



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



EVALUACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA DE EQUINOS  
FINA SANGRE DE CARRERA CLÍNICAMENTE SANOS EN  
PERÍODO DE AMANSA.

**CRISTÓBAL DÖRNER SANTA MARÍA**

Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias Clínicas

**PROFESOR GUÍA: DR. ADOLFO GODOY PINTO**

SANTIAGO, CHILE  
2009



# UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



## EVALUACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA DE EQUINOS FINA SANGRE DE CARRERA CLÍNICAMENTE SANOS EN PERÍODO DE AMANSA.

### CRISTÓBAL DÖRNER SANTA MARÍA

Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias Clínicas

NOTA FINAL: .....

|                                 | NOTA  | FIRMA |
|---------------------------------|-------|-------|
| PROFESOR GUÍA : ADOLFO GODOY    | ..... | ..... |
| PROFESOR CONSEJERO: MARIO ACUÑA | ..... | ..... |
| PROFESOR CONSEJERO: LUIS IBARRA | ..... | ..... |

SANTIAGO, CHILE  
2009

## **DEDICATORIA**

Este estudio va dedicado a toda mi familia que me ha apoyado en todo momento y al Dr. Adolfo Godoy que me ha incentivado en la realización de este trabajo y ha formado parte de él.

## **AGRADECIMIENTOS**

Durante este estudio, hubo grandes personas que contribuyeron con su realización por lo que estoy profundamente agradecido.

A mi familia que me ha apoyado constantemente y me ha proporcionado una formación excelente como persona. A Valentina Picand por la ayuda y comprensión en todo momento.

Al Dr. Adolfo Godoy, mi mentor, responsable en gran parte por mi formación como profesional, por su incondicional apoyo, consejos y conocimientos entregados, horas dedicadas en forma desinteresada y más que todo, por su amistad.

Al Dr. Héctor Adarmes, por ser un gran consejero y por todo lo que significaron sus enseñanzas durante toda la carrera.

Al Dr. Luis Ibarra, por su ayuda en el análisis de los datos estadísticos.

Al Dr. Ramón Martínez, por su cooperación durante el transcurso de este trabajo.

A los señores Rodolfo Valdivieso y José Tomás Allende, preparadores de los corrales adscritos al Club Hípico de Santiago en donde se tomaron las muestras. A los cuidadores que participaron desinteresadamente en la realización de este estudio.

A todas las personas que de alguna u otra manera participaron y/o apoyaron la elaboración de esta memoria de título.

# ÍNDICE

|   | Pág.      |
|---|-----------|
| <b>RESUMEN</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                               | <b>8</b>  |
| <b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>                     | <b>12</b> |
| <b>OBJETIVOS</b>                                  | <b>38</b> |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>                       | <b>39</b> |
| <b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>                       | <b>46</b> |
| <b>RESULTADOS</b>                                 | <b>47</b> |
| <b>DISCUSIÓN</b>                                  | <b>78</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>                               | <b>84</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                               | <b>85</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                     | <b>93</b> |
| - Pruebas de t Student                            | 94        |
| - Registros ECG tipo de Equinos F.S.C de dos años | 101       |

## **RESUMEN**

Se describe el electrocardiograma de equinos Fina Sangre de Carrera en el período de amansa, obteniéndose los valores normales de los parámetros electrocardiográficos y vectoriales para esta condición de edad y entrenamiento.

Se registraron 32 ejemplares, clínicamente sanos, en los cuales se obtuvieron trazados de las derivaciones unipolares aVR, aVL, aVF y de las derivaciones bipolares D I, D II, D III, correspondientes al sistema clásico de Einthoven.

Para la obtención de los registros se utilizó un equipo portátil de tres canales, usando agujas colocadas subcutáneamente en el cuerpo del animal, en puntos previamente estandarizados. En ellas, se colocaron los electrodos exploradores.

Se analizó el ritmo, frecuencia cardíaca, amplitud, duración y configuración de los parámetros electrocardiográficos. Además, se obtuvieron los ejes eléctricos promedio de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular.

Los resultados obtenidos de los parámetros electrocardiográficos en equinos Fina Sangre de Carrera en el periodo de amansa, fueron acorde a su edad y condición de entrenamiento.

Se determinó que al comparar a los ejemplares entre sexo, no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en los valores de los parámetros electrocardiográficos.

ficos. Por otro lado, no existe relación al considerar la variable peso con los ejes eléctricos promedio de la activación auricular, de activación ventricular y de repolarización ventricular.

## ABSTRACT

The two-year Thoroughbred electrocardiogram is described for the first time. Normal values of Electrocardiographic and vectorial parameters are obtained.

Thirty-two healthy horses were registered using the Einthoven system. Single pole aVR, aVL, aVF and two pole D I, D II, D III derivations were recorded.

A portable three needle equipment was used, applying subcutaneous skin penetrating needles in the horse body on previously known points. Electrodes terminals were placed over these needles.

The origin of the rhythm, heart rate, amplitude, duration and configuration of the different electrocardiographic parameters were analyzed. Also, the average electric cardiac axis was studied through the atrial activation, ventricular activation and ventricular repolarisation.

The results of the electrocardiographic parameters in the two-year Thoroughbred were according to their age and training condition.

There was not statistic differences ( $p < 0,05$ ) in the electrocardiographic parameters when the two-year Thoroughbred were compared by gender. On the other hand, the weight of the horses and the average electric cardiac axis through the atrial activation, ventricular activation and ventricular repolarisation had no relation between them.



## INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto, existe literatura con respecto a electrocardiografía en equinos Fina Sangre de Carrera (F.S.C) y se tienen valores estandarizados, no hay estudios que se refieran a los parámetros electrocardiográficos en el periodo de amansa de estos ejemplares. Esto resulta importante ya que crear una base de datos de este período se hace necesario para poder evaluar en el futuro los eventuales cambios que puedan sufrir los ejemplares desde la perspectiva de su sistema excito conductor, producto del entrenamiento y progresión atlética y de esta manera poder realizar un adecuado abordaje en la interpretación diagnóstica de estos animales.

Los equinos Fina Sangre de Carrera son atletas de alta competencia sometidos a grandes exigencias físicas. Para que estos ejemplares logren buenos rendimientos, es necesario que ocurra un proceso de adaptación progresiva de su sistema cardiovascular al ejercicio. Hoy en día, una parte importante del examen físico, dice relación con una evaluación en forma integral de este sistema (Godoy, 1988; Bertone, 1999; Martínez, 2005 a).

Dentro de la evaluación de rutina del sistema, cardiovascular es normal detectar anomalías a la auscultación y al examen electrocardiográfico (arritmias, soplos, desdoblamiento de tonos cardiacos, entre otros), dado que se trata de animales en competencia incluso con éxito frente a ejemplares que no presentan dichas alteraciones, resulta lógico pensar que estas corresponden a la expresión del proceso de adaptación del sistema cardiovascular al ejercicio y no necesariamente a una patología con base orgánica. Este proceso de adaptación estaría reflejado principalmente por una hipertrofia excéntrica, aumento del tono

vagal y por un aumento del volumen plasmático lo que provocaría una disminución relativa del VGA (Thomas y Fregin, 1981; Thomas *et al*, 1983; Bertone, 1999; Van Loon, 2005; Godoy, 2008). Por otro lado, una parte muy importante y útil es la obtención e interpretación de un registro electrocardiográfico (registro de la actividad eléctrica del corazón), ya que ésta herramienta permite el diagnóstico e interpretación de arritmias, determinación de la frecuencia y tiempo de conducción cardiaco (Patteson, 1996; Colahan *et al*, 1998, Bertone, 1999; Martinez, 2005 a). Al encontrarse estandarizados estos valores en equinos normales, cualquier anomalía en el tiempo de conducción, frecuencia y ritmo pueden ser reconocidos a través del electrocardiograma (ECG) (Godoy, 1988; Godoy, 2008).

Otra herramienta que ha cobrado importancia en la clínica veterinaria moderna, es el análisis ecocardiográfico, el cual nos permite reconocer cualquier tipo de anomalía anatómico funcional del corazón. Con esta herramienta tenemos la capacidad de dilucidar lesiones y/o anomalías a nivel del músculo cardiaco y válvulas, además de cambios de tamaño en el músculo y/o cámaras cardiacas (Rose y Hodgson, 1995; Colahan *et al*, 1998; Lightowler, 2006)

Es importante mencionar que a través del electrocardiograma no sólo se detectan alteraciones que comprometan el sistema excito conductor, sino que también, anormalidades a nivel del tejido miocárdico y valvular. En normalidad, existe un sinnúmero de variables que influyen sobre las características electrocardiográficas, como por ejemplo, edad, entrenamiento, raza, entre otros (Fregin, 1982 a; Godoy, 1988; Colahan *et al*, 1998; Reed *et al*, 2004). Por ejemplo, la duración del complejo ventricular QRS, va aumentando progresivamente con la edad, hasta estabilizarse aproximadamente a los 5 años (Godoy, 1988).

Para completar una adecuada interpretación de la actividad eléctrica generada por la masa cardiaca, se debe realizar un análisis vectorial del registro electrocardiográfico. Con este análisis, es posible detectar cambios en la masa miocárdica, en las cámaras cardiacas y desplazamientos cardiacos mediante el análisis de las derivaciones obtenidas en el ECG, lo que es de utilidad en el hombre, perro y otras especies, pero sin embargo, el uso de la vectocardiografía en la evaluación clínica de la función cardiaca en el equino es aún discutido (Patteson, 1996; Colahan *et al*, 1998). Este análisis se realiza estableciendo registros de trazos o por la desviación de una derivación plana o espacial, procedimiento referido como vectocardiografía (Patteson, 1996; Colahan *et al*, 1998). Se ha encontrado en estudios, que el entrenamiento produce una disminución significativa de la magnitud del vector ventricular, lo cual se atribuye al desarrollo de la hipertrofia excéntrica del corazón, sin embargo, no hay cambios estadísticamente significativos en el ángulo del eje promedio eléctrico de activación ventricular (Hanák, 1980 b). Según estudios realizados, no se puede diagnosticar hipertrofia cardiaca en el equino con ECG y su análisis vectorial como herramientas únicas, siendo ideal para este fin, el uso de la ecocardiografía (Martinez, 2005 b).

Por lo anterior, resulta importante conocer la electrofisiología normal del corazón equino para una correcta interpretación patológica o funcional de la anormalidad observada en las diferentes etapas de manejo y entrenamiento a los que son sometidos los equinos Fina Sangre de Carrera.

El objetivo que se ha planteado en este estudio es evaluar electrocardiográficamente a equinos clínicamente sanos en el periodo de amansa, es decir, el tiempo que transcurre

desde que los ejemplares llegan al corral desde el haras de origen hasta que entran en entrenamiento para debutar competitivamente (aproximadamente 60 días), con el fin de disponer de una base de datos de la normalidad durante este período y tener una referencia para los eventuales cambios que pueda sufrir el ejemplar producto de las variaciones de la carga atlética que va superando en la medida que avanza en edad y en términos de los diferentes niveles de exigencias de acuerdo a los índices hípicas de competencia.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La técnica electrocardiográfica supone un importante método diagnóstico en el campo de la cardiología veterinaria moderna. Una evaluación clínica completa del sistema cardiovascular, debe necesariamente incluir un estudio electrocardiográfico, ya que éste es el método más exacto del que se dispone para evaluar y caracterizar trastornos del ritmo y conducción eléctrica cardíaca (Fregin, 1985; Ayala *et al*, 1994; Bertone, 1999). La evaluación de equinos F.S. de Carrera con bajo rendimiento, demuestra que aproximadamente un 22% de ellos se debe a una cardiopatía primaria o secundaria (Martin, *et al*, 1999).

Hoy en día existe una gran diversidad en lo que se refiere a la colocación de electrodos en la especie equina, como por ejemplo: sistema semiortogonal, sistema tetraédrico, sistema de derivación bipolar simple, sistema de “Dubois” y sistema de “Blanchard” (Ayala *et al*, 1994; Colahan *et al*, 1998). Sin embargo, el sistema más utilizado desde hace muchos años, es el sistema clásico de Einthoven. El sistema de Einthoven se basa en la exploración del corazón mediante las derivaciones clásicas unipolares (aVR, aVL y aVF) y bipolares (D I, D II y D III), además del estudio de las derivaciones precordiales (CVCH, CV6RL, CV7LL y V10). Al ser el sistema más utilizado, permite comparar los estudios de diferentes autores y disponer de valores estandarizados para las diferentes ondas y segmentos. Por otro lado, la colocación de electrodos en otras partes del cuerpo del animal, hace que algunas conclusiones obtenidas con una técnica no puedan ser extrapoladas a otra técnica diferente (Ayala *et al*, 1994; Reed *et al*, 2004; Lightowler, 2006).

En la búsqueda de un método de registro rápido y práctico para el sistema clásico de los miembros, se han intentado diferentes tipos y ubicaciones de los electrodos (Patteson, 1996). De esta manera, se han utilizado electrodos metálicos no polarizables de resistencia baja y estable, ubicados previa depilación en el tercio medio de la cara dorsal de los metacarpos y metatarsos derecho e izquierdo. Este sistema produce rechazo por los dueños debido a razones estéticas y por otro lado, los trazados electrocardiográficos no son de buena calidad (González y Vallenas, 1960, Citado por Godoy, 1988; Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988).

También se han usado electrodos de placa por caimanes ubicados directamente sobre la piel del animal previamente depilada y empastada con gel conductor ubicados en la parte caudal de los miembros anteriores, levemente por encima del olecranon y en los miembros posteriores, distal y lateral a la articulación femorotibiorrotuliana (Fregin, 1985).

Hoy en día se prefiere como electrodos agujas hipodérmicas de 21 G 1½” las cuales han demostrado experimentalmente tener una buena tolerancia, buena conducción y una disminución de la resistencia eléctrica de la piel, sin causar ningún deterioro estético en el animal, ubicándolos subcutáneamente a nivel de la línea del encuentro (ángulos escápulo humerales y fosas del ijar) para las derivaciones estándar y unipolares de los miembros (Godoy, 1988).

Por otro lado, se ha utilizado para las derivaciones precordiales, un electrodo en el sexto espacio intercostal izquierdo (CV7LL), otro electrodo ubicado en el sexto espacio intercostal derecho (CV6RL), ambos a la altura de la línea del encuentro (línea imaginaria

trazada paralela al piso desde la articulación escápulo humeral). También se ubica un electrodo a nivel del músculo pectoral superficial, en la línea media entre las dos articulaciones escápulo humerales (CVCH), y por último para completar el estudio eléctrico del corazón, se coloca un electrodo a la altura de la cruz (V10) (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988; Fregin, 1985).

Cuando ya se ha obtenido el electrocardiograma, se debe realizar una evaluación exhaustiva y sistemática del trazado (Fregin, 1985). Generalmente, la derivación de elección para este procedimiento, es la segunda derivación estándar (D II), con la cual podemos establecer el ritmo y frecuencia cardíaca y analizar las diferentes deflexiones. En algunos casos se requiere el análisis del electrocardiograma completo con estos fines (Fregin, 1982 a).

El sistema de conducción del equino, en general posee una actividad eléctrica ordenada y tiene, en condiciones normales, una cadencia rítmica, que permite la contracción asincrónica de los atrios y los ventrículos (Lightowler, 2006).

Este sistema de conducción está compuesto por: Nódulo sinoatrial (SA) o de Keith y Flack, nódulo atrioventricular (AV) o de Aschoff-Tawara, haz de His, sus ramas derecha e izquierda y por la red de Purkinje. El nódulo SA es el marcapasos normal del corazón y se ubica en la aurícula derecha, justo en la unión de ésta con la vena cava craneal (Colahan *et al*, 1998; Casalonga y Vecchio, 2006).

En el equino, el nódulo SA tiene la particularidad de ser una estructura relativamente grande con forma de herradura, localizándose en forma superficial, inmediatamente por debajo del epicardio. Esta característica anatómica, hace que la actividad eléctrica se expanda en forma radial a través del atrio derecho, generando el primer componente de la onda P bimodal en el ECG (Physick-Sheard, 1998; Reed *et al*, 2004; Doherty y Valverde, 2006; Lightowler, 2006).

La depolarización de la aurícula izquierda parece ocurrir en forma espontánea sin contribuir con la formación de la onda P del ECG en la superficie corporal, siendo la depolarización del tabique interatrial el segundo componente de la onda P bimodal (Physick-Sheard, 1998; Doherty y Valverde, 2006).

El caballo carece de vías preferenciales atriales, de tal manera que la descarga sinusal se propaga como un frente de onda desde el atrio derecho hacia el izquierdo, como se mencionó anteriormente. Esta característica lo diferencia del humano y otras especies (Lightowler, 2006).

La onda P ha sido muy estudiada y se describe que el primer componente de esta onda es el más lábil, pudiendo sufrir pequeños cambios hasta una completa inversión, siendo el segundo componente menos afectado por el sistema nervioso autónomo (Fregin, 1982 b). En una misma derivación, los cambios de la onda P pueden persistir durante varios latidos antes de recuperar su forma original, este fenómeno se denomina migración del marcapaso (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988; Rose y Hodgson, 1995; Godoy, 2008). Los cambios de la configuración de la onda P pueden deberse a variaciones de la



actividad del sistema nervioso autónomo o a un proceso de dilatación auricular (Fregin, 1982 a; Fregin, 1985; Godoy, 2008).

La onda P representa el auriculograma del ECG; es típicamente positiva aunque no es raro encontrarla bifásica (componente positivo y componente negativo) (Lightowler, 2006).

El fenómeno de activación auricular ha sido considerablemente estudiado en el equino F.S. de Carrera en lo que se refiere a su duración, amplitud y configuración. Así, en la primera derivación D I, la onda P presenta una amplitud media de +0,12 milivolts, con una duración promedio de 0,10 segundos (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988). Se ha analizado los componente de la onda P por separado y en D I, se señala que para P<sub>1</sub>, la amplitud es de +0,11 milivolts y para P<sub>2</sub>, de +0,10 (Fregin, 1985). Ayala *et al.* (1994) registra en D II, una amplitud para P<sub>1</sub> de 0,091 +/- 0,007 milivolts y para P<sub>2</sub> 0,180 +/- 0,018 milivolts cuando ambas son positivas y 0,207 +/- 0,012 cuando la onda P es unimodal positiva. Al mismo tiempo y para la misma derivación, Ayala *et al.* (1994) registra una duración para la onda P de 0,085 +/- 0,005 segundos.

Para las derivaciones unipolares aVR, aVL y aVF, la onda P tiene una amplitud promedio de -0,26 milivolts, -0,15 milivolts y + 0,43 milivolts respectivamente, siendo su duración promedio de 0,11 a 0,13 segundos (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988). Lightowler (2006) señala una duración de la onda P de 0,14 +/- 0,03 segundos y una amplitud de 0,30 +/- 0,09 milivolts. Por otro lado, Rose y Hodgson, (1995) indica como normal

en la segunda derivación estándar (D II), una duración de la onda P  $< 0,17$  segundos y de los intervalos de los picos de la onda P  $< 0,08$  segundos.

