- un circuito de control conectado a la fuente de voltaje; y
- una sonda (10) conectada a la fuente de voltaje, donde la sonda (10) tiene una punta con polaridad positiva en una primera sección (1), una segunda sección (2) de material aislante, una tercera sección (3) con polaridad negativa separada de la primera sección (1) por medio de la segunda sección (2) y una cuarta sección (4) de material aislante contigua a la tercera sección (3).

35

40

Donde la fuente de voltaje es un dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos o más terminales. Dicha fuente de voltaje puede corresponder a una fuente de corriente alterna, fuente de corriente continua, baterías, fuente fotovoltaica, fuente termoelectrica, entre otros dispositivos capaces de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos o más terminales. Preferiblemente la fuente de voltaje es una fuente de voltaje variable, donde, tal como su nombre lo indica, el valor de salida de voltaje se puede ajustar de acuerdo a la aplicación.

Por otra parte, el circuito de control conectado a la fuente de voltaje, permite regular la energía eléctrica que reciben la primera sección (1) y la tercera sección (3) del electroeyaculador de cobayos. Dicho circuito de control puede generar una señal eléctrica de corriente alterna o directa, pulsada, tren de impulsos alternos o no alternos, una señal eléctrica con forma de onda cuadrada con variación de ciclo útil, triangular, diente de sierra, modulada en amplitud, modulada en frecuencia, modulada en fase, modulada por posición de pulsos o combinaciones de lo anterior. Estas señales eléctricas pueden ser generadas por una unidad de cómputo y/o por un generador de señales comprendido en el circuito de control, con base en programas y realimentación.

Uno de los parámetros que permite regular la energía eléctrica que reciben la primera sección (1) y la tercera sección (3) del electroeyaculador de cobayos, es la frecuencia de la onda eléctrica. En una modalidad de la presente divulgación la frecuencia de la onda eléctrica se encuentra entre 30Hz y 90Hz. Sin embargo, en una modalidad preferida la frecuencia óptima es 70 Hz, ideal para evitar alteración al cobayo e igualar los estímulos alcanzados en voltaje, como se explicará más adelante. Además, dicha onda puede tener una forma cuadrada, que permite tener un mejor manejo de la corriente que se genera y del estímulo que se le da al cobayo, evitando subidas y caídas del estímulo para un mejor efecto.

Adicionalmente, como se mencionó anteriormente el circuito de control puede comprender una unidad de cómputo, la cual es un dispositivo que procesa datos. Dicha unidad de computo puede ser, por ejemplo, microcontroladores, micro procesadores, DSCs (*Digital Signal Controller* por sus siglas en ingles), FPGAs (*Field Programmable Gate Array* por sus siglas en inglés), CPLDs (*Complex Programmable Logic Device* por sus siglas en inglés), ASICs (*Application Specific Integrated Circuit* por sus siglas en inglés), SoCs (*System on Chip* por sus siglas en inglés), PSoCs (*Programmable System on Chip* por sus siglas en inglés), generador de ondas, generador de señales, computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes y unidades de cómputo conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de estas. En una realización de la divulgación el circuito de control está conformado por un microcontrolador y un circuito de regulación.

Por su parte, haciendo nuevamente referencia a la FIG.1, la sonda (10) corresponde a un elemento del electroeyaculador de cobayos que permite alcanzar, a través del canal rectal del animal, un órgano interno, para estimularlo con corriente eléctrica. Por lo tanto, dicha sonda (10) se conecta a la fuente de voltaje y se diseña con el fin de evitar lastimar al cobayo. Como se mencionó anteriormente, en la presente divulgación la sonda (10) tiene forma de vara o cilindro y tiene una punta con polaridad positiva en una primera sección (1), una segunda sección (2) de material aislante, una tercera sección (3) con polaridad negativa separada de la primera sección (1) por medio de la segunda sección (2) y una cuarta sección (4) de material aislante contigua a la tercera sección (3), donde dicha cuarta sección (4) evita generar estímulo al esfínter anal y producir malestar o laceraciones al cobayo.

Dicha configuración de la sonda (10), donde la primera sección (1) ubicada en la punta, es de una polaridad positiva, permite que en todo momento la sonda (10) tenga contacto con alguna parte de los órganos o conductos del cobayo, mientras que la tercera sección (3) con polaridad negativa, al tener contacto con el tejido del cobayo, permite aplicar la corriente eléctrica y generar el estímulo en los órganos de reproducción, teniendo un campo más amplio de estímulo y cubriendo la mayor parte de los conductos y sistema reproductor del cobayo.

En una modalidad de la presente divulgación, la punta de la primera sección (1) de la sonda (10), tiene una forma roma para evitar aristas que lastimen los órganos internos del cobayo, y para facilita el paso de la sonda (10) por el esfínter anal del cobayo y su desplazamiento por el canal rectal. Además, la cuarta sección (4) con material aislante protege el esfínter del cobayo, evitando que reciba descargas eléctricas y sea quemado o lastimado.

Haciendo referencia a la FIG. 2, en una modalidad de la divulgación, la sonda (10) es hueca. Esto permite instalar fácilmente en el interior de la sonda (10) un cable o conductor eléctrico con un potencial eléctrico positivo (6) conectado a la punta de la primera sección (1) y un cable o conductor eléctrico con potencial eléctrico negativo (5) conectado a la tercera sección (3).