La conducción desde el nódulo SA hacia el AV, aún no ha sido confirmada y al parecer ocurre tanto por transmisión a través de células miocárdicas como por el tejido especializado de conducción. El retardo en la conducción producido a través del nódulo AV, es el responsable del intervalo PQ(R) (Colahan *et al*, 1998). Por lo tanto, el tiempo de conducción atrioventricular PQ(R), corresponde al tiempo que demora la activación ventricular luego de haberse iniciado el marcapaso auricular, por ende, abarca el tiempo requerido para la depolarización auricular, el retardo que sufre el impulso en el nódulo atrioventricular y el tiempo de conducción a través del haz de His y sus ramas, hasta el comienzo de la depolarización ventricular (Godoy, 1988; Lightowler, 2006). Se ha descrito que para la medición del intervalo PQ(R), es adecuado utilizar la derivación bipolar D II, aunque es más seguro utilizar la derivación en la cual halla una onda P bien formada y ancha, y una onda Q profunda (Godoy, 1988). El segmento P-Q(R) se considera como un período isoelectrico, en el cual no se registran diferencias de potencial y se mide desde el final de la onda P hasta el comienzo del complejo QRS (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988; Lightowler, 2006), mientras que el intervalo PQ(R) se mide desde el inicio de la onda P hasta el comienzo del complejo QRS (Rose y Hodgson, 1995; Lightowler, 2006).

En condiciones normales, el equino tiene una fuerte influencia del sistema neurovegetativo, y por ello, existen prolongaciones vagotónicas que llevan al desarrollo de bloqueos atrioventriculares de primero y segundo grado completamente funcionales (Lightowler, 2006). Además se describe una correlación positiva de la edad con la duración del intervalo

PQ(R) y negativa con la frecuencia cardiaca (Steel, 1963; Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988, Lightowler, 2006).

Lightowler (2006) describe como valor normal del intervalo PQ(R)  $0,28 \pm 0,12$  segundos sin uso de axial, mientras que con uso de axial se describe un valor de  $0,304 \pm 0,037$  segundos (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988). Por otro lado, Detweiler y Patterson (1972, citado por Godoy, 1988) mencionan rangos mayores para machos que para hembras, dando valores de  $0,3248 \pm 0,037$ . Ayala *et al.* (1994) indica un valor de  $0,28 \pm 0,11$  segundos para PQ(R) en D II. Rose y Hodgson. (1995), da un valor de PQ(R)  $< 0,44$  segundos para la segunda derivación bipolar.

El haz de His es la única vía de conducción a través del tabique fibroso atrioventricular. La rama atrioventricular se divide en rama derecha e izquierda, que se dirigen hacia los ventrículos respectivos. Esta conducción en las ramas es más veloz que en el nódulo AV y la actividad pasa rápidamente hacia el miocardio ventricular a través de la red terminal de Purkinje.

El equino tiene la particularidad de tener una extensa arborización en la red terminal a través de todo el miocardio, desde el endocardio hasta el epicardio a diferencia de las otras especies (Colahan *et al.*, 1998, Lightowler *et al.*, 2004).

La depolarización ventricular da origen al complejo QRS y la repolarización ventricular a la onda T del ECG (Godoy, 1988; Ayala *et al.*, 1994; Rose y Hodgson, 1995; Guyton y Hall, 2001; Castellano *et al.*, 2004).

Para los no ungulados, como el caso de los humanos y otras especies, entre ellas el perro y el gato (mamíferos categoría A), cuando el impulso eléctrico llega a los ventrículos, lo primero en despolarizarse es la superficie endocárdica izquierda del tabique en su parte media, la que rápidamente compromete las dos superficies endocárdicas del tabique, generando un primer vector. Luego la depolarización se propaga por la superficie endocárdica de la pared libre de los dos ventrículos, generando un segundo vector, para finalmente extenderse hacia la parte externa y basal del corazón (parte superior de las paredes libres de ambos ventrículos y el septum interventricular), generando un tercer vector. En esta etapa de depolarización, el potencial eléctrico instantáneo se dirige hacia el ápice del corazón. (Guyton y Hall, 2001, Lightowler, 2006).

En los ungulados (mamíferos categoría B), la depolarización ocurre de una manera distinta y lo primero en depolarizarse es la parte apical del septum interventricular de izquierda a derecha, generando un vector (I) semejante al vector I que se produce en los mamíferos de la categoría A, y correspondería a la onda Q del ECG (Patteson, 1996; Physick-Sheard, 1998; Lightowler, 2006).

Como consecuencia de la gran arborización y diseminada red de Purkinje, la despolarización continúa en forma explosiva a partir de múltiples focos a través de la pared libre de ambos ventrículos, de tal manera que la mayor actividad eléctrica se cancela entre sí, por lo que no se genera deflexión en el electrocardiograma de superficie (Godoy, 1988; Patteson, 1996; Physick-Sheard, 1998; Lightowler *et al*, 2004; Lightowler, 2006). La actividad eléctrica que se registra en el ECG, es debida a la depolarización de una pequeña porción

del ventrículo izquierdo que no alcanza a ser cancelada entre sí, generando un pequeño vector (II), correspondiendo a la onda R del ECG (Physick-Sheard, 1998; Lightowler, 2006).

Finalmente, se produce un tercer vector, el que prácticamente origina todo el potencial que se inscribe como complejo ventricular y corresponde a la depolarización de la porción basal del tabique interventricular y de la pared libre ventricular, originando la onda S del ECG (Godoy, 1988; Patteson, 1996; Physick-Sheard, 1998; Lightowler *et al*, 2004; Lightowler, 2006). En esta etapa de despolarización, el potencial eléctrico instantáneo se dirige hacia la base del corazón a diferencia de las especies que se encuentran en la categoría A. (Patteson, 1996; Lightowler, 2006).

El vector se representa con la cabeza positiva y la cola negativa. Mientras el vector del corazón sea más paralelo o avance en la misma dirección que el eje de alguna derivación, el voltaje registrado en el ECG para esa derivación será mayor en comparación a las otras derivaciones (Guyton y Hall, 2001).

Para la medición de la activación ventricular se utiliza fundamentalmente la derivación en la cual este tenga la mayor duración y de esta manera se pueden evitar errores de medición (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988).

Existe una convención tácita en electrocardiografía para representar con minúscula las desviaciones del complejo QRS de menor amplitud, en relación a las desviaciones de mayor amplitud que son representadas con mayúscula (Godoy, 1988; Castellano *et al*, 2004). Las desviaciones más comunes según Lightowler (2006) son qR, rS y QS. En D I

predominaría qR, Rs y R (González y Vallenias, 1960, citado por Godoy, 1988). En D II, D III y aVF, los tipos más comunes son QS, rS y RS, en aVL y aVR, qR, R, qr (Godoy, 1988). Según otro autor, las configuraciones más comunes en D II, D III y aVR son qR, qRs y qrsr', y en aVL son Qr, qrs y R (González y Vallenias, 1960, citado por Godoy, 1988). Ayala *et al.* (1994) señala para D II como configuraciones más comunes QR, qR y R. Esta gran cantidad de configuraciones del complejo QRS, aún no se han podido correlacionar con alguna característica específica, como es usual en humanos (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988). No obstante, no se observan diferencias significativas en la forma de QRS, en relación a la edad, sexo, preñez o grado de entrenamiento (González y Vallenias, 1960, citado por Godoy, 1988), pero su duración varía directamente con la edad y tamaño corporal e inversamente con la frecuencia cardíaca (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988).

La duración del complejo QRS, presenta un mínimo de 0,05 y un máximo de 0,09 segundos en crías de menos de un año de edad, mientras que en adultos varía entre 0,09 y 0,13 segundos. Rose y Hodgson (1995) considera normal una duración del complejo QRS < 0,17 segundos en la segunda derivación bipolar. Por otro lado, para la segunda derivación bipolar, se ha registrado una duración para el complejo QRS de 0,124 +/- 0,026 segundos (Ayala *et al.*, 1994).

La repolarización ventricular ocurre primero en las superficies externas del corazón y especialmente la que se encuentra próxima a la punta del corazón. Luego ocurre en las superficies endocárdicas. Estas características fisiológicas dan el trazado característico de la onda T del ECG (Guyton y Hall, 2001).

La onda T es una de las deflexiones más variables del ECG (Stewart *et al*, 1983; Rose y Hodgson, 1995; Muñoz *et al*, 2005; Lightowler, 2006), y puede ser influenciada por muchos factores fisiológicos y/o patológicos, como el ejercicio, excitación, drogas, enfermedades infecciosas, tono vagal, desbalance electrolítico, hipoxia y miocarditis (Stewart *et al*, 1983; Muñoz *et al*, 2005). Como la onda T puede ser influenciada por una gran número de factores, cuantificar la significancia de su diagnóstico es difícil (Muñoz *et al*, 2005). Sin embargo, es un parámetro electrocardiográfico de gran utilidad clínica cardiológica en el equino (Fregin, 1982 b).

La onda T es una onda alta, empinada e imprecisa pero de menor amplitud y más ancha que el complejo QRS, sin embargo no es raro que sea más alta que el complejo QRS en la misma derivación. Se ha considerado como una onda T anormal cuando se presenta con mayor amplitud de lo normal y picuda o cuando se presenta con polaridad invertida (Muñoz *et al*, 2005). Las anomalías de la onda T se han relacionado con disminución del tiempo de llenado ventricular, volumen minuto reducido, gasto cardíaco y rendimiento en el ejercicio en caballos de carrera (Stewart *et al*, 1983; Muñoz *et al*, 2005). Se ha reportado una disminución de la capacidad aeróbica en caballos con alteraciones de la repolarización ventricular, lo que sugiere una disminución de la contractibilidad miocárdica en algunos casos (Stewart *et al*, 1983). En general la onda T no presenta melladuras ni bifideces (Godoy, 1988). Su duración para las derivaciones bipolares va entre 0,08 y 0,11 segundos, mientras que para las unipolares va desde 0,09 a 0,11 segundos (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988). Ayala *et al*. (1994) registra para D II una duración de 0,113 +/- 0,005 segundos. Con respecto a su amplitud, se registran valores para D I de -0,04 milivolts, +0,76

milivolts para D II, +0,38 milivolts para D III y +0,43 milivolts para aVF (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988; Fregin, 1985). Existen grandes diferencias en las mediciones de la duración y amplitud de la onda T entre los diferentes autores, lo que es lógico debido que resulta difícil precisar con exactitud el inicio y culminación de esta deflexión (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988).

La configuración de la onda T en D I, es mayoritariamente negativa; en D II, D III y aVR puede ser positiva o bifásica negativa – positiva. En aVF, se puede presentar positiva, negativa y con más frecuencia bifásica positiva – negativa y en aVL se presenta como negativa o bifásica positiva – negativa (González y Vallenas, 1960, citado por Godoy, 1988).

El segmento ST indica un período de reposo eléctrico, que media entre la activación ventricular y la repolarización ventricular; se mide desde el final del complejo QRS hasta el comienzo de la onda T (Doherty y Valverde, 2006). En general es isoelectrico, pero se consideran normales desviaciones de +/- 0,1 milivolts (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988; Lightowler, 2006). La evaluación de la duración del intervalo ST no constituye un parámetro importante en la electrocardiografía clínica (González y Vallenas, 1960, citado por Godoy, 1988), sin embargo, las desviaciones por sobre o bajo la línea isoelectrica mayor a 0,1 milivolt, es indicativo de falla cardiaca, siempre y cuando se descarte una alteración neurógena del fenómeno (Godoy, 1988). El segmento ST resulta difícil de medir en algunas ocasiones (Doherty y Valverde, 2006). Ayala *et al.* (1994) registra valores para el intervalo ST de 0,259 +/- 0,011 segundos en D II. Para la segunda derivación bipolar, es



considerado normal que el intervalo ST tenga una duración < 0,60 segundos (Rose y Hodgson, 1995).

El intervalo QT señala la duración del sístole ventricular, es decir representa el tiempo transcurrido para la despolarización y repolarización de la musculatura ventricular y coincide estrechamente con el sístole mecánico ventricular, puesto que éste comienza exactamente con el vértice de la onda R y termina con el fin de la onda T (Godoy, 1988; Rose y Hodgson, 1995; Lightowler, 2006). Se mide desde el comienzo del complejo QRS hasta el fin de la onda T en la derivación en la cual aparece más largo (Armstrong, 1972). La duración del intervalo QT es altamente dependiente de la frecuencia cardíaca (Armstrong, 1972; Rose y Hodgson, 1995; Lightowler, 2006), acortándose al aumentar la frecuencia cardíaca y alargándose al aumentar ésta, por lo que el valor observado debe expresarse corregido como si el paciente hubiese mostrado una frecuencia cardíaca uniforme propia de la especie en condiciones normales (Armstrong, 1972; Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988). Para ello se utiliza la fórmula de Bazzet (Armstrong, 1972; Lightowler, 2006).

$$QTc = \frac{QT \text{ observado}}{\sqrt{\text{Intervalo R-R}}}$$

La duración del intervalo QT varía según los diferentes autores. Detweiler y Patterson. (1972, citado por Godoy, 1988) registran diferencias entre los valores obtenidos de machos y hembras, presentando un QT de 0,5270 +/- 0,0324 segundos para los primeros y 0,5164 +/- 0,0381 segundos para la hembras. Por otro lado Sandoval (1974, citado por Godoy, 1988), registra en equinos F.S de Carrera, valores de 0,479 +/- 0,047 segundos. Ligh-

towler (2006) presenta como valor no corregido  $0,45 \pm 0,04$  segundos, mientras que Ayala *et al.* (1994) presenta valores de  $0,47 \pm 0,011$  segundos para la segunda derivación bipolar.

El corazón tiene un eje anatómico y otro eléctrico (Armstrong, 1972), los cuales no son idénticos (Hanák, 1980 b). El eje eléctrico en recién nacidos ( $-46^\circ$ ) se debe a la posición más vertical del corazón en el tórax y a una hipertrofia ventricular derecha, siendo diferente al individuo más adulto, ya que en éste último, el corazón ocupa una posición más horizontal en el tórax y además ya se encuentra instaurada la llamada hipertrofia ventricular izquierda del crecimiento (Holmes y Alps, 1967 d; Hanák, 1980 b).

Nos interesa analizar el eje eléctrico, el cual se representa por una flecha o vector con dirección, magnitud y sentido, sobre el plano horizontal (frontal). Dicho vector es el resultante de las innumerables fuerzas eléctricas que se originan en el músculo cardiaco durante la activación ventricular y auricular, y la repolarización ventricular, las cuales se estudian a través del cálculo de los ejes promedios de activación auricular, ventricular y de repolarización ventricular (Armstrong, 1972; Godoy, 1988; Colahan *et al.*, 1998; Guyton y Hall, 2001). Por lo tanto, el estudio electrocardiográfico del corazón, se completa al conocer las características vectoriales del fenómeno eléctrico cardiaco.

El análisis vectorial del electrocardiograma ha sido ampliamente estudiado tanto para el humano como para el equino. En el humano, el vector principal de la depolarización ventricular se dirige hacia el ápice del corazón, o sea, hacia la masa ventricular predominante. (Guyton y Hall, 2001; Lightowler, 2006). En normalidad el eje eléctrico medio de

los ventrículos o vector QRS medio, es de + 59 grados para el humano (Guyton y Hall, 2001). Este eje eléctrico medio ventricular es muy susceptible a procesos patológicos del corazón, pudiendo cambiar su dirección considerablemente frente a cambios de posición del corazón en el tórax, hipertrofia de alguno de los ventrículos o a bloqueos de rama (Holmes y Alps, 1967 b; Guyton y Hall, 2001).

No obstante, el equino a diferencia del hombre, tiene un eje eléctrico medio ventricular con dirección hacia la base cardíaca y no hacia la masa ventricular predominante (Holmes y Alps, 1967 a; Holmes y Alps, 1967 b; Patteson, 1996; Colahan *et al*, 1998; Lightowler, 2006).

Para la determinación de los ejes de activación auricular y ventricular, como el eje de repolarización ventricular, la información recogida de dos derivaciones bipolares y dos derivaciones unipolares, son llevadas al sistema hexaxial de Bayley (Godoy, 1988; Colahan *et al*, 1998; Guyton y Hall, 2001; Castellano *et al*, 2004). Para ello se realiza la suma algebraica de la amplitud entre dos derivaciones bipolares y entre dos derivaciones unipolares ya sea para P, QRS o T, y los valores obtenidos se transportan al sistema hexaxial de Bailey. Luego se trazan líneas perpendiculares a las 2 derivaciones elegidas y se calcula el vector resultante el cual es el vector medio ya sea de P, QRS o T (Colahan *et al*, 1998; Guyton y Hall, 2001; Castellano *et al*, 2004; Martínez, 2005 b).

El sistema hexaxial de Bailey se basa en que los tres lados del triángulo de Einthoven son desplazados hacia el centro, lugar donde teóricamente se encuentra el corazón. Se obtiene un sistema de seis ejes con las derivaciones unipolares y bipolares, en el plano

frontal para el humano u horizontal para el equino. Las tres derivaciones bipolares en este sistema constan de una parte positiva y otra negativa: la parte positiva de D I se sitúa a  $0^\circ$  y la negativa a  $\pm 180^\circ$ ; la parte positiva de D II a  $+60^\circ$  y la negativa a  $-120^\circ$ ; la parte positiva de D III se sitúa a  $+120^\circ$  y la negativa a  $-60^\circ$ ; la parte positiva de aVR está a  $-150^\circ$  y la negativa a  $+30^\circ$ , la parte positiva de aVL está a  $-30^\circ$  y la negativa a  $+150^\circ$ , y la parte positiva de aVF a  $+90^\circ$  y la negativa a  $-90^\circ$  (Castellano *et al*, 2004).

Existe una extensa bibliografía con valores registrados para los equinos F.S. de Carrera, los cuales difieren bastantes entre ellos según del autor que se trate. En ejemplares normales, Sandoval (1974, citado por Godoy, 1988) comunica que la orientación usual para el eje promedio de activación ventricular en equinos F.S. de carrera, tiene un valor promedio de  $-63,4 \pm 35,05$  grados. Este autor utilizó el sistema de Bailey dividido en seis sextantes, en el cual, el 63,6% se ubicó en el sextante comprendido entre  $-60,5^\circ$  y  $-120^\circ$ ; un 30% se ubicó entre  $0^\circ$  y  $-60^\circ$  y un 3,3% se ubicó entre los sextantes  $-120,5^\circ$  y  $-180^\circ$ ,  $+60,5^\circ$  y  $+120^\circ$ . Por otro lado, Holmes y Alps (1967 a) registra valores de  $-96,4^\circ$  y  $+54,3^\circ$  en dos ejemplares distintos. El promedio para el fenómeno de activación auricular en equinos F.S. de Carrera clínicamente normales, es de  $+53,70 \pm 1,580$ , encontrándose un 95% de los casos entre  $0^\circ$  y  $+60^\circ$ , y el otro 5% entre  $+60,5^\circ$  y  $+120^\circ$ . Por último, se señala un eje promedio de repolarización ventricular de  $+50,27 \pm 2,74$ , ubicándose el 83,3% de los registros entre  $+60,5^\circ$  y  $+120^\circ$  (Godoy, 1988). Holmes y Alps (1967 b), comunica valores para  $\hat{A}QRS$  entre  $-40^\circ$  y  $+90^\circ$ ;  $\hat{A}P$  entre  $+50^\circ$  y  $+90^\circ$  y para  $\hat{A}T$  de  $+60$  y  $+160$ .

En equinos mestizos, se registra un eje promedio de activación auricular medio de  $+61,841^\circ$ , un eje promedio de activación ventricular medio de  $-69,18^\circ$  y un eje promedio de

repolarización ventricular medio de  $+16,12^{\circ}$  (Godoy, 1988). Fregin (1985), obtiene en ponies un eje promedio de activación ventricular medio de  $-36^{\circ} \pm 14^{\circ}$ .

En equinos pura sangre chilenos sin entrenamiento se comunican valores para el eje eléctrico promedio de activación auricular de  $+ 69,93$  grados con un valor máximo de  $+ 105,00$  grados y un valor mínimo de  $-166,30$  grados. Por otro lado en ejemplares con entrenamiento y compitiendo, se comunica un valor promedio de  $+ 85,03$  con un eje promedio máximo de  $+ 100,40$  grados y un valor mínimo de  $+ 68,60$ .

El eje eléctrico promedio de activación ventricular para equino fina sangre chilenos sin entrenamiento tiene un valor de  $- 64,80$  grados con un valor máximo de  $+92,00$  grados y un mínimo de  $-118,50$  grados. Los equinos entrenados y compitiendo presentan un valor de  $-69,89$  grados, con un valor máximo de  $-13,70$  grados y un mínimo de  $-178,20$  grados.

Equinos fina sangre chilenos sin entrenamiento presentan un eje promedio de repolarización ventricular de  $+60,03$  grados, con un valor máximo de  $+171,70$  grados y un valor mínimo de  $-144,50$  grados, mientras que los ejemplares entrenados y en competencia presentan un eje promedio de repolarización ventricular de  $+ 73,70$  grados, con un valor máximo de  $+176,00$  grados y un valor mínimo de  $-150,90$  grados.

Como se puede apreciar, los valores que se han obtenido tienen grandes diferencias entre las distintas razas estudiadas y a la vez, dentro de una misma raza existe un rango de valores muy amplio, es por esto que resulta importante establecer registros de normalidad en las distintas razas, sexos y edad (Steel, 1963; Detweiler y Patterson, 1972, citado por

Godoy, 1988). Distintos autores, mencionan que el uso de la vectocardiografía en la evaluación clínica de la función cardíaca en el equino es discutido, y la información que entrega es muy poca a diferencia de lo que ocurre en el humano. (Holmes y Apls, 1967 b; Patteson, 1996; Colahan *et al*, 1998).

Tradicionalmente, ha existido un consenso de que la mayor capacidad física en los individuos se encuentra asociado a que ellos poseen relativamente un corazón de mayor tamaño (Gunn, 1989). En la búsqueda por predecir que animales van a presentar un mejor rendimiento deportivo durante su carrera, hace ya algunos años, se ha estudiado la correlación existente entre el peso cardíaco y la habilidad para correr (Gunn, 1989).

Se han realizado estudios que buscan encontrar alguna relación entre el tamaño cardíaco, el peso del animal y el peso total de la masa muscular. Se describe que la capacidad que tiene el corazón de perfundir tejidos, depende de la frecuencia y del volumen minuto. El volumen minuto máximo se considera que es proporcional al peso del corazón (Gunn, 1989).

Si bien existe una cercana relación entre el peso cardíaco, peso vivo y peso de la masa muscular total, se describe que el peso cardíaco progresivamente forma una menor proporción del peso vivo del animal a medida que éste va creciendo (Gunn, 1989), no obstante los equino F.S. de Carrera tienen un corazón relativamente más grande que otros caballos y otras especies animales (Gunn 1989).

Si bien la electrocardiografía es una herramienta utilizada para evaluar los eventos electrofisiológicos normales y anormales del corazón, se ha utilizado para medir la aptitud y el rendimiento físico potencial (Steel, 1963). Es así, como se ha intentado correlacionar la duración del complejo QRS con el tamaño cardíaco y Steel en 1963, establece el concepto de “Heart Score” o “Puntaje Cardíaco” (HS) sugiriendo que esta medida permitiría conocer el tamaño cardíaco y con ello la “performance potencial”. El “HS” no sería nada más que la duración promedio del intervalo QRS del electrocardiograma (Rose y Hodgson, 1995; Patteson, 1996; Lightowler *et al*, 2004). Sin embargo, el concepto de “Heart Score” no ha tenido gran aceptación y varios autores consideran que no tiene significancia clínica (Gunn, 1989; Patteson, 1996; Lightowler *et al*, 2004; Lightowler, 2006). Lightowler *et al* (2004), encuentra en sus estudios que no existe ninguna relación entre el peso corporal y el promedio del intervalo QRS de las derivaciones bipolares estándar (“HS”) en el caballo, ni entre el “HS” y la masa miocárdica ventricular izquierda. Por otro lado Lightowler *et al* (2004), concuerda con Gunn (1989) acerca de la correlación existente entre la masa cardíaca y el peso corporal.

La razón fisiológica por la que el “HS” no tenga valor clínico en el equino, se debe a que en esta especie, el inicio y fin del intervalo QRS no necesariamente marca el principio y el final de la despolarización ventricular debido a la particular distribución de la Red de Purkinje en el músculo cardíaco ventricular del caballo, en la que mucho del potencial eléctrico generado durante la despolarización ventricular se cancela entre sí, no provocando manifestación eléctrica en la superficie. Está demostrado que el intervalo QRS aumenta su valor cuando aumenta la cantidad de músculo cardíaco, pero no necesariamente indicaría cuanto, lo que sí se logra saber al utilizar ecocardiografía (Rose y Hodgson, 1995; Patteson,

1996; Lightowler *et al*, 2004; Lightowler, 2006). Estas afirmaciones, indicarían que claramente el “HS” no es un índice fidedigno para evaluar el tamaño cardíaco en el caballo.

En la actualidad se acepta que la actividad física y el ejercicio, puede provocar cambios a nivel cardíaco y respiratorio, asociándose principalmente a esto, la hipertrofia cardíaca (Thomas *et al*, 1983; Gunn, 1989; Thomas y Fregin, 1990).

La hipertrofia cardíaca unilateral provoca un cambio en el eje cardíaco además del aumento de la masa miocárdica (Hanák, 1980 b). El aumento de la masa cardíaca aumenta el valor del intervalo QRS (Guyton y Hall, 2001). Como ya se mencionó, el valor de la duración del intervalo QRS no es un índice fidedigno de la masa cardíaca en el equino (Lightowler *et al*, 2004).

En el caballo, se ha encontrado que el entrenamiento no induce cambios estadísticamente significativos en el ángulo del eje eléctrico cardíaco (Hanák, 1980 b), lo que se atribuye a una hipertrofia bilateral del corazón. El entrenamiento, al no producir cambios estadísticamente significativos en el eje eléctrico cardíaco, indica que su posición en la caja costal no cambia (Hanák, 1980 b). Sin embargo, es bien conocido que el ejercicio y entrenamiento producen hipertrofia cardíaca, pero, como ya se mencionó, esta hipertrofia es bilateral, es decir, ocurre una hipertrofia ventricular tanto derecha como izquierda (Hanák, 1980 b).

Por otro lado, una hipertrofia ventricular izquierda pronunciada, es capaz de producir una rotación tanto del eje anatómico como el eléctrico hacia la derecha y horizontalmen-



te (Hanák, 1980 a; Hanák, 1980 b). Este fenómeno se presenta generalmente en ejemplares de entre 2 y 3 años, los cuales son explotados principalmente en distancias cortas. En este caso, se presenta una demanda mucho mayor de la circulación sistémica y por ende del corazón izquierdo por sobre la circulación pulmonar y el corazón derecho (Hanák, 1980 a; Hanák, 1980 b).

Una tendencia opuesta (rotación del eje a la izquierda), se explica por una hipertrofia significativa del ventrículo derecho. Este fenómeno se presenta en ejemplares que son explotados para correr largas distancias. En estos casos, se ocupa la vía aeróbica por lo que no solo existe una demanda funcional sistémica y del ventrículo izquierdo si no que también de la circulación pulmonar y del ventrículo derecho (Hanák, 1980 a; Hanák, 1980 b).

La hipertrofia patológica de alguno de los dos ventrículos causa cambios extremadamente pronunciados en el eje eléctrico cardiaco (Hanák, 1980 b).

En la cardiología moderna, podemos estudiar los cambios de tamaño que sufre el corazón gracias al advenimiento del ultrasonido (Lightowler, 2006). La ecocardiografía es un método no invasivo muy utilizado para la evaluación del tamaño y el funcionamiento cardiaco (Rose y Hodgson , 1995; Colahan *et al*, 1998).

En ecocardiografía se utilizan principalmente el modo-B (brillo) y el modo-M (movimiento) (Rose y Hodgson, 1995; Lightowler, 2006). En el equino se puede utilizar la ventana paraesternal derecha o la ventana paraesternal izquierda para la evaluación cardiaca (Lightowler *et al*, 1998; Lightowler, 2006). Las ventanas se ubican en el 4° espacio inter-

costal derecho e izquierdo, inmediatamente por encima del olecranon respectivamente (Lightowler *et al*, 1998; Lightowler, 2006).

La frecuencia del ultrasonido recomendada a utilizar va de 1,6 a 2,5 MHz para los individuos adultos y entre 3 a 3,5 MHz para los individuos de menos de un año de edad (Rose y Hodgson, 1995; Lightowler *et al*, 1998; Lightowler, 2006).

Hoy en día, sin lugar a dudas, un tema importante que provoca cierta inquietud en la hípica, se refiere a dilucidar clínicamente las causas que originan malos rendimientos. Después de los desordenes musculo esqueléticos y de vías respiratorias altas, las anormalidades cardiacas son la tercera causa de disminución del rendimiento en caballos Fina Sangre de Carrera (Martin *et al*, 1999; Van Loon, 2005).

En general, estas anormalidades cardiacas se dividen en 3 grandes categorías: alteraciones del ritmo, flujo anormal en el corazón debido a alteraciones valvulares o conexiones anormales por defectos como un defecto del septum interventricular y por último, alteraciones del miocardio (Van Loon, 2005).

Una completa evaluación cardiaca en ejemplares con bajos rendimientos incluye una cuidadosa auscultación y examen clínico, estudio de electrolitos, examen de enzimas cardiacas, seguido de un ECG en descanso y un completo examen ecocardiográfico (Van Loon, 2005). Finalmente se puede realizar un ECG durante el ejercicio (Van Loon, 2005).

Muchos de los ejemplares que presentan bajos rendimientos, presentan un ECG alterado y algunos autores pesquisan alteraciones en el perfil bioquímico en estos animales, sin embargo, estudios recientes no detectan diferencias en los valores del perfil bioquímico o hemograma en ejemplares con bajos rendimientos en relación a ejemplares en los cuales se les realizó un examen de rutina (Stewart *et al*, 2006). Por otro lado, se ha detectado una gran incidencia de anormalidades de la onda T en ejemplares con bajos rendimientos (Stewart *et al*, 2006).

Las arritmias se pueden clasificar como fisiológicas y patológicas, dentro de las primeras, las más frecuentemente encontradas son el bloqueo atrio ventricular de primer grado y de segundo grado mobitz tipo 1 (Stewart *et al*, 2006), bradicardia sinusal y arritmia sinusal (Van Loon, 2005). Estas arritmias fisiológicas son de carácter benigno funcional y se presentan en el momento de reposo del animal debido a un aumento del tono vagal (Thomas y Fregin, 1981; Bertone, 1999; Van Loon, 2005; Godoy, 2008). Es importante mencionar que las arritmias fisiológicas también pueden ocurrir inmediatamente posterior al ejercicio debido a un cambio del tono del sistema nervioso autónomo (Van Loon, 2005).

Por otro lado, las arritmias patológicas más importantes son fibrilación atrial (Van Loon, 2005; Stewart *et al*, 2006), latido prematuro atrial y taquicardia atrial, latido prematuro ventricular y taquicardia ventricular, bloqueo atrio ventricular de segundo grado mobitz tipo 2 y bloqueo atrio ventricular de tercer grado (Van Loon, 2005).

Las arritmias atriales se caracterizan electrocardiográficamente por alteraciones de la onda P, lo que se da generalmente con un complejo QRS y onda T normales (Godoy, 1988).

La taquicardia ventricular se caracteriza por un registro con una alta frecuencia cardíaca y con acortamiento del intervalo R-R (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988; Fregin, 1982 b).

El bloqueo atrio ventricular de primer grado se caracteriza por un aumento del intervalo P-Q(R) a más de 0,44 segundos, manteniéndose el ritmo sinusal, mientras que en el bloqueo de segundo grado se produce un registro en el cual aparecen dos o más ondas P que preceden al complejo QRS (Godoy, 2008).

Se ha estudiado el efecto de diferentes desórdenes cardíacos y arritmias cardíacas sobre la distribución vectorial del proceso de despolarización atrial, ventricular y repolarización ventricular (Holmes y Alps, 1967 c; Holmes y Alps, 1967 d). En estos estudios se ha demostrado que la distribución del vector QRS en ejemplares que presentaron solo arritmia, solo soplos o en aquellos que no se encontraron anomalías, fue similar a la que presentaron equinos sanos (Holmes y Alps, 1967 c). Sin embargo, un número significativo de caballos que presentaron solo soplos, mostraron un vector anormal para la repolarización ventricular (T) detectándose diferencias significativas con respecto al grupo de ejemplares sanos, es más, en este mismo estudio se observa que las variaciones del vector promedio de repolarización ventricular se deben comúnmente a soplos de tipo diastólico los que se asocian con lesiones en las válvulas semilunares o grandes vasos (Holmes y Alps, 1967 c).

Holmes y Alps (1967 d) discuten la causa del cambio de orientación vectorial en algunas arritmias específicas. Menciona la importancia de la secuencia de activación y sitios ectópicos del marcapasos además del estado refractario del miocardio. Es así que por ejemplo, el vector promedio para la activación auricular (P) puede ser influenciado por la localización del nodo sinusal o por focos ectópicos del marcapasos en el atrio.

Holmes y Alps (1967 d) describen en algunos ejemplares un cambio del vector promedio de activación ventricular en  $10^\circ$  entre los complejos QRS antes y después de un bloqueo atrio ventricular de segundo grado. El eje promedio de repolarización ventricular (T) también describe una variación de  $10^\circ$  en algunos casos, asociándose esta última situación a un acortamiento del intervalo Q-T.

Las arritmias ventriculares en el equino son menos frecuentes, pero más indicativas de patologías, siendo el complejo QRS y la onda T los principales parámetros electrocardiográficos alterados (Godoy, 1988).

El examen electrocardiográfico equino se puede utilizar para otras aplicaciones clínicas como por ejemplo, caballos con epistaxis, hemorragia pulmonar oculta o individuos con síndrome cólico (Too, 1960; Godoy, 1988).

En equinos fina sangre de carrera “sangradores” se ha determinado que las principales alteraciones electrocardiográficas se observan a nivel del fenómeno de activación auricular, presentándose la onda P, predominantemente bimodal, a veces trimodal, de mayor

duración, con desviación del eje promedio de activación auricular y con un alto porcentaje de migración del marcapasos (Godoy, 1988).

Las alteraciones que se presentan predominantemente en el síndrome cólico, son los latidos ventriculares prematuros. Se describe una conexión entre la disfunción cardíaca y una estimulación anormal del sistema nervioso primariamente, además de un desbalance hemodinámico y una disminución del metabolismo del oxígeno como factores secundarios (Too, 1960). Además se describe asociado a la presentación de latidos prematuros ventriculares, la aparición de bloqueos atrio ventriculares de primer y segundo grado en forma secundaria. En estos casos un tratamiento especial no es necesario debido a que las irregularidades cardíacas desaparecen a medida que los síntomas del síndrome cólico desaparecen (Too, 1960).

## **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar electrocardiográficamente a equinos Fina Sangre de Carrera clínicamente sanos en el periodo de amansa.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar las variables electrocardiográficas en equinos Fina Sangre de Carrera en el periodo de amansa.
- Describir vectorialmente a equinos Fina Sangre de Carrera en el periodo de amansa, utilizando el sistema hexaxial de Bayley.
- Comparar las variables electrocardiográficas entre sexos.
- Relacionar el peso de los individuos con las variables vectoriales.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

El presente estudio se realizó en 32 equinos Fina Sangre de Carrera, clínicamente sanos, ubicados en los corrales de los preparadores Sr. Rodolfo Valdivieso y Sr. José Tomás Allende, adscritos al Club Hípico de Santiago. Los ejemplares seleccionados fueron de ambos sexos y de dos años de edad hípica, con un peso entre 409 a 570 kilos.

Este tamaño muestral (n) se determinó mediante el programa de dominio público Win Episcopa 2.0 (s/año) utilizando la opción tamaño de muestras para estimar medias, con un  $\alpha$  de 0,05.

### **1. SELECCIÓN DE LOS EJEMPLARES CLÍNICAMENTE SANOS**

Los ejemplares debieron cumplir con los siguientes requisitos:

- Ausencia de antecedentes sobre alguna afección cardiovascular u otra enfermedad de cualquier tipo.
- Hemograma y perfil bioquímico normales
- Examen clínico:
  - Frecuencia cardiaca (FC): Valores entre 25 y 54 latido por minuto (Physick-Sheard, 1998).
  - Temperatura rectal (T°): 37.5 +/- 0.5.
  - Mucosas: color rosado pálido y ausencia de ingurgitación de venas periféricas.



- Auscultación cardiopulmonar: ausencia de arritmias y ruidos agregados

El no cumplimiento de alguno de estos requisitos, fué causal de exclusión de la muestra.

## **2. GRUPO EXPERIMENTAL**

Se estableció un grupo de 32 animales:

En este grupo hubo ejemplares de dos años de edad hípica, de ambos sexos sin entrenamiento previo y en el periodo de amansa. Todos los ejemplares llegaron al corral entre los meses de septiembre y octubre. La amansa consiste en: Caminata en la mañana y en la tarde de los ejemplares todos los días y además realizan un galope diario en una distancia entre 2000 y 3000 metros.

Los 32 individuos fueron clasificados por sexo (17 hembras y 15 machos), con el fin de comparar las variables electrocardiográficas entre grupos y de esta forma cumplió con el tercer objetivo específico planteado.

### 3. REGISTRO ELECTROCARDIOGRÁFICO

El registro electrocardiográfico se realizó en la totalidad de los ejemplares, utilizando un electrocardiógrafo marca CareWell modelo ECG-1103, portátil de 3 canales, con aguja inscriptora para papel termosensible original.

Es importante señalar que la técnica de registro en el equino, como la forma del electrocardiograma, se ve significativamente influenciada por variaciones en la actividad del sistema nervioso autónomo (excitación y/o ejercicio), como también por cambios en la posición de los miembros anteriores (Fregin, 1982 a; Fregin, 1985).

Estas variaciones se obviaron, practicando el registro electrocardiográfico en su pesebrera habitual y sujeto de su cuidador (Fregin, 1982 a, 1982 b). Se respetó con exactitud la ubicación de las agujas y electrodos en los sitios pre-establecidos (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988). Es así como la terminal de cada electrodo explorador, que son cuatro, se conectaron con caimanes, para de esa manera poder morder el extremo de las agujas hipodérmicas 21 G 1½” colocadas en el animal.