Además, en una modalidad de dicha sonda (10), la primera sección (1) tiene una longitud entre 0,5cm y 1,5cm, la longitud entre la primera sección (1) a la cuarta sección (4) es de 10cm a 13cm, y la sonda (10) tiene un diámetro de 0,5cm a 0,7cm. Dichas dimensiones se ajustan a las medidas anatómicas de los cobayos, evitando que la sonda (10) cause traumatismos al ser insertada en el canal rectal.

Por otra parte, la sonda (10) se fabrica idealmente con materiales conductores para la primera (1) y tercera sección (3) y con materiales aislantes para la segunda sección (2) y cuarta sección (4). Por ejemplo, la primera (1) y tercera sección (3) se pueden fabricar con un material que se selecciona del grupo compuesto por acero inoxidable, cobre, titanio, aluminio, aleaciones de hierro entre otros. Preferiblemente, se utiliza acero inoxidable grado quirúrgico o aleaciones de aluminio con bajos niveles de plomo. Mientras que la segunda sección (2) y la cuarta sección (4) se pueden fabricar con un material que se selecciona del grupo compuesto por polietileno de alta densidad, polietilenos de baja densidad, poliamida 6, poliamida 6.6, entre otros.

10

El voltaje entre la sección (1) y la sección (3) es preferiblemente un voltaje de salida variable entre 0.8V y 3.2V. En una modalidad preferida de la divulgación el voltaje ideal es de 2.8V, pues este es el punto ideal de estimulación, para la obtención de muestra seminal del cobayo. Además 2.8V es un voltaje óptimo que no altera el organismo del cobayo. Vale la pena mencionar que para asegurar dicha estimulación con la sonda (10), preferiblemente el cobayo no puede estar en contacto con un material conductor, es decir se debe encontrar aislado eléctricamente.

Haciendo referencia a la FIG. 3, el eje axial de la primera sección (1) de la sonda (10) forma un ángulo α respecto a el eje axial de la tercera sección (3) de la sonda (10) y dicho ángulo α mide entre 0° y 10° . Dicha configuración de la sonda (10) facilita su inserción en el esfínter anal del cobayo y la estimulación de ciertos órganos internos del animal. Específicamente, la sonda (10) con un ángulo α de 10° , brinda un mayor alcance para el estímulo de las glándulas vesiculares y bulbouretrales del cobayo, cuando se aplica el voltaje necesario, logrando la obtención de muestras seminales.

Sin embargo, la aplicación de una sonda (10) completamente recta, es decir con un ángulo α de 0° , como la ilustrada en las FIG. 1 y FIG. 2 también es factible, aunque se requiere inclinar levemente la sonda (10) al momento de que ingresa al canal del recto del cobayo, para con ello poder llegar a aplicar estímulos a las glándulas vesiculares y bulbouretrales.

Por otra parte, y como se mencionó anteriormente, la presente divulgación también está dirigida a un método de electroeyaculación de cobayos por medio del electroeyaculador descrito anteriormente. Dicho método comprende los pasos de:

- a) insertar desde una primera sección (1) a una cuarta sección (4) de una sonda (10) en el recto del cobayo;
- b) aplicar un protocolo de estimulación que comprende las etapas de:

- 1) generar impulsos eléctricos desde 0,8V a una frecuencia de 50Hz con un intervalo de tiempo de activación de 2 segundos y 4 segundos de descanso, durante un lapso de 1 minuto;
- 2) elevar los niveles de voltaje hasta 1,5V, y elevar la frecuencia a 60Hz y tiempo de activación de 3 segundos y 6 segundos de descanso;
- 3) elevar el nivel del voltaje entre los 1,8V a 2,3V voltios con frecuencia de 60Hz y tiempo de activación de 3 segundos y 6 segundos de descanso; y
- 4) realizar los pasos del 1 al 3 en un periodo de 90 a 110 segundos de estímulo para la obtención de una muestra seminal; y
- d) realizar una colecta seminal.

Donde en la etapa a) de insertar desde una primera sección (1) a una cuarta sección (4) de una sonda (10) en el recto del cobayo, dicha sonda (10) puede ser recta o presentar un ángulo α respecto a el eje axial de la segunda sección (2), como se mencionó anteriormente.

Dicho ángulo α mide entre 0° y 10° .

Ejemplo 1

Se diseñó y construyó un electroeyaculador de cobayos que comprendió una fuente de voltaje variable y corriente directa. Dicha fuente de voltaje se conectó a un circuito de control conformado por un microcontrolador y un circuito de regulación.

Además, el electroeyaculador de cobayos también comprendió una sonda (10) conectada a la fuente de voltaje, donde la sonda (10) tiene una punta con polaridad positiva en una primera sección (1), una segunda sección (2) de material aislante, una tercera sección (3) con polaridad negativa separada de la primera sección (1) por medio de la segunda sección (2) y una cuarta sección (4) de material aislante contigua a la tercera sección (3). Dicha sonda (10) tenía una longitud total de la primera sección (1) a la cuarta sección (4) de 12cm. Además, su primera sección (1) y su tercera sección (3) estaba fabricada en acero inoxidable grado quirúrgico, mientras que su segunda sección (2) y su cuarta sección (4) estaban fabricadas en poliamida 6.

Por otra parte, el eje axial de la primera sección (1) formaba un ángulo α respecto al eje axial de la tercera sección (3) y dicho ángulo α midió 10° para facilitar la inserción de la sonda (10) en el esfínter anal del cobayo y alcanzar las glándulas vesiculares y bulbouretrales.

Se debe entender que la presente divulgación no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen

variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención,
definido por las siguientes reivindicaciones.