Los electrodos fueron ubicados en los ángulos escapulo humerales izquierdo y derecho, además de los flancos izquierdo y derecho a la altura de la línea imaginaria del encuentro a modo de constituir un triángulo que incluyese al corazón.

La técnica y método de registro se realizó según lo estandarizado, no se utilizó ningún tipo de tranquilizante ni anestésico y todos los registros fueron realizados por la

tarde para eliminar posibles factores horarios que influyesen en el trazado (Ayala *et al*, 1994). Los registros fueron obtenidos en pesebreras con piso seco y alejado de instrumentos o fuentes eléctricas que pudiesen hacer interferencia con el registro. Por otro lado, los ejemplares permanecieron con los miembros anteriores parejos, para que un eventual cambio en la posición de los miembros anteriores no afectara la configuración del complejo QRS en D I. (Holmes y Alps, 1967 b; Godoy, 1988; Physick-Sheard, 1998).

La velocidad del registro fué de 25 mm/seg., sobre papel termosensible, de modo que cada milímetro lineal representó una duración de 0,04 seg, con una estandarización de 1 cm por milivolt (1 mm = 0,1 mV) (Ayala *et al*, 1994; Rose y Hodgson, 1995; Physick-Sheard, 1998; Lightowler *et al*, 2004; Lightowler, 2006).

Para la evaluación electrocardiográfica se utilizaron las derivaciones unipolares (AVL, AVR y AVF) y las bipolares (D I, D II y D III). El trazado electrocardiográfico fue analizado a partir de las siguientes variables, con lo que se cumplió el primer objetivo específico propuesto:

- Naturaleza del ritmo respecto a su origen (sinusal, nodal, o ideo ventricular).
- Frecuencia cardíaca en ciclos por minuto, medido con la regla ad hoc del equipo.
- Duración en segundos de la activación aurículo ventricular (intervalo P-Q(R)).

- Relación de la duración entre la activación auricular y el tiempo de duración de la activación aurículo ventricular, P/P-Q(R) en porcentaje.
  
- Caracterización de la actividad auricular (onda P) en base a:
  - Duración de P (en segundos).
  - Amplitud de P (en milivolt).
  - Configuración de P.
    - Bimodal +
    - Bimodal –
    - Unimodal +
    - Unimodal –
    - Bifásica + -
    - Bifásica - +
    - Bifásica – bimodal +
    - Bifásica + bimodal -
  
- Caracterización de la actividad ventricular (QRS) en base a:
  - Duración QRS (en segundos).
  - Amplitud de QRS (en milivolts).
  - Configuración QRS.

Para la nomenclatura de las ondas del complejo QRS se utilizó el criterio de la American Heart Assoc. denominándose:

- Q a la primera onda negativa
- R a la primera onda positiva
- S a la segunda onda negativa

Se utilizaron letras minúsculas cuando la onda presentó una amplitud de < 0,5 milivolts y letras mayúsculas cuando la onda fue > 0,5 milivolts (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988).

- Cálculo del sístole eléctrico ventricular corregido.

$$QTc = \frac{QT \text{ observado}}{\sqrt{\text{Intervalo R-R}}}$$

- Caracterización de la repolarización ventricular (T) en base a:
  - Duración (en segundos).
  - Amplitud (en milivolts).
  - Configuración de T.
    - Bimodal +
    - Bimodal –
    - Unimodal +

- Unimodal –

- Bifásica + -

- Bifásica - +

- Análisis del eje eléctrico promedio utilizando el sistema hexaxial de Bayley trasladado al plano horizontal (Godoy, 1988; Castellano *et al*, 2004), con lo que se cumplió con el segundo objetivo específico propuesto y se incluyó:
  - Análisis del eje eléctrico promedio de activación ventricular ( $\hat{A}QRS$ ).
  - Análisis del eje eléctrico promedio de repolarización ventricular ( $\hat{A}T$ ).
  - Análisis del eje eléctrico promedio de activación auricular ( $\hat{A}P$ ).

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos del registro fueron digitalizados a un sistema computacional en donde se analizaron. Se obtuvieron para las variables cuantitativas: valor mínimo, máximo, promedio aritmético y su desviación típica y para las variables cualitativas se obtuvieron frecuencias absolutas y relativas. Los datos fueron procesados en un computador y para tal efecto se utilizó el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences.

Se realizó una prueba de t Student para comparar las variables electrocardiográficas entre sexos.

Por otro lado, se utilizó un análisis de regresión con el objetivo de relacionar el peso de los ejemplares con las variables vectoriales del electrocardiograma (eje eléctrico promedio de activación auricular y ventricular y el eje promedio de repolarización ventricular), y de esta manera se cumplió con el cuarto objetivo específico propuesto.

## RESULTADOS

### 1- Frecuencia Cardiaca.

Los ejemplares presentaron una media de 46,05 ciclos por minuto, una desviación estándar de 7,56, siendo el valor máximo 60 ciclos por minuto y el mínimo 25,8 ciclos por minuto (Tabla N° 1).

Tabla N° 1. Frecuencia cardiaca de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| N° DE MUESTRAS            | 32    |
| CICLOS POR MINUTO (MEDIA) | 46,05 |
| VALOR MÁXIMO              | 60    |
| VALOR MÍNIMO              | 25,8  |
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR       | 7,56  |

**2-. Características de la activación auricular (P): Amplitud, duración (Tabla N° 2 y Tabla N° 2a) y configuración (Tabla N°3).**

#### 2.1- Derivación I

La activación auricular en D I se caracterizó por presentar una duración media de 0,1167 segundos con una desviación estándar de 0,0235 y una amplitud promedio de



0,0728 milivolt con una desviación estándar de 0,0559. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo bimodal positiva, 78,1% de los casos. Los machos presentaron una duración media de 0,1216 segundos y las hembras una duración media 0,1123 segundos, mientras que la amplitud para los machos fue 0,0815 milivolt y para las hembras 0,065 milivolt, pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla N°13). El primer componente P1 presentó una media de 0,0601 segundos de duración y una amplitud de + 0,0597 milivolt. Por otro lado, el segundo componente tuvo una duración de 0,0581 segundos y una amplitud de + 0,0694 milivolt.

## 2.2.- Derivación II

La activación auricular en D II se caracterizó por presentar una duración media de 0,1484 segundos con una desviación estándar de 0,0217 y una amplitud promedio de + 0,3735 milivolt con una desviación estándar de 0,1533. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo bimodal positiva, 71,9% de los casos. Los machos presentaron una duración media de 0,1544 segundos y las hembras una duración media 0,1432 segundos, mientras que los machos presentaron una amplitud de + 0,4376 milivolt y las hembras + 0,3169 milivolt. Para la duración, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas pero si lo fueron para la amplitud (Tabla N° 13). El primer componente P1 presentó una media de 0,0589 segundos de duración con una y una amplitud de + 0,1406 milivolt. Por otro lado, el segundo componente tuvo una duración de 0,0913 segundos y una amplitud de + 0,3725 milivolt.

### 2.3-. Derivación III

La activación auricular en D III se caracterizó por presentar una duración media de 0,1464 segundos con una desviación estándar de 0,0188 y una amplitud promedio de + 0,3415 milivolt con una desviación estándar de ,01489. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo bimodal positiva, 68,8% de los casos. Los machos presentaron una duración media de 0,1512 segundos y las hembras una duración media 0,1421 segundos, mientras que la amplitud para los machos fue + 0,3986 milivolt y para las hembras + 0,2910 milivolt. Para la duración, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas pero si lo fueron para la amplitud (Tabla N° 13). El primer componente P1 presentó una media de 0,0559 segundos de duración y una amplitud de + 0,0946 milivolt. Por otro lado, el segundo componente tuvo una duración de 0,0916 segundos y una amplitud de + 0,3475 milivolt.

### 2.4-. Derivación aVR

La activación auricular en aVR se caracterizó por presentar una duración media de 0,1379 segundos con una desviación estándar de 0,0211 y una amplitud promedio de - 0,2115 milivolt con una desviación estándar de 0,0491. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo bimodal negativa, 75% de los casos. Los machos presentaron una duración media de 0,1411 segundos y las hembras una duración media 0,1352 segundos, mientras que la amplitud para los machos fue - 0,2326 milivolt y para las hembras - 0,1928 milivolt. Para la duración, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas pero si lo fueron para la amplitud (Tabla N° 13). El primer componente P1 presentó una

media de 0,0570 segundos de duración y una amplitud de - 0,1047 milivolt. Por otro lado, el segundo componente tuvo una duración de 0,0848 segundos y una amplitud de - 0,2120 milivolt.

#### 2.5-. Derivación aVL

La activación auricular en aVL se caracterizó por presentar una duración media de 0,1292 segundos con una desviación estándar de 0,0198 y una amplitud promedio de - 0,1620 milivolt con una desviación estándar de 0,0776. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo bimodal negativa, 68,8% de los casos. Los machos presentaron una duración media de 0,1357 segundos y las hembras una duración media 0,1234 segundos, mientras que la amplitud para los machos fue - 0,1864 milivolt y para las hembras - 0,1405 milivolt. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla N° 13). El primer componente P1 presentó una media de 0,0503 segundos de duración y una amplitud de - 0,0410 milivolt. Por otro lado, el segundo componente tuvo una duración de 0,0927 segundos y una amplitud de - 0,1651 milivolt.

#### 2.6-. Derivación aVF

La activación auricular en aVF se caracterizó por presentar una duración media de 0,1427 segundos con una desviación estándar de 0,0204 y una amplitud promedio de + 0,3527 milivolt con una desviación estándar de 0,1483. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo bimodal positiva, 75% de los casos. Los machos presentaron una duración media de 0,1501 segundos y las hembras una duración media 0,1361 se-

gundos, mientras que la amplitud para los machos fue + 0,4101 milivolt y para las hembras + 0,3021 milivolt. Para la duración, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas pero si lo fueron para la amplitud (Tabla N° 13). El primer componente P1 presentó una media de 0,0551 segundos de duración y una amplitud de + 0,1316 milivolt. Por otro lado, el segundo componente tuvo una duración de 0,0896 segundos y una amplitud de + 0,3586 milivolt.

Tabla N° 2. Características de la activación auricular. Amplitud (milivolts) y Duración (segundos) de la onda P de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | P        |        |        |        |          |        |         |         |
|------------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|---------|---------|
|            | DURACIÓN |        |        |        | AMPLITUD |        |         |         |
|            | Media    | D.E.   | Máx.   | Min.   | Media    | D.E.   | Máx.    | Mín.    |
| D I        | 0,1167   | 0,0235 | 0,1600 | 0,0600 | 0,0728   | 0,0559 | 0,1280  | -0,1140 |
| D II       | 0,1484   | 0,0217 | 0,1936 | 0,0848 | 0,3735   | 0,1533 | 0,5700  | -0,2680 |
| D III      | 0,1464   | 0,0188 | 0,1912 | 0,1016 | 0,3415   | 0,1489 | 0,5920  | -0,2640 |
| aVR        | 0,1379   | 0,0211 | 0,1776 | 0,0936 | -0,2115  | 0,0491 | -0,0960 | -0,3220 |
| aVL        | 0,1292   | 0,0198 | 0,1664 | 0,0896 | -0,1620  | 0,0776 | 0,1580  | -0,2980 |
| aVF        | 0,1427   | 0,0204 | 0,1952 | 0,0928 | 0,3527   | 0,1483 | 0,6120  | -0,2340 |

Tabla N° 2a. Características de la activación auricular. Amplitud (milivolts) y Duración (segundos) de los componentes P 1 y P 2 (onda P) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | P 1      |        |        |        |          |        |        |         | P 2      |        |        |        |          |        |         |         |
|------------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|---------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|---------|---------|
|            | DURACIÓN |        |        |        | AMPLITUD |        |        |         | DURACION |        |        |        | AMPLITUD |        |         |         |
|            | Media    | D.E.   | Máx.   | Min.   | Media    | D.E.   | Máx.   | Mín.    | Media    | D.E.   | Máx.   | Min.   | Media    | D.E.   | Máx.    | Min.    |
| D I        | 0,0601   | 0,0145 | 0,0832 | 0,0312 | 0,0597   | 0,0588 | 0,1240 | -0,0620 | 0,0581   | 0,0193 | 0,1176 | 0,0280 | 0,0694   | 0,0287 | 0,1280  | -0,0400 |
| D II       | 0,0589   | 0,0149 | 0,0912 | 0,0320 | 0,1406   | 0,1415 | 0,2840 | -0,2680 | 0,0913   | 0,0156 | 0,1344 | 0,0640 | 0,3725   | 0,1210 | 0,5700  | 0,0458  |
| D III      | 0,0559   | 0,0162 | 0,0976 | 0,0240 | 0,0946   | 0,1253 | 0,2480 | -0,2640 | 0,0916   | 0,0136 | 0,1280 | 0,0648 | 0,3475   | 0,1050 | 0,5900  | 0,1720  |
| aVR        | 0,0570   | 0,0135 | 0,0888 | 0,0320 | -0,1047  | 0,0815 | 0,1000 | -0,2100 | 0,0848   | 0,0163 | 0,1312 | 0,0616 | -0,2120  | 0,0532 | -0,0960 | -0,3220 |
| aVL        | 0,0503   | 0,0153 | 0,0864 | 0,0272 | -0,0410  | 0,0767 | 0,1580 | -0,1440 | 0,0927   | 0,0501 | 0,3360 | 0,0432 | -0,1651  | 0,0522 | -0,0640 | -0,0298 |
| aVF        | 0,0551   | 0,0160 | 0,0944 | 0,0256 | 0,1316   | 0,1205 | 0,2840 | -0,2340 | 0,0896   | 0,0138 | 0,1328 | 0,0672 | 0,3586   | 0,1081 | 0,6120  | 0,1280  |

Tabla N° 3. Características de la activación auricular. Configuración de la onda P (en porcentaje) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | CONFIGURACIÓN |            |           |           |             |             |                         |                         |
|------------|---------------|------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
|            | UNIMODAL +    | UNIMODAL - | BIMODAL + | BIMODAL - | BIFÁSICA +- | BIFÁSICA -+ | BIFÁSICA +<br>BIMODAL - | BIFÁSICA -<br>BIMODAL + |
| D I        | ----          | 3,1        | 78,1      | 3,1       | ----        | 3,1         | ----                    | 12,5                    |
| D II       | 6,3           | ----       | 71,9      | ----      | ----        | 9,4         | ----                    | 12,5                    |
| D III      | 12,5          | ----       | 68,8      | ----      | ----        | 9,4         | ----                    | 9,4                     |
| aVR        | ----          | 12,5       | ----      | 75,0      | ----        | ----        | 12,5                    | ----                    |
| aVL        | ----          | 12,5       | ----      | 68,8      | 9,4         | ----        | 9,4                     | ----                    |
| aVF        | 12,5          | ----       | 75,0      | ----      | ----        | 3,1         | ----                    | 9,4                     |

### **3-. Características de la activación ventricular (QRS): Duración (Tabla N° 4) y configuración (Tabla N°5).**

#### 3.1-. Derivación I

La activación ventricular en D I se caracterizó por presentar una duración media de 0,0917 segundos con una desviación estándar de 0,0156. La configuración que se presentó mayoritariamente, fue la de tipo r, 62,5% de los casos. Los machos presentaron una duración de 0,0917 segundos y las hembras 0,0918 segundos no evidenciándose diferencias estadísticamente significativas (Tabla N° 13).

#### 3.2-. Derivación II

La activación ventricular en D II se caracterizó por presentar una duración media de 0,1215 segundos con una desviación estándar de 0,0168. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo qRS, 40,6% de los casos. Los machos presentaron una duración de 0,124 segundos y las hembras 0,119 segundos no evidenciándose diferencias estadísticamente significativas (Tabla N° 13).

#### 3.3-. Derivación III

La activación ventricular en D III se caracterizó por presentar una duración media de 0,1191 segundos con una desviación estándar de 0,0149. La configuración que se presentó mayoritariamente fue qRS y qrS, ambas en un 34,4% de los casos. Los machos pre-

sentaron una duración de 0,1214 segundos y las hembras 0,1172 segundos no evidenciándose diferencias estadísticamente significativas (Tabla N° 13).

#### 3.4-. Derivación aVR

La activación ventricular en aVR se caracterizó por presentar una duración media de 0,1106 segundos con una desviación estándar de 0,0220. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo rsr`, 40,6% de los casos. Los machos presentaron una duración de 0,1149 segundos y las hembras 0,1067 segundos no evidenciándose diferencias estadísticamente significativas (Tabla N° 13).

#### 3.5-. Derivación aVL

La activación ventricular en aVL se caracterizó por presentar una duración media de 0,1045 segundos con una desviación estándar de 0,0166. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo qR, 40,6% de los casos. Los machos presentaron una duración de 0,1082 segundos y las hembras 0,1011 segundos no evidenciándose diferencias estadísticamente significativas (Tabla N° 13).

#### 3.6-. Derivación aVF

La activación ventricular en aVF se caracterizó por presentar una duración media de 0,1163 segundos con una desviación estándar de 0,0158. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo qRS, 34,4% de los casos. Los machos presentaron una du-



ración de 0,1211 segundos y las hembras 0,112 segundos no presentando diferencias estadísticamente significativas (Tabla N° 13).

Tabla N° 4. Características de la activación ventricular. Duración del complejo QRS (en segundos) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | QRS      |             |        |        |
|------------|----------|-------------|--------|--------|
|            | DURACIÓN |             |        |        |
|            | Media    | D. Estándar | Máximo | Mínimo |
| D I        | 0,0917   | 0,0156      | 0,1312 | 0,0664 |
| D II       | 0,1215   | 0,0168      | 0,1496 | 0,0824 |
| D III      | 0,1191   | 0,0149      | 0,1520 | 0,0792 |
| aVR        | 0,1106   | 0,0220      | 0,1512 | 0,0600 |
| aVL        | 0,1045   | 0,0166      | 0,1448 | 0,0792 |
| aVF        | 0,1163   | 0,0158      | 0,1448 | 0,0780 |

Tabla N° 5. Características de la activación ventricular. Configuración del complejo QRS (en porcentaje) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | CONFIGURACIÓN |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            | r             | R    | rS   | Rs   | RS   | rs   | rsr` | rsR` | rSr` | rSR` | qr   | qR   | qs   | qS   | QS   | qrs  | qrS  | qRs  | qRS  | Qr   | QR   |
| D I        | 62,5          | 12,5 | ---- | ---- | ---- | 6,3  | ---- | ---- | ---- | ---- | 18,8 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| D II       | ----          | ---- | 6,3  | ---- | 12,5 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 9,4  | 3,1  | 15,6 | 12,5 | 40,6 | ---- | ---- |
| D III      | ----          | ---- | 9,4  | ---- | 9,4  | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 9,4  | ---- | 34,4 | 3,1  | 34,4 | ---- | ---- |
| aVR        | 3,1           | 3,1  | 3,1  | ---- | ---- | 3,1  | 40,6 | ---- | 18,8 | 3,1  | 6,3  | 6,3  | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 12,5 | ---- |
| aVL        | 3,1           | 25,0 | ---- | ---- | ---- | ---- | 9,4  | 3,1  | ---- | ---- | 18,8 | 40,6 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| aVF        | ----          | ---- | 9,4  | ---- | 21,9 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 9,4  | 3,1  | 18,8 | 3,1  | 34,4 | ---- | ---- |

#### **4-. Características de la repolarización ventricular (T): Duración, amplitud (Tabla N°6) y configuración (Tabla N°7).**

##### 4.1-. Derivación I

La repolarización ventricular en D I se caracterizó por presentar una duración media de 0,1075 segundos con una desviación estándar de 0,0303, una amplitud positiva promedio de + 0,0492 milivolt con una desviación estándar de 0,0158 y una amplitud negativa de - 0,1096 milivolt con una desviación estándar de 0,0540. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo unimodal negativa, 68,7% de los casos. Los machos presentaron una duración promedio de 0,1097 segundos y para las hembras 0,1055 segundos. No hay diferencias estadísticamente significativas entre sexo (Tabla N° 13).

##### 4.2-. Derivación II

La repolarización ventricular en D II se caracterizó por presentar una duración media de 0,1451 segundos con una desviación estándar de 0,0299, una amplitud positiva promedio de + 0,4396 milivolt con una desviación estándar de 0,2345 y una amplitud negativa de - 0,2635 milivolt con una desviación estándar de 0,2157. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo unimodal positiva, 62,5% de los casos. Los machos presentaron una duración promedio de 0,1578 segundos y para las hembras 0,1338 segundos. Existen diferencias estadísticamente significativas entre sexo (Tabla N° 13).

#### 4.3-. Derivación III

La repolarización ventricular en D III se caracterizó por presentar una duración media de 0,1489 segundos con una desviación estándar de 0,0271, una amplitud positiva promedio de + 0,4967 milivolt con una desviación estándar de 0,2445 y una amplitud negativa de - 0,2200 milivolt con una desviación estándar de 0,1867. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo unimodal positiva, 65,6% de los casos. Los machos presentaron una duración promedio de 0,156 segundos y para las hembras 0,1426 segundos. No hay diferencias estadísticamente significativas entre sexo (Tabla N° 13).

#### 4.4-. Derivación aVR

La repolarización ventricular en aVR se caracterizó por presentar una duración media de 0,132 segundos con una desviación estándar de 0,0302, una amplitud positiva promedio de + 0,1358 milivolt con una desviación estándar de 0,126 y una amplitud negativa de - 0,2074 milivolt con una desviación estándar de 0,1407. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo bifásica positivo-negativo, 68,7% de los casos. Los machos presentaron una duración promedio de 0,1339 segundos y para las hembras 0,1303 segundos. No hay diferencias estadísticamente significativas entre sexo (Tabla N° 13).

#### 4.5-. Derivación aVL

La repolarización ventricular en aVL se caracterizó por presentar una duración media de 0,1262 segundos con una desviación estándar de 0,0254, una amplitud positiva pro-

medio de + 0,1178 milivolt con una desviación estándar de 0,0721 y una amplitud negativa de - 0,2786 milivolt con una desviación estándar de 0,127. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo unimodal negativa, 78,1% de los casos. Los machos presentaron una duración promedio de 0,1338 segundos y para las hembras 0,1196 segundos. No hay diferencias estadísticamente significativas entre sexo (Tabla N° 13).

#### 4.6-. Derivación aVF

La repolarización ventricular en aVF se caracterizó por presentar una duración media de 0,1442 segundos con una desviación estándar de 0,0302, una amplitud positiva promedio de + 0,4630 milivolt con una desviación estándar de 0,2166 y una amplitud negativa de - 0,2672 milivolt con una desviación estándar de 0,204. La configuración que se presentó mayoritariamente fue la de tipo unimodal negativa, 65,6% de los casos. Los machos presentaron una duración promedio de 0,1574 segundos y para las hembras 0,1324 segundos. Existen diferencias estadísticamente significativas entre sexo (Tabla N° 13).

Tabla N° 6. Características de la repolarización ventricular. Amplitud (milivolts) y Duración (segundos) de la onda T de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACION | T        |        |        |        | T+       |        |        |        | T-       |        |         |         |
|------------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|---------|---------|
|            | DURACION |        |        |        | AMPLITUD |        |        |        | AMPLITUD |        |         |         |
|            | Media    | D.E.   | Máx.   | Min.   | Media    | D.E.   | Máx.   | Min.   | Media    | D.E.   | Máx.    | Min.    |
| D I        | 0,1075   | 0,0303 | 0,2275 | 0,0608 | 0,0492   | 0,0540 | 0,0780 | 0,0300 | -0,1096  | 0,0540 | -0,0420 | -0,2640 |
| D II       | 0,1451   | 0,0299 | 0,2120 | 0,0904 | 0,4396   | 0,2345 | 1,1340 | 0,1520 | -0,2635  | 0,2157 | -0,0580 | -0,6420 |
| D III      | 0,1489   | 0,0271 | 0,2080 | 0,1064 | 0,4967   | 0,2445 | 1,1740 | 0,1880 | -0,2200  | 0,1867 | -0,0540 | -0,5400 |
| aVR        | 0,1320   | 0,0302 | 0,2232 | 0,0768 | 0,1358   | 0,1260 | 0,4600 | 0,0400 | -0,2074  | 0,1407 | -0,625  | -0,7600 |
| aVL        | 0,1262   | 0,0254 | 0,1776 | 0,0888 | 0,1178   | 0,0721 | 0,2260 | 0,0480 | -0,2786  | 0,1270 | -0,1240 | -0,6080 |
| aVF        | 0,1442   | 0,0302 | 0,2032 | 0,0920 | 0,4630   | 0,2166 | 0,9980 | 0,1620 | -0,2672  | 0,2040 | -0,0500 | -0,6120 |

Tabla N° 7. Características de la repolarización ventricular. Configuración de la onda T (en porcentaje) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | CONFIGURACIÓN |            |           |           |             |              |
|------------|---------------|------------|-----------|-----------|-------------|--------------|
|            | UNIMODAL +    | UNIMODAL - | BIMODAL + | BIMODAL - | BIFÁSICA +- | BIFÁSICA - + |
| D I        | 3,1           | 68,7       | ----      | ----      | 12,6        | 15,7         |
| D II       | 62,5          | ----       | ----      | ----      | ----        | 37,5         |
| D III      | 65,6          | ----       | ----      | ----      | ----        | 34,4         |
| aVR        | ----          | 37,5       | ----      | ----      | 62,5        | ----         |
| aVL        | ----          | 78,1       | ----      | ----      | 21,9        | ----         |
| aVF        | 65,6          | ----       | ----      | ----      | ----        | 34,4         |

## **5-. Tiempo de activación aurículo-ventricular (segmento PQ(R)) en segundos (Tabla N°8).**

### 5.1-. Derivación I

La activación aurículo-ventricular en D I se caracterizó por presentar una duración media de 0,2827 segundos con una desviación estándar de 0,0457. Los machos presentaron una media de 0,2908 segundos y las hembras una media de 0,2757 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

### 5.2-. Derivación II

La activación aurículo-ventricular en D II se caracterizó por presentar una duración media de 0,2712 segundos con una desviación estándar de 0,0496. Los machos presentaron una media de 0,2808 segundos y las hembras una media de 0,2627 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

### 5.3-. Derivación III

La activación aurículo-ventricular en D III se caracterizó por presentar una duración media de 0,2670 segundos con una desviación estándar de 0,0483. Los machos presentaron una media de 0,2750 segundos y las hembras una media de 0,2599 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 5.4-. Derivación aVR

La activación aurículo-ventricular en aVR se caracterizó por presentar una duración media de 0,2657 segundos con una desviación estándar de 0,0474. Los machos presentaron una media de 0,2724 segundos y las hembras una media de 0,2598 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 5.5-. Derivación aVL

La activación aurículo-ventricular en aVL se caracterizó por presentar una duración media de 0,2684 segundos con una desviación estándar de 0,0409. Los machos presentaron una media de 0,2761 segundos y las hembras una media de 0,2617 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 5.6-. Derivación aVF

La activación aurículo-ventricular en aVF se caracterizó por presentar una duración media de 0,2677 segundos con una desviación estándar de 0,0437. Los machos presentaron una media de 0,2746 segundos y las hembras una media de 0,2617 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).



Tabla N° 8. Características de la activación auriculo ventricular. Duración del segmento P-Q (en segundos) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | SEGMENTO P-Q |             |        |        |
|------------|--------------|-------------|--------|--------|
|            | DURACIÓN     |             |        |        |
|            | Media        | D. Estándar | Máximo | Mínimo |
| D I        | 0,2827       | 0,0457      | 0,4344 | 0,2224 |
| D II       | 0,2712       | 0,0496      | 0,4568 | 0,2016 |
| D III      | 0,2670       | 0,0483      | 0,4528 | 0,2016 |
| aVR        | 0,2657       | 0,0474      | 0,3952 | 0,1904 |
| aVL        | 0,2684       | 0,0409      | 0,4032 | 0,1880 |
| aVF        | 0,2677       | 0,0437      | 0,3904 | 0,1872 |

## **6-. Duración del sístole eléctrico ventricular corregido (QTc) en segundos (Tabla N°9).**

### 6.1-. Derivación I

La duración media del sístole eléctrico ventricular corregido en D I fue de 0,3809 segundos con una desviación estándar de 0,0381. Los machos presentaron una media de 0,3863 segundos y las hembras una media de 0,3761 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

### 6.2-. Derivación II

La duración media del sístole eléctrico ventricular corregido en D II fue de 0,4125 segundos con una desviación estándar de 0,0274. Los machos presentaron una media de 0,4165 segundos y las hembras una media de 0,4090 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

### 6.3-. Derivación III

La duración media del sístole eléctrico ventricular corregido en D III fue de 0,4136 segundos con una desviación estándar de 0,0272. Los machos presentaron una media de 0,4155 segundos y las hembras una media de 0,4120 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 6.4-. Derivación aVR

La duración media del sístole eléctrico ventricular corregido en aVR fue de 0,4054 segundos con una desviación estándar de 0,0315. Los machos presentaron una media de 0,407 segundos y las hembras una media de 0,404 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 6.5-. Derivación aVL

La duración media del sístole eléctrico ventricular corregido en aVL fue de 0,3983 segundos con una desviación estándar de 0,0291. Los machos presentaron una media de 0,4022 segundos y las hembras una media de 0,3949 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 6.6-. Derivación aVF

La duración media del sístole eléctrico ventricular corregido en aVF fue de 0,4163 segundos con una desviación estándar de 0,0284. Los machos presentaron una media de 0,4196 segundos y las hembras una media de 0,4134 segundos de duración. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

Tabla N° 9. Características del sístole eléctrico ventricular corregido. Duración de Q-T corregido (en segundos) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | Q-T corregido |             |        |        |
|------------|---------------|-------------|--------|--------|
|            | DURACIÓN      |             |        |        |
|            | Media         | D. Estándar | Máximo | Mínimo |
| D I        | 0,3809        | 0,0381      | 0,4817 | 0,3313 |
| D II       | 0,4125        | 0,0274      | 0,4800 | 0,3780 |
| D III      | 0,4136        | 0,0272      | 0,4762 | 0,3774 |
| aVR        | 0,4054        | 0,0315      | 0,4799 | 0,3480 |
| aVL        | 0,3983        | 0,0291      | 0,4528 | 0,3517 |
| aVF        | 0,4163        | 0,0284      | 0,4777 | 0,3740 |

## **7-. Relación entre la duración de la activación auricular y el tiempo de la activación aurículo-ventricular (P/PQ(R)) en porcentaje (Tabla N°10).**

### **7.1-. Derivación I**

La relación entre la duración de la activación auricular y el tiempo de la activación aurículo-ventricular (P/PQ(R)) en D I fue de 41,1% con una desviación estándar de 8,04. Los machos presentaron una media de 42,2% y las hembras una media de 40%. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

### **7.2-. Derivación II**

La relación entre la duración de la activación auricular y el tiempo de la activación aurículo-ventricular (P/PQ(R)) en D II fue de 55,4% con una desviación estándar de 8,02. Los machos presentaron una media de 56,3% y las hembras una media de 54,7%. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

### **7.3-. Derivación III**

La relación entre la duración de la activación auricular y el tiempo de la activación aurículo-ventricular (P/PQ(R)) en D III fue de 55,7% con una desviación estándar de 7,89. Los machos presentaron una media de 56,4% y las hembras una media de 55%. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 7.4-. Derivación aVR

La relación entre la duración de la activación auricular y el tiempo de la activación aurículo-ventricular (P/PQ(R)) en aVR fue de 52,6% con una desviación estándar de 7,58. Los machos presentaron una media de 52,9% y las hembras una media de 52,3%. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 7.5-. Derivación aVL

La relación entre la duración de la activación auricular y el tiempo de la activación aurículo-ventricular (P/PQ(R)) en aVL fue de 48,8% con una desviación estándar de 8,13. Los machos presentaron una media de 50,4% y las hembras una media de 47,5%. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

#### 7.6-. Derivación aVF

La relación entre la duración de la activación auricular y el tiempo de la activación aurículo-ventricular (P/PQ(R)) en aVF fue de 53,9% con una desviación estándar de 7,62. Los machos presentaron una media de 55,8% y las hembras una media de 52,2%. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla N° 13).

Tabla N° 10. Relación entre la duración de la activación auricular y el tiempo de conducción de la activación aurículo ventricular (P/P-Q(R)), en porcentaje, de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| DERIVACIÓN | P/P-Q(R) |             |        |        |
|------------|----------|-------------|--------|--------|
|            | DURACIÓN |             |        |        |
|            | Media    | D. Estándar | Máximo | Mínimo |
| D I        | 41,1     | 8,04        | 59,9   | 26,0   |
| D II       | 55,4     | 8,02        | 69,9   | 37,3   |
| D III      | 55,7     | 7,89        | 71,7   | 37,1   |
| aVR        | 52,6     | 7,58        | 67,6   | 39,5   |
| aVL        | 48,8     | 8,13        | 68,3   | 33,1   |
| aVF        | 53,9     | 7,62        | 71,1   | 41,3   |

**8-. Eje eléctrico promedio de activación auricular  $\hat{A}P$ , en grado de ángulos (Tabla N°11).**

La sumatoria de todos los vectores producidos en el proceso de activación auricular generó un valor medio de + 82,07 grados, correspondiente al eje eléctrico de activación auricular. El valor máximo obtenido fue de + 108,00 grados y siendo – 84,00 grados el valor mínimo. Para los machos el valor medio del eje eléctrico promedio fue de + 86,32 grados mientras que las hembras presentaron un valor medio de + 78,32 grados (Tabla N° 14). Los ejemplares no mostraron una relación lineal entre el ángulo del eje eléctrico promedio de activación auricular y el peso de los individuos (Gráfico N°1).

Tabla N° 11. Análisis del eje eléctrico promedio de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular (en grados de ángulo) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

|                     | EJE DE P | EJE DE QRS | EJE DE T |
|---------------------|----------|------------|----------|
| N° DE MUESTRAS      | 32       | 32         | 32       |
| MEDIA (GRADOS)      | 82,07    | -25,01     | 69,38    |
| VALOR MÁXIMO        | 108,00   | 65,00      | 152,50   |
| VALOR MÍNIMO        | -84,00   | -84,00     | -163,75  |
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | 30,874   | 47,19      | 77,83    |

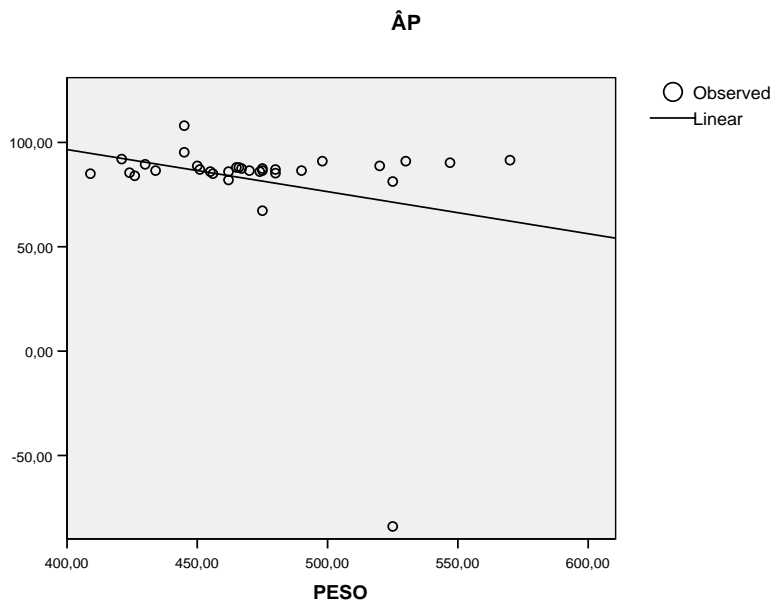


Gráfico N° 1. Análisis de regresión entre el peso vivo y el eje eléctrico promedio de activación auricular ( $\hat{A}P$ ) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

Dependent Variable:  $\hat{A}P$

| Equation | Model Summary |       |     |     |      | Parameter Estimates |       |
|----------|---------------|-------|-----|-----|------|---------------------|-------|
|          | R Square      | F     | df1 | df2 | Sig. | Constant            | b1    |
| Linear   | ,062          | 1,985 | 1   | 30  | ,169 | 177,222             | -,202 |

The independent variable is PESO.



**9-. Eje eléctrico promedio de activación ventricular  $\hat{A}QRS$ , en grado de ángulos (Tabla N°11).**

La sumatoria de todos los vectores producidos en el proceso de activación ventricular generó un valor medio de - 25,01 grados, correspondiente al eje eléctrico de activación ventricular. El valor máximo obtenido fue de + 65,00 grados y siendo - 84,00 grados el valor mínimo. Para los machos el valor medio del eje eléctrico promedio fue de - 34,07 grados mientras que las hembras presentaron un valor medio de - 17,04 grados (Tabla N°

14). Los ejemplares no mostraron una relación lineal entre el ángulo del eje eléctrico promedio de activación ventricular y el peso de los individuos (Gráfico N°2).

Tabla N° 11. Análisis del eje eléctrico promedio de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular (en grados de ángulo) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

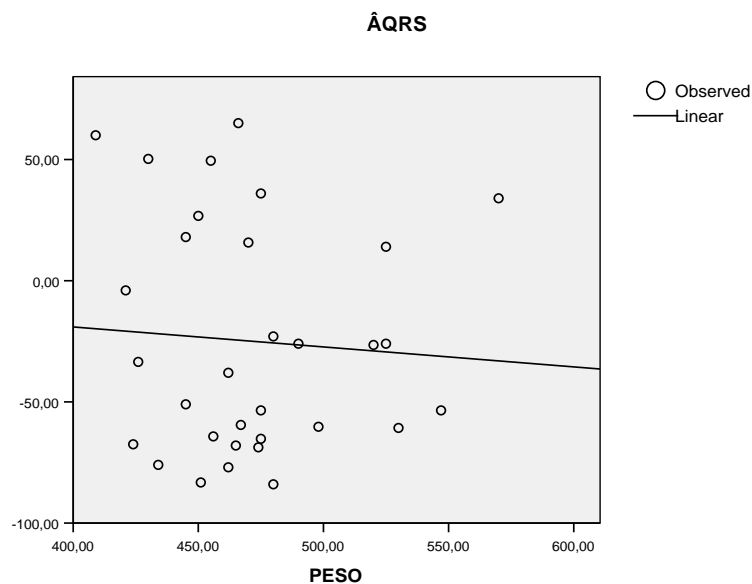
|                     | EJE DE P | EJE DE QRS | EJE DE T |
|---------------------|----------|------------|----------|
| N° DE MUESTRAS      | 32       | 32         | 32       |
| MEDIA (GRADOS)      | 82,07    | -25,01     | 69,38    |
| VALOR MÁXIMO        | 108,00   | 65,00      | 152,50   |
| VALOR MÍNIMO        | -84,00   | -84,00     | -163,75  |
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | 30,874   | 47,19      | 77,83    |

Gráfico N° 2. Análisis de regresión entre el peso vivo y el eje eléctrico promedio de activación ventricular ( $\hat{A}QRS$ ) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

Dependent Variable:  $\hat{A}QRS$

| Equation | R Square | Model Summary |     |     |      | Parameter Estimates |       |
|----------|----------|---------------|-----|-----|------|---------------------|-------|
|          |          | F             | df1 | df2 | Sig. | Constant            | b1    |
| Linear   | ,004     | ,134          | 1   | 30  | ,717 | 13,871              | -,082 |

The independent variable is PESO.



**10-. Eje eléctrico promedio de repolarización ventricular ÂT, en grado de ángulos (Tabla N°11).**

La sumatoria de todos los vectores producidos en el proceso de activación auricular generó un valor medio de + 69,38 grados, correspondiente al eje eléctrico de activación auricular. El valor máximo obtenido fue de + 152,50 grados y siendo – 163,75 grados el valor mínimo. Para los machos el valor medio del eje eléctrico promedio fue de + 57,20 grados mientras que las hembras presentaron un valor medio de + 80,12 grados (Tabla N° 14). Los ejemplares no mostraron una relación lineal entre el ángulo del eje eléctrico promedio de repolarización ventricular y el peso de los individuos (Gráfico N°3).

Tabla N° 11. Análisis del eje eléctrico promedio de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular (en grados de ángulo) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

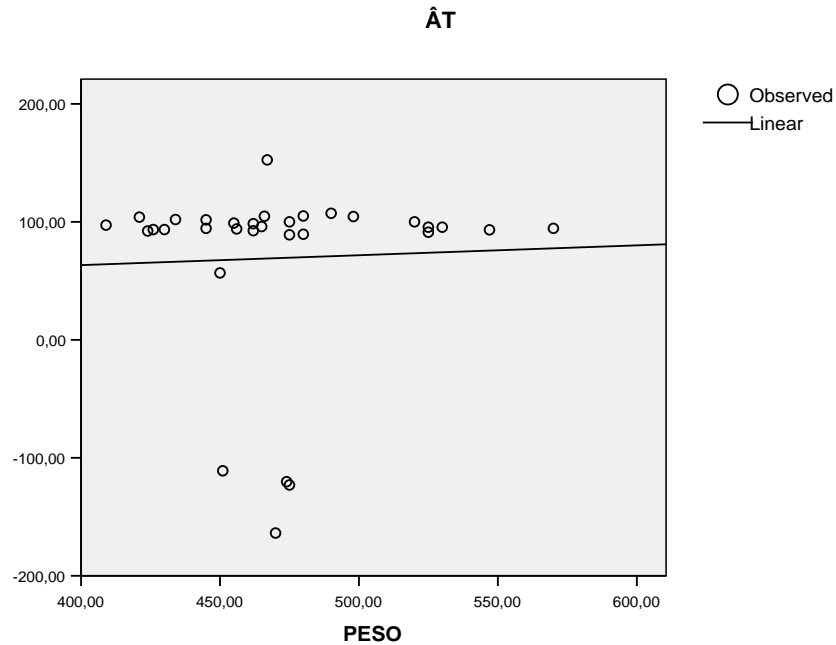
|                     | EJE DE P | EJE DE QRS | EJE DE T |
|---------------------|----------|------------|----------|
| N° DE MUESTRAS      | 32       | 32         | 32       |
| MEDIA (GRADOS)      | 82,07    | -25,01     | 69,38    |
| VALOR MÁXIMO        | 108,00   | 65,00      | 152,50   |
| VALOR MÍNIMO        | -84,00   | -84,00     | -163,75  |
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | 30,874   | 47,19      | 77,83    |

Gráfico N° 3. Análisis de regresión entre el peso vivo y el eje eléctrico promedio de repolarización auricular ( $\hat{A}T$ ) de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

Dependent Variable:  $\hat{A}T$

| Equation | Model Summary |      |     |     |      | Parameter Estimates |      |
|----------|---------------|------|-----|-----|------|---------------------|------|
|          | R Square      | F    | df1 | df2 | Sig. | Constant            | b1   |
| Linear   | ,002          | ,051 | 1   | 30  | ,823 | 29,835              | ,084 |

The independent variable is PESO.



**11-. Distribución del eje eléctrico promedio de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular en los distintos sextantes del sistema hexaxial de Bayley (Tabla N° 12).**

Los registros obtenidos en relación al eje de P, se ubicaron en un 96,88% en el sextante comprendido entre  $+ 60,5^\circ - +120,0^\circ$ , mientras que el restante 3,125% se ubicó entre los sextantes  $- 60,5^\circ - -120,0^\circ$ .

Los registros obtenidos en relación al eje de QRS, se ubicaron en un 6,25% en el sextante comprendido entre + 60,5° - +120,0°, un 25% se ubicó entre +0,5° - + 60,0°, un 31,25% se ubicó entre los sextantes - 60,5° - -120,0°, mientras que el restante 37,5 se ubicó entre 0° - - 60,0°.

Los registros obtenidos en relación al eje de T, se ubicaron en un 3,125% en el sextante comprendido entre + 120,5° - +180,0°, un 81,25% en el sextante comprendido entre + 60,5° - +120,0°, un 3,125% se ubicó entre +0,5° - + 60,0°, un 6,25% se ubicó entre los sextantes - 60,5° - -120,0°, mientras que el restante 6,25 se ubicó entre - 120,5° - - 180,0°.

Tabla N° 12. Distribución del eje eléctrico promedio de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular, en los distintos sextantes del sistema hexaxial de equinos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

| SEXTANTE          | EJE DE P |            | EJE DE QRS |            | EJE DE T |            |
|-------------------|----------|------------|------------|------------|----------|------------|
|                   | N°       | PORCENTAJE | N°         | PORCENTAJE | N°       | PORCENTAJE |
| 0° - -60,0°       | 0        | ----       | 12         | 37,5       | 0        | ----       |
| -60,5° - -120,0°  | 1        | 3,125      | 10         | 31,25      | 2        | 6,25       |
| -120,5° - -180,0° | 0        | ----       | 0          | ----       | 2        | 6,25       |
| +0,5° - +60,0°    | 0        | ----       | 8          | 25         | 1        | 3,125      |
| +60,5° - +120,0°  | 31       | 96,875     | 2          | 6,25       | 26       | 81,25      |
| +120,5° - +180,0° | 0        | ----       | 0          | ----       | 1        | 3,125      |

Tabla N° 13. Media aritmética de variables electrocardiográficas de machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa en las distintas derivaciones bipolares y unipolares.

|       |        | PSEG   | PVOLT     | PQSEG  | PPQ% | QRSSEG | TSEG     | QTCOSEG |
|-------|--------|--------|-----------|--------|------|--------|----------|---------|
| D I   | macho  | 0,1216 | 0,0815    | 0,2908 | 42,2 | 0,0917 | 0,1097   | 0,3863  |
|       | hembra | 0,1123 | 0,065     | 0,2757 | 40   | 0,0918 | 0,1055   | 0,3761  |
| D II  | macho  | 0,1544 | 0,4376 a  | 0,2808 | 56,3 | 0,124  | 0,1578 a | 0,4165  |
|       | hembra | 0,1432 | 0,3169 b  | 0,2627 | 54,7 | 0,119  | 0,1338 b | 0,409   |
| D III | macho  | 0,1512 | 0,3986 a  | 0,275  | 56,4 | 0,1214 | 0,156    | 0,4155  |
|       | hembra | 0,1421 | 0,291 b   | 0,2599 | 55   | 0,1172 | 0,1426   | 0,412   |
| aVR   | macho  | 0,1411 | -0,2326 a | 0,2724 | 52,9 | 0,1149 | 0,1339   | 0,407   |
|       | hembra | 0,1352 | -0,1928 b | 0,2598 | 52,3 | 0,1067 | 0,1303   | 0,404   |
| aVL   | macho  | 0,1357 | -0,1864   | 0,2761 | 50,4 | 0,1082 | 0,1338   | 0,4022  |
|       | hembra | 0,1234 | -0,1405   | 0,2617 | 47,5 | 0,1011 | 0,1196   | 0,3949  |
| aVF   | macho  | 0,1501 | 0,4101 a  | 0,2746 | 55,8 | 0,1211 | 0,1574 a | 0,4196  |
|       | hembra | 0,1361 | 0,3021 b  | 0,2617 | 52,2 | 0,112  | 0,1324 b | 0,4134  |

( $p < 0,05$ ). Letras a y b indican diferencias estadísticamente significati-

Tabla N° 14. Media aritmética para el eje eléctrico promedio de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular (en grado de ángulo) entre machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

|         | ÂP      | ÂQRS     | ÂT      |
|---------|---------|----------|---------|
| MACHOS  | 86,3167 | -34,0333 | 57,2    |
| HEMBRAS | 78,3235 | -17,0441 | 80,1176 |

## DISCUSIÓN

La frecuencia cardíaca en el ejemplar Fina Sangre de Carrera de 2 años de edad hípica en el periodo de amansa presentó un valor medio dentro de los rangos esperados (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988), sin embargo, se encontró más cercano al rango superior, situación que puede deberse en primer lugar, a que el manejo no es rutina aún para ellos produciendo algún grado de excitabilidad, lo que produce simpaticotonía y con ello, aumento de la frecuencia cardíaca (Armstrong, 1972). En segundo lugar, el hecho de que en los equinos adultos, la actividad física sistemática hace más lenta la frecuencia cardíaca en reposo por aumento del tono vagal (Thomas y Fregin, 1981; Bertone, 1999; Van Loon, 2005), situación que aún no se presenta en estos individuos de 2 años de edad ya que no se encuentran sometidos a una exigencia física progresiva que produzca una adaptación de su sistema cardiovascular al ejercicio.

En el análisis de los resultados con respecto a la amplitud de la activación auricular, se muestran valores levemente menores que los encontrados en otros estudios en individuos F.S.C adultos. Este hallazgo probablemente se deba a que los ejemplares jóvenes aún no presentan un ejercicio considerable y por lo tanto su sistema cardiovascular aún no necesita una adaptación importante que se traduce en aumento de la masa auricular para poder soportar el constante aumento del retorno venoso y también para vencer la presión que ofrece la aorta (Thomas y Fregin, 1983; Godoy, 2008). Por otro lado, con respecto a la duración, existe concordancia con los valores encontrados en individuos adultos (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988). La amplitud y duración del segundo componente de la activación auricular fueron mayores que la amplitud y duración del primer componente de la activa-

ción auricular, situación concordante con lo descrito por diferentes autores en la literatura (Ayala *et al*, 1994). Por otro lado, se señala que el primer componente de la onda P es el más lábil, pudiendo sufrir pequeños cambios hasta una completa inversión (Fregin, 1982 b), situación también descrita en los individuos F.S.C de 2 años de este estudio.

Con respecto a la configuración de la onda P, la forma bimodal positiva fue la que se presentó con mayor frecuencia en casi todas las derivaciones con excepción de aVR y aVL, en donde la forma bimodal negativa fue la configuración más frecuente. La forma bimodal es característica del equino y es considerada completamente normal (Physick-Sheard, 1998; Reed *et al*, 2004; Doherty y Valverde, 2006; Lightowler, 2006), situación que no lo es si se tratase de otras especies como por ejemplo humanos, perros, en donde esta onda P bimodal o también denominada mitrálica es totalmente patológica (Armstrong, 1972).

El tiempo de activación aurículo ventricular en el equino de 2 años presentó un valor de  $0,2827 \pm 0,046$ , siendo un valor menor a los descritos en los equinos Fina Sangre de Carrera adultos (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988; Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988). Esto indicaría que el tiempo de conducción intracardiaca aurículo ventricular sería dependiente de la edad o etapa de entrenamiento en que se encuentran los equinos, lo cual estaría relacionado con la influencia del sistema nervioso autónomo sobre la expedita vía que en la especie equina en general constituyen los haces de unión intermodal, facilitantes de la propagación de la onda de depolarización desde el marcapaso (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988).



Con respecto a la duración de la activación ventricular, los valores obtenidos se encontraron dentro de los rangos esperados y fueron similares a los registrados en ejemplares adultos (Ayala *et al*, 1994). Esto se debería a que existe una estrecha relación entre el peso vivo del individuo y tamaño del corazón (Lightowler *et al*, 2004) y los ejemplares de 2 años de edad ya poseen su peso adulto y por consiguiente un tamaño ventricular acorde. Planteado lo anterior, y de acuerdo a lo señalado por otros autores, se podría asumir que en estos ejemplares ya existiría cierto aumento de la masa ventricular o hipertrofia cardíaca excéntrica acorde al fenómeno fisiológico del crecimiento (Holmes y Alps, 1967 d; Hanák, 1980 b). Estos valores similares entre individuos jóvenes y adultos no necesariamente indican un pronóstico deportivo, ya que se sabe hace un tiempo que la duración promedio del complejo QRS o “Heart Score” (HS) no es un índice fidedigno del potencial performance debido a las características anatómo-funcionales de la red de conducción a nivel ventricular del equino (Patteson, 1996; Lightowler *et al*, 2004). Las configuraciones más comunes en las diferentes derivaciones fueron r, qRS, qrS, rsr` y qR. Estos resultados argumentan el porque el eje eléctrico promedio de activación ventricular se encuentra dirigido hacia la base y no hacia el ápex en donde se encuentra la masa ventricular preponderante, explicado por la especial arborización de la red de Purkinje a nivel ventricular (Patteson, 1996; Physics-Sheard, 1998; Lightowler *et al*, 2004; Lightowler, 2006).

En relación a la duración del proceso de repolarización ventricular, se obtuvieron valores similares a los descritos para el F.S.C adulto. Por otro lado, el inicio y final de la onda T es bastante impreciso lo que hace bastante difícil la medición de este parámetro y si bien los valores son similares, no son comparables porque depende del método de cada medidor (Muñoz *et al*, 2005). Con respecto a la amplitud de la repolarización ventricular,

se describe que ocurre un significativo aumento de su amplitud en respuesta al entrenamiento (Godoy, 1988; Lighthowler, 2006) lo que explicaría el porqué en los ejemplares de 2 años de edad de este estudio, este parámetro es notablemente menor a los valores descritos para los F.S.C adultos. Las configuraciones más comunes que presentaron los individuos fueron la forma unimodal positiva, la unimodal negativa y la forma bifásica negativa - positiva homologando las configuraciones obtenidas en ejemplares adultos (Ayala *et al*, 1994).

El sístole eléctrico ventricular que abarca la depolarización y repolarización ventricular, debió ser corregido con la frecuencia cardiaca en cada individuo con la fórmula de Bazzet (Lightowler, 2006). Los resultados son similares a los descritos para F.S.C adulto, sin embargo, la duración media es levemente menor, lo que se explicaría por los cambios sufridos en la masa ventricular inducidos por el entrenamiento en los F.S.C adultos (Armstrong, 1972).

Con respecto al tiempo que va desde la activación auricular y el tiempo que transcurre en aparecer el inicio de la depolarización ventricular en porcentaje, se observó una relación mayor a lo descrito para lo ejemplares adultos (Sandoval, 1974, citado por Godoy, 1988; Ayala *et al*, 1994; Lightowler, 2006). Este suceso puede deberse a que la relación P/PQ(R) se encuentra determinada por la activación auricular y también por el tiempo que demoran en activarse los ventrículos, y se ha descrito que la edad y el entrenamiento progresivo producen una mayor duración del intervalo PQ(R) en respuesta al aumento del tono vagal (Detweiler y Patterson, 1972, citado por Godoy, 1988, Lightowler, 2006), y por otro lado, se describe que la duración de la activación auricular se mantiene relativamente fija en ejemplares F.S.C durante su vida, lo que se traduciría en una disminución de la relación.

En relación al eje eléctrico promedio de activación auricular y repolarización ventricular se presentaron con un ángulo bastante mayor al descrito para los individuos adultos (Martínez, 2005 b), lo que probablemente se debería a que los cambios sufridos por la masa auricular y ventricular inducidos por el ejercicio en individuos adultos, no se observan aún en caballos F.S.C de 2 años de edad sin entrenamiento. Con respecto al eje promedio de activación ventricular, se obtuvo un valor menor al descrito para los ejemplares adultos (Martínez, 2005 b), lo cual podría corresponder a que el eje cardiaco en individuos juveniles es más perpendicular en el tórax presentando un ángulo menor al del individuo adulto, en que el eje es más horizontal (Hanák, 1980 b). Este cambio de eje está dado por el hecho de que los individuos juveniles presentan hipertrofia del ventrículo derecho y luego con el crecimiento y entrenamiento comienza la hipertrofia izquierda, cambiando el eje eléctrico de activación ventricular (Holmes y Alps, 1980 b), por lo tanto, estos valores obtenidos representarían el proceso en que se está instaurando la hipertrofia excéntrica izquierda aún incompleta.

En el análisis realizado a las variables  $\hat{A}P$ ,  $\hat{A}QRS$  y  $\hat{A}T$ , en relación al peso de los ejemplares, no se encontró relación lineal entre ellos. Si bien es cierto que hay relación entre el peso del individuo y el peso de la víscera, este aumento de peso del corazón en los individuos de mayor tamaño, no explicaría ni se traduciría en cambios en los ejes eléctricos promedios de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular.

En el análisis realizado a los parámetros electrocardiográficos entre sexos, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de ellos a excepción en la amplitud de la onda P y la duración de la onda T. No obstante, los machos presentaron

diferencias en relación a las hembras aunque no significativas estadísticamente en todos los parámetros analizados. Probablemente en la medida que se disminuya la varianza, aumentando el tamaño muestral, podría explicarse estas diferencias ya que como se sabe los machos al presentar un peso promedio mayor que las hembras se debe traducir en un mayor tamaño del corazón.

## CONCLUSIONES

- Es posible obtener registros electrocardiográficos, en equinos Fina Sangre de Carrera en el periodo de amansa, de todos los acontecimientos eléctricos auriculares y ventriculares utilizando la técnica de registro descrita para caballos Fina Sangre de Carrera adultos y en training.
- Los valores registrados de los variables electrocardiográficos en equinos Fina Sangre de Carrera en el periodo de amansa, fueron acorde a su edad y condición de entrenamiento.
- El tiempo de activación aurículo ventricular en el equino de 2 años en periodo de amansa mostró valores menores a los descritos en los equinos Fina Sangre de Carrera adultos.
- No existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de las variables electrocardiográficas de equinos Fina Sangre de Carrera en periodo de amansa al compararlos entre sexo.
- No existe relación al considerar la variable peso con los ejes eléctricos promedio de la activación auricular, de activación ventricular y de repolarización ventricular.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **ARMSTRONG, L.M.** 1972. Los Electrocardiogramas, Método Sistemático para su Lectura. Segunda Edición. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. Argentina. 90 p.
- **AYALA, I., MONTES, A.M., FERNÁNDEZ DEL PALACIO, M., GUTIERREZ, C.** 1994. Studies on the Electrocardiogram of the Horse. AN. VET. (MURCIA) 9-10: 25-35.
- **BERTONE, J.** 1999. Practical Approach to Cardiac Evaluation in the Field. AAEP PROCEEDINGS. 45: 266 – 270.
- **CASALONGA, O., VECCHIO, R.** 2006. Anatomía del Corazón y Grandes Vasos. In: Manual de Cardiología del Caballo. Primera Edición. Editorial Chinfield S.A. Argentina. 1736 p.
- **CASTELLANO, C., PEREZ DE JUAN, M.A., ATTIE, F.** 2004. Electrocardiografía Clínica. Segunda Edición. Editorial Madrid. Madrid, España. [etc]: Elsevier, cop. 346 p.
- **COLAHAN, P., MAYHEW, I., MERRITT, A., MOORE, J.,** 1998. Medicina y Cirugía Equina: Vol. I. Cuarta Edición. Editorial Intermédica. Buenos Aires. Argentina. 1736 p.

- **DETWEILER, D.K., PATTERSON, D.F.** 1972 The Cardiovascular System. Equine Medicine and Surgery. Segunda Edición. Wheaton, Illinois. American Veterinary Publications. pp. 277-348 (citado por Godoy, A. 1988. **In:** Caracterización Electrocardiográfica de Equinos Pura Sangre Chilenos Clínicamente Sanos. Tesis. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 135 p.).
- **DOHERTY, T., VALVERDE, A.** 2006. Manual of Equine Anesthesia and Analgesia. Primera Edición, Editorial Blackwell Publishing. UK. 362 p.
- **FREGIN, G.F.** 1982 a. The Equine Electrocardiogram with Standardized Body and Limb Positions. Cornell, Vet. 72 (3):304-24.
- **FREGIN, G.F.** 1982 b. The Cardiovascular System. Equine Medicine and Surgery. Santa Bárbara, California. American Veterinary Publications, Inc. pp. 645 – 704 (citado por Godoy, A. 1988. **In:** Caracterización Electrocardiográfica de Equinos Pura Sangre Chilenos Clínicamente Sanos. Tesis. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 135 p.).
- **FREGIN, G. F.** 1985. Electrocardiography. Vet. Clin. of North Am. 1: 419-435 .

- **GODOY, A.** 1988. Caracterización Electrocardiográfica de Equinos Pura Sangre Chilenos Clínicamente Sanos. Tesis. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 135 p.
- **GODOY, A.** 2008. Cardiología Equina [grabación audio]. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. Departamento de Ciencias Clínicas. 1 Cinta (Digital), 60 minutos. Sonido.
- **GONZALEZ, C., VALLENAS, A.** 1960. El electrocardiograma normal del caballo Pura Sangre de Carrera. Lima. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 15: 244 – 293 (citado por Godoy, A. 1988. **In:** Caracterización Electrocardiográfica de Equinos Pura Sangre Chilenos Clínicamente Sanos. Tesis. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 135 p.).
- **GUNN, H.M.** 1989. Heart Weight and Running Ability. J. Anat. 167: 225 – 233.
- **GUYTON, A.C., HALL, J.E.** 2001. Tratado de Fisiología Médica. Décima Edición. Editorial Mcgraw Hill Interamericana. México. 1280 p.
- **HANÁK, J.** 1980 a. Changes of Ventricular Vector During Training of Thoroughbred Race Horses. ACTA VET. BRNO, 49, 1980: 211-216.



- **HANÁK, J.** 1980 b. The Angle of Electrical Cardiac Axis in Trained Thoroughbred Race Horses. ACTA VET. BRNO, 49, 1980: 205-210.
  
- **HOLMES, J.R., ALPS, B.J.** 1967 a. Studies into Equine Electrocardiography and Vectocardiography I: Cardiac Electric Forces and the Dipole Vector Theory. Can. J. Com. Med. Vet. Sci. 31: 92-102.
  
- **HOLMES, J.R., ALPS, B.J.** 1967 b. Studies into Equine Electrocardiography and Vectocardiography II: Cardiac Vector Distributions in Apparently Healthy Horses. Can. J. Com. Med. Vet. Sci. 31: 150-155.
  
- **HOLMES, J.R., ALPS, B.J.** 1967 c. Studies into Equine Electrocardiography and Vectocardiography III: Vector Distribution in Some Cardiovascular Disorders. Can. J. Com. Med. Vet. Sci. 31: 207-211.
  
- **HOLMES, J.R., ALPS, B.J.** 1967 d. Studies into Equine Electrocardiography and Vectocardiography IV: Vector Distributions in Some Arrhythmias. Can. J. Com. Med. Vet. Sci. 31: 219-225.
  
- **LIGHTOWLER, C.H.; MERCADO, M.C.; GARCIA LIÑEIRO, J.A.** 1998. Ventanas y Ecotomogramas de Referencia para la Ecocardiografía Bidimensional en Tiempo Real del Equino. Arch. med. vet. Vol.30 (1): 143-151.

- **LIGHTOWLER, C.H.; PEREZ VELGA, E.; ROMEI DEL OLMO, G.; CATTANEO, M.L.** 2004. Echocardiography and Electrocardiography as Means to Evaluate Potential Performance in Horses. *J. Vet. Sci.* 5(3): 259–262.
- **LIGHTOWLER, C.H.** 2006. Manual de Cardiología del Caballo. Primera Edición. Editorial Chinfield S.A. Argentina. 1736 p.
- **MARTIN JR., B., REEF, V., PARENTE, E.** 1999. Clinical Evaluation of Poor Training or Racing Performance in 348 horses (1992-1996). *AAEP PROCEEDINGS.* 45: 322-324.
- **MARTINEZ, R.** 2005 a. Fisiología Cardiovascular. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. Departamento de Ciencias Biológicas Animales. 60 p. (Apunte Docente).
- **MARTINEZ, R.** 2005 b. Fenómenos Eléctricos de la Actividad Cardíaca. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. Departamento de Ciencias Biológicas Animales. 15 p. (Apunte Docente).
- **MUÑOZ, A., SATUE, K., ROVIRA, S., LUCAS, R.G., BENITO, M.** 2005. Electrocardiographic Ventricular Repolarisation Processes in Andalusian Horses Before and After Physical Training. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine.* Vol. 8 (1): 23-34.

- **PATTESON, M.** 1996. Equine Cardiology. Primera Edición. Editorial Blackwell. London. [en línea]  
<http://www.provet.co.uk/equinecardiology/> [consulta: 21-03-2009]
- **PHYSICK-SHEARD, P.W.** 1998. Enfermedades del Aparato Cardiovascular. **In:** Medicina y Cirugía Equina. Vol. I. Cuarta Edición. Editorial Intermédica. Buenos Aires. Argentina. pp 151 - 162.
- **REED, S.; BAYLY, W.; SELTON, D.** 2004. Equine Internal Medicine. Segunda Edición. Editorial Saunders. U.S.A. 1659 p.
- **ROSE, R.J., HODGSON, D.R.** 1995. Manual Clínico de Equinos. Primera edición. Editorial Mcgraw Hill Interamericana. México. 632 p.
- **SANDOVAL, M.C.** 1974. Electrocardiografía en Equinos F.S de Carrera. I. Técnica y Valores Normales. Informe de Práctica Profesional. Santiago, Chile. U. Chile Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 43 p. (citado por Godoy, A. 1988. **In:** Caracterización Electrocardiográfica de Equinos Pura Sangre Chilenos Clínicamente Sanos. Tesis. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 135 p.).

- **STEEL, J.D.** 1963. Studies on the Electrocardiogram of the Racehorse. The Electrocardiogram in Relation to the Racing Performance. Australasian Medical Publishing Company Limited, Sydney. pp: 42-46.
  
- **STEWART, J.H., ROSE, R.J., DAVIS, P.E., HOFFMAN, K.** 2006. A Comparison of Electrocardiographic Findings in Racehorses Presented either for Routine Examination or Poor Racing Performance. Equine Exercise Physiology. Snow, D.H., S.G.B. Persson a R.J. Rose (Eds.), Cambridge Granta Editions.
  
- **THOMAS, D.P., FREGIN, G.F.** 1981. Cardiorespiratory and Metabolic Response to Treadmill Exercise in the Horse. J Appl Physiol. Abstract. 50 (4):864-868.
  
- **THOMAS, D.P., FREGIN, G.F., GERBER, N., AILES, N.B.** 1983. Effects of Training on Cardiorespiratory Function in the Horse. Am J Physiol. Abstract. 245 (2):R160-165.
  
- **THOMAS, D.P., FREGIN, G.F.** 1990. Cardiorespiratory Drift During Exercise in the Horse. Equine Vet J Suppl. Abstract. (9): 61-65.
  
- **TOO, K.** 1960. Abnormal Electrocardiograms in the Horse. JAP. J. VET. RES., Vol. 8, N° 1.

- **VAN LOON, G.** 2005. Reduced Performance Due to a Bad Engine?. Department of Large Animal Internal Medicine, Ghent University, Belgium.

# ANEXOS

Tabla N° 15. Prueba de t Student para algunas variables electrocardiográficas entre machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Derivación I.

**Prueba de muestras independientes**

|        | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas |      | Prueba T para la igualdad de medias |        |                  |                      |                             |   |           |
|--------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|-----------|
|        | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |           |
|        |  |      |                                     |        |                  |                      |                             | Inferior                                      | Superior  |
| PSEG   | 2,523  | ,123 | 1,125                               | 30     | ,270             | ,0093373             | ,0083023                    | -,0076183                                     | ,0262928  |
|        |  |      | 1,146                               | 29,164 | ,261             | ,0093373             | ,0081464                    | -,0073198                                     | ,0259943  |
| PVOLT  | ,238   | ,629 | ,830                                | 30     | ,413             | ,0165333             | ,0199116                    | -,0241316                                     | ,0571983  |
|        |  |      | ,843                                | 29,657 | ,406             | ,0165333             | ,0196132                    | -,0235416                                     | ,0566083  |
| PQ     | 1,293  | ,265 | ,930                                | 30     | ,360             | ,0150824             | ,0162215                    | -,0180464                                     | ,0482111  |
|        |  |      | ,908                                | 24,126 | ,373             | ,0150824             | ,0166175                    | -,0192050                                     | ,0493697  |
| PPQ    | 2,546  | ,121 | ,791                                | 30     | ,435             | 2,2654510            | 2,8655337                   | -3,5867496                                    | 8,1176516 |
|        |  |      | ,809                                | 28,548 | ,425             | 2,2654510            | 2,8019045                   | -3,4690353                                    | 7,9999373 |
| QRSSEG | ,223   | ,640 | -,023                               | 30     | ,982             | -,0001302            | ,0056205                    | -,0116087                                     | ,0113483  |
|        |  |      | -,024                               | 29,661 | ,981             | -,0001302            | ,0055365                    | -,0114426                                     | ,0111822  |
| TSEG   | ,128   | ,723 | ,388                                | 30     | ,701             | ,0042275             | ,0108935                    | -,0180200                                     | ,0264749  |
|        |  |      | ,398                                | 27,895 | ,694             | ,0042275             | ,0106194                    | -,0175290                                     | ,0259839  |
| QTCO   | ,263   | ,612 | ,750                                | 30     | ,459             | ,0102027             | ,0136072                    | -,0175868                                     | ,0379923  |
|        |  |      | ,749                                | 29,454 | ,460             | ,0102027             | ,0136131                    | -,0176206                                     | ,0380261  |

Tabla N° 16. Prueba de t Student para algunas variables electrocardiográficas entre machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Derivación II.

**Prueba de muestras independientes**

|        | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas |      | Prueba T para la igualdad de medias |        |                  |                      |                             |   |           |
|--------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|-----------|
|        | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |           |
|        |  |      |                                     |        |                  |                      |                             | Inferior                                      | Superior  |
| PSEG   | 2,590  | ,118 | 1,490                               | 30     | ,147             | ,0112533             | ,0075515                    | -,0041689                                     | ,0266756  |
|        |  |      | 1,530                               | 27,765 | ,137             | ,0112533             | ,0073574                    | -,0038234                                     | ,0263301  |
| PVOLT  | 1,595  | ,216 | 2,383                               | 30     | ,024             | ,1206588             | ,0506256                    | ,0172675                                      | ,2240502  |
|        |  |      | 2,482                               | 23,545 | ,021             | ,1206588             | ,0486135                    | ,0202228                                      | ,2210948  |
| PQ     | 1,970  | ,171 | 1,029                               | 30     | ,312             | ,0180839             | ,0175750                    | -,0178089                                     | ,0539768  |
|        |  |      | ,997                                | 22,001 | ,330             | ,0180839             | ,0181394                    | -,0195348                                     | ,0557026  |
| PPQ    | ,178   | ,676 | ,580                                | 30     | ,566             | 1,6643137            | 2,8708366                   | -4,1987167                                    | 7,5273442 |
|        |  |      | ,580                                | 29,576 | ,566             | 1,6643137            | 2,8690197                   | -4,1985265                                    | 7,5271540 |
| QRSSEG | ,516   | ,478 | ,774                                | 30     | ,445             | ,0046518             | ,0060065                    | -,0076152                                     | ,0169188  |
|        |  |      | ,773                                | 29,245 | ,446             | ,0046518             | ,0060187                    | -,0076534                                     | ,0169569  |
| TSEG   | ,807   | ,376 | 2,432                               | 30     | ,021             | ,0239443             | ,0098471                    | ,0038338                                      | ,0440548  |
|        |  |      | 2,387                               | 25,727 | ,025             | ,0239443             | ,0100292                    | ,0033183                                      | ,0445703  |
| QTCO   | ,123   | ,729 | ,762                                | 30     | ,452             | ,0074494             | ,0097820                    | -,0125282                                     | ,0274270  |
|        |  |      | ,756                                | 28,319 | ,456             | ,0074494             | ,0098551                    | -,0127276                                     | ,0276264  |



Tabla N° 17. Prueba de t Student para algunas variables electrocardiográficas entre machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Derivación III.

| Prueba de muestras independientes |  |      |                                     |        |                  |                      |                             |   |           |
|-----------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|-----------|
|                                   | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas |      | Prueba T para la igualdad de medias |        |                  |                      |                             |   |           |
|                                   | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |           |
|                                   |  |      |                                     |        |                  |                      |                             | Inferior                                      | Superior  |
| PSEG                              | ,877   | ,357 | 1,371                               | 30     | ,180             | ,0090353             | ,0065887                    | -,0044206                                     | ,0224912  |
|                                   |  |      | 1,391                               | 29,711 | ,174             | ,0090353             | ,0064936                    | -,0042318                                     | ,0223024  |
| PVOLT                             | 1,022  | ,320 | 2,156                               | 30     | ,039             | ,1076078             | ,0499152                    | ,0056674                                      | ,2095482  |
|                                   |  |      | 2,228                               | 25,881 | ,035             | ,1076078             | ,0482917                    | ,0083206                                      | ,2068951  |
| PQ                                | 3,163  | ,085 | ,879                                | 30     | ,387             | ,0150902             | ,0171738                    | -,0199834                                     | ,0501637  |
|                                   |  |      | ,845                                | 20,083 | ,408             | ,0150902             | ,0178484                    | -,0221311                                     | ,0523115  |
| PPQ                               | ,062   | ,805 | ,506                                | 30     | ,616             | 1,4333333            | 2,8312012                   | -4,3487509                                    | 7,2154176 |
|                                   |  |      | ,504                                | 29,014 | ,618             | 1,4333333            | 2,8413010                   | -4,3776541                                    | 7,2443207 |
| QRSSEG                            | 1,784  | ,192 | ,786                                | 30     | ,438             | ,0041898             | ,0053286                    | -,0066926                                     | ,0150722  |
|                                   |  |      | ,808                                | 27,599 | ,426             | ,0041898             | ,0051880                    | -,0064444                                     | ,0148240  |
| TSEG                              | ,266   | ,610 | 1,413                               | 30     | ,168             | ,0133710             | ,0094649                    | -,0059589                                     | ,0327009  |
|                                   |  |      | 1,406                               | 28,852 | ,170             | ,0133710             | ,0095081                    | -,0060795                                     | ,0328215  |
| QTCO                              | ,021   | ,885 | ,363                                | 30     | ,719             | ,0035439             | ,0097690                    | -,0164070                                     | ,0234948  |
|                                   |  |      | ,362                                | 29,174 | ,720             | ,0035439             | ,0097936                    | -,0164810                                     | ,0235689  |

Tabla N° 18. Prueba de t Student para algunas variables electrocardiográficas entre machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Derivación aVR.

| Prueba de muestras independientes |  |      |                                     |        |                  |                      |                             |   |           |
|-----------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|-----------|
|                                   | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas |      | Prueba T para la igualdad de medias |        |                  |                      |                             |   |           |
|                                   | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |           |
|                                   |  |      |                                     |        |                  |                      |                             | Inferior                                      | Superior  |
| PSEG                              | ,908   | ,348 | ,782                                | 30     | ,441             | ,0058847             | ,0075287                    | -,0094910                                     | ,0212604  |
|                                   |  |      | ,793                                | 29,766 | ,434             | ,0058847             | ,0074247                    | -,0092836                                     | ,0210530  |
| PVOLT                             | ,247   | ,623 | -2,469                              | 30     | ,019             | -,0398431            | ,0161351                    | -,0727954                                     | -,0068909 |
|                                   |  |      | -2,479                              | 29,852 | ,019             | -,0398431            | ,0160739                    | -,0726773                                     | -,0070090 |
| PQ                                | 2,972  | ,095 | ,743                                | 30     | ,463             | ,0125678             | ,0169170                    | -,0219813                                     | ,0471170  |
|                                   |  |      | ,723                                | 23,434 | ,477             | ,0125678             | ,0173724                    | -,0233328                                     | ,0484685  |
| PPQ                               | ,290   | ,594 | ,252                                | 30     | ,803             | ,6866667             | 2,7289797                   | -4,8866533                                    | 6,2599867 |
|                                   |  |      | ,250                                | 28,467 | ,804             | ,6866667             | 2,7472771                   | -4,9367195                                    | 6,3100529 |
| QRSSEG                            | ,025   | ,875 | 1,047                               | 30     | ,303             | ,0081569             | ,0077890                    | -,0077503                                     | ,0240640  |
|                                   |  |      | 1,050                               | 29,753 | ,302             | ,0081569             | ,0077698                    | -,0077166                                     | ,0240304  |
| TSEG                              | 3,021  | ,092 | ,332                                | 30     | ,742             | ,0036071             | ,0108558                    | -,0185635                                     | ,0257776  |
|                                   |  |      | ,320                                | 20,712 | ,752             | ,0036071             | ,0112563                    | -,0198217                                     | ,0270358  |
| QTCO                              | 2,591  | ,118 | ,261                                | 30     | ,796             | ,0029576             | ,0113487                    | -,0202196                                     | ,0261349  |
|                                   |  |      | ,257                                | 26,714 | ,799             | ,0029576             | ,0115148                    | -,0206805                                     | ,0265958  |

Tabla N° 19. Prueba de t Student para algunas variables electrocardiográficas entre machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Derivación aVL.

**Prueba de muestras independientes**

|        | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas |      | Prueba T para la igualdad de medias |        |                  |                      |                             |   |           |
|--------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|-----------|
|        | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |           |
|        |  |      |                                     |        |                  |                      |                             | Inferior                                      | Superior  |
| PSEG   | 2,105  | ,157 | 1,813                               | 30     | ,080             | ,0122980             | ,0067820                    | -,0015526                                     | ,0261487  |
|        |  |      | 1,843                               | 29,542 | ,075             | ,0122980             | ,0066732                    | -,0013394                                     | ,0259355  |
| PVOLT  | ,122   | ,729 | -1,718                              | 30     | ,096             | -,0458118            | ,0266666                    | -,1002723                                     | ,0086488  |
|        |  |      | -1,762                              | 27,874 | ,089             | -,0458118            | ,0259933                    | -,0990674                                     | ,0074439  |
| PQ     | 4,393  | ,045 | ,992                                | 30     | ,329             | ,0143773             | ,0144897                    | -,0152146                                     | ,0439691  |
|        |  |      | ,952                                | 19,421 | ,353             | ,0143773             | ,0150962                    | -,0171731                                     | ,0459276  |
| PPQ    | ,359   | ,554 | 1,034                               | 30     | ,309             | 2,9737255            | 2,8758370                   | -2,8995172                                    | 8,8469682 |
|        |  |      | 1,021                               | 27,241 | ,316             | 2,9737255            | 2,9116137                   | -2,9979370                                    | 8,9453879 |
| QRSSEG | ,109   | ,744 | 1,209                               | 30     | ,236             | ,0070902             | ,0058638                    | -,0048852                                     | ,0190656  |
|        |  |      | 1,200                               | 28,224 | ,240             | ,0070902             | ,0059104                    | -,0050123                                     | ,0191927  |
| TSEG   | ,165   | ,688 | 1,615                               | 30     | ,117             | ,0141898             | ,0087888                    | -,0037594                                     | ,0321390  |
|        |  |      | 1,625                               | 29,970 | ,115             | ,0141898             | ,0087338                    | -,0036478                                     | ,0320274  |
| QTCO   | 4,126  | ,051 | ,702                                | 30     | ,488             | ,0073173             | ,0104165                    | -,0139560                                     | ,0285905  |
|        |  |      | ,689                                | 25,625 | ,497             | ,0073173             | ,0106131                    | -,0145139                                     | ,0291484  |

Tabla N° 20. Prueba de t Student para algunas variables electrocardiográficas entre machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Derivación aVF.

**Prueba de muestras independientes**

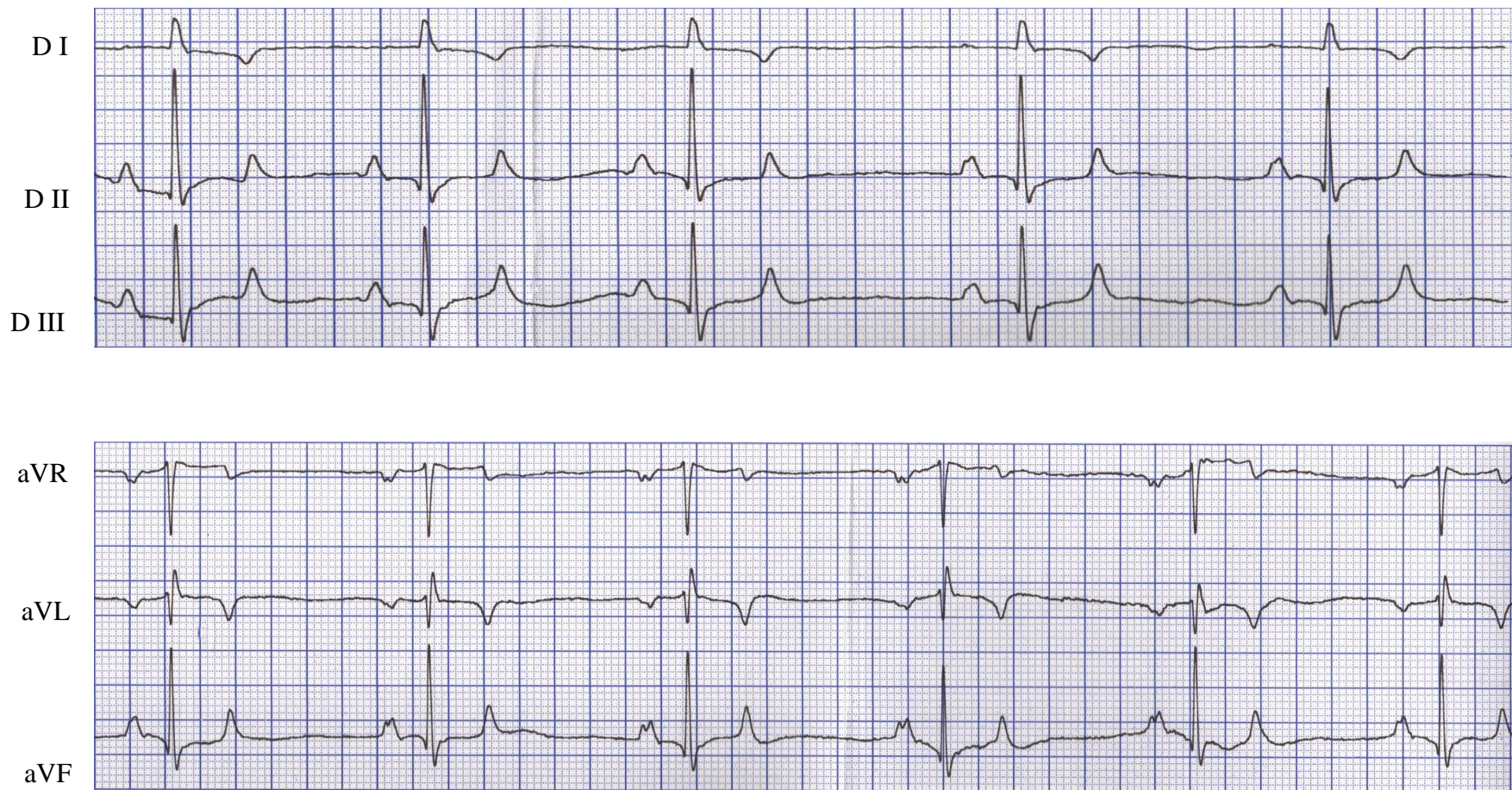
|        | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas |      | Prueba T para la igualdad de medias |        |                  |                      |                             |   |           |
|--------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|-----------|
|        | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |           |
|        |  |      |                                     |        |                  |                      |                             | Inferior                                      | Superior  |
| PSEG   | 1,566  | ,220 | 2,030                               | 30     | ,051             | ,0140455             | ,0069181                    | -,0000831                                     | ,0281741  |
|        |  |      | 2,062                               | 29,623 | ,048             | ,0140455             | ,0068122                    | ,0001258                                      | ,0279652  |
| PVOLT  | 1,405  | ,245 | 2,176                               | 30     | ,038             | ,1080157             | ,0496292                    | ,0066594                                      | ,2093719  |
|        |  |      | 2,250                               | 25,885 | ,033             | ,1080157             | ,0480157                    | ,0092968                                      | ,2067346  |
| PQ     | 2,203  | ,148 | ,826                                | 30     | ,415             | ,0128722             | ,0155749                    | -,0189360                                     | ,0446803  |
|        |  |      | ,808                                | 24,568 | ,427             | ,0128722             | ,0159300                    | -,0199656                                     | ,0457099  |
| PPQ    | ,347   | ,560 | 1,341                               | 30     | ,190             | 3,5772549            | 2,6673447                   | -1,8701898                                    | 9,0246996 |
|        |  |      | 1,329                               | 28,018 | ,194             | 3,5772549            | 2,6912210                   | -1,9353040                                    | 9,0898138 |
| QRSSEG | 1,202  | ,282 | 1,653                               | 30     | ,109             | ,0090494             | ,0054737                    | -,0021294                                     | ,0202282  |
|        |  |      | 1,684                               | 29,201 | ,103             | ,0090494             | ,0053722                    | -,0019347                                     | ,0200335  |
| TSEG   | ,088   | ,768 | 2,529                               | 30     | ,017             | ,0250345             | ,0098974                    | ,0048214                                      | ,0452476  |
|        |  |      | 2,538                               | 29,813 | ,017             | ,0250345             | ,0098654                    | ,0048814                                      | ,0451876  |
| QTCO   | 1,619  | ,213 | ,610                                | 30     | ,546             | ,0062208             | ,0101913                    | -,0145926                                     | ,0270342  |
|        |  |      | ,604                                | 27,723 | ,551             | ,0062208             | ,0102965                    | -,0148801                                     | ,0273216  |

Tabla N° 21. Prueba de t Student para eje eléctrico promedio de activación auricular, activación ventricular y repolarización ventricular entre machos y hembras F.S.C de 2 años de edad en período de amansa.

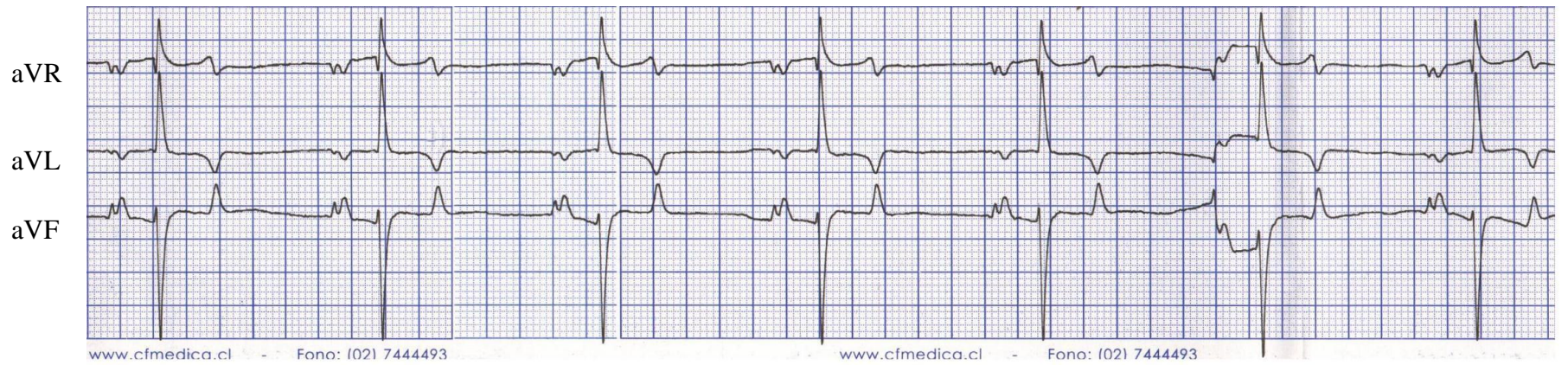
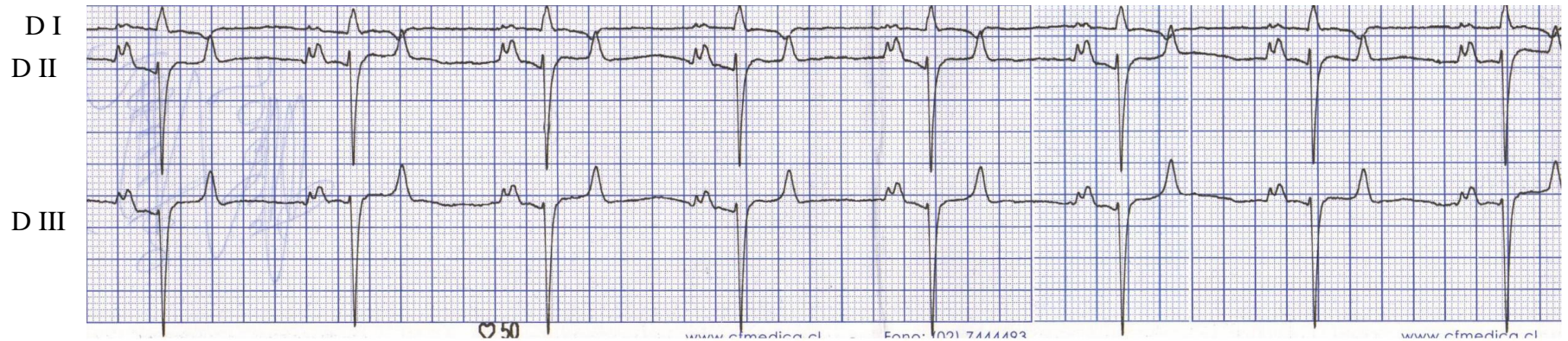
| Prueba de muestras independientes |  |      |                                     |        |                  |                      |                             |   |          |
|-----------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------|
|                                   | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas |      | Prueba T para la igualdad de medias |        |                  |                      |                             |   |          |
|                                   | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |          |
|                                   |  |      |                                     |        |                  |                      |                             | Inferior                                      | Superior |
| ÂP                                | 2,584  | ,118 | ,725                                | 30     | ,474             | 7,99314              | 11,02162                    | -14,51602                                     | 30,50230 |
|                                   |  |      | ,772                                | 16,708 | ,451             | 7,99314              | 10,35841                    | -13,89033                                     | 29,87661 |
| ÂQRS                              | ,159   | ,692 | -1,017                              | 30     | ,317             | -16,98922            | 16,71091                    | -51,11744                                     | 17,13901 |
|                                   |  |      | -1,021                              | 29,874 | ,316             | -16,98922            | 16,64161                    | -50,98193                                     | 17,00350 |
| ÂT                                | 3,842  | ,059 | -,827                               | 30     | ,415             | -22,91765            | 27,71391                    | -79,51700                                     | 33,68171 |
|                                   |  |      | -,808                               | 24,529 | ,427             | -22,91765            | 28,34982                    | -81,36217                                     | 35,52687 |

**Registros electrocardiográficos tipo de hembras y machos F.S.C de 2 años de edad en período de amansa**

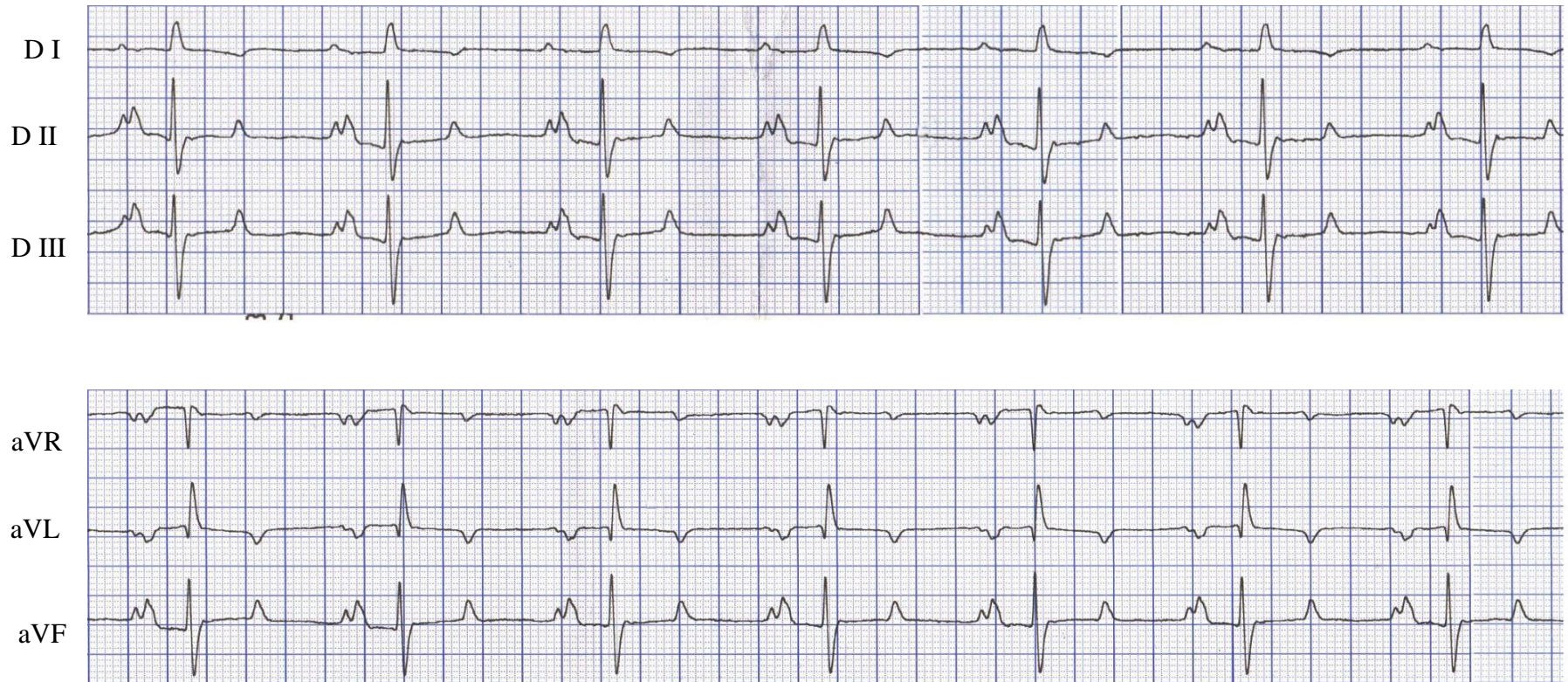
Nombre: F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. The Great Star, hembra.



Nombre: F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Mashayane, hembra.



Nombre: F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Musica en vivo, hembra.

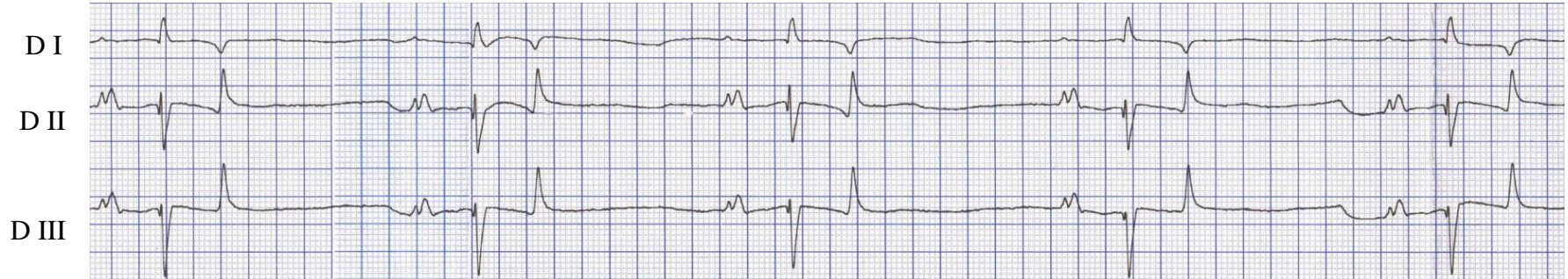




Nombre: F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Norte lindo, macho.



Nombre: F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. Quien vive, macho.



Nombre: F.S.C de 2 años de edad en período de amansa. The South Wind, macho.

