

# **PRACTICA No. 2 : PROPIEDADES DEL MÚSCULO CARDÍACO**

## **INTRODUCCIÓN**

La función del sistema circulatorio es la de mantener un medio interno óptimo para el desarrollo de las funciones celulares. Este mantenimiento se refiere al equilibrio de las concentraciones de hormonas, de productos nutritivos y de desecho, de las tensiones de los gases respiratorios y de la temperatura corporal. Ya que la actividad celular es continua, el medio sólo puede conservarse a un nivel óptimo si la sangre fluye continuamente hacia los tejidos. El papel que juega el sistema circulatorio es lograr un flujo continuo, para lo cual posee una bomba muscular, el corazón.

El músculo cardíaco presenta dos características importantes, como son: la fuerte unión entre sus fibras, lo que mantiene la cohesión de célula a célula y facilita la conducción del estímulo de una fibra a la otra, provocando la contracción del músculo cardíaco en su totalidad; y la presencia de un tejido especializado (marcapaso), que permite que las contracciones ocurran sin la necesidad de estímulos nerviosos y que propaga los impulsos por todo el corazón. Ambas características son imprescindibles para el bombeo de la sangre. La acción del sistema nervioso durante el funcionamiento del corazón, es la regulación y no la producción de las contracciones del músculo cardíaco.

En la presente experiencia nos ocuparemos del músculo cardíaco, el cual forma parte importante del sistema circulatorio. Es posible estudiar algunas de sus propiedades fisiológicas utilizando como ejemplo el corazón del sapo debido a su facilidad para ser manipulado, a que es posible mantenerlo fuera del cuerpo sin grandes pérdidas de sus funciones y porque sus respuestas son adecuadas para el registro con sistemas sencillos de laboratorio (quimógrafo).

## **OBJETIVOS**

1. Examinar algunas de las propiedades del mecanismo contráctil del músculo cardíaco y establecer las diferencias entre éste y el músculo esquelético.
2. Describir el funcionamiento y la regulación de los corazones linfáticos.
3. Describir las fases de la contracción cardíaca normal y su relación con la circulación de la sangre.
4. Determinar el efecto de los cambios de temperatura sobre la actividad cardíaca
5. Estudiar el efecto de las catecolaminas (Adrenalina) en la actividad cardíaca.
6. Estudiar la conductibilidad del estímulo eléctrico en el miocardio.
7. Observar el automatismo de las fibras musculares del miocardio.

### **EXPERIMENTO N° 1: Corazones linfáticos en Bufo marinus**

1. Anestesia un sapo con éter y fíjelo sobre una plancha de disección exponiendo la región dorsal.
2. Ubique los corazones linfáticos posteriores por su latido a través de la piel a ambos lados del urostilo (hacia el final de la región pélvica).
3. Si es necesario para visualizarlos puede practicar un corte de 2 a 3 cm a nivel del urostilo: una vez localizados, describa su actividad y mida la frecuencia normal de cada uno de ellos.
4. Desmedule y descerebre el sapo, observando el efecto sobre la actividad de los corazones linfáticos.

### **EXPERIMENTO N° 2: Registro de la Actividad Cardíaca.**

1. Instale el quimógrafo (Fig. 5).
2. Calibre la velocidad del quimógrafo (ver práctica N°. 1, experimento N°.1).
3. Fije el sapo sobre la tabla de disección, exponiendo su región ventral.
4. Con una tijera, realice cortes longitudinales y transversales hasta obtener una sección rectangular de piel y tejido muscular, la cual debe ser removida cuidadosamente. **Tenga especial cuidado de no dañar los órganos internos.** Los pulmones pueden estar inflados, lo cual dificultará la observación del corazón. Colapse los pulmones cortándolos con una tijera. El sapo obtendrá suficiente oxígeno a través de la piel para mantenerse durante la experiencia.
5. El corazón puede ser expuesto al remover el pericardio. Cuando el corazón se contraiga en sístole, sujete el pericardio con unas pinzas y córtelo con las tijeras. Cuide de no dañar el corazón. Si es preciso, corte el frenulum, que es un ligamento que se encuentra en el lado dorsal del ápice del ventrículo y mantiene al corazón unido a la pared dorsal del cuerpo. Recuerde aplicar al corazón solución Ringer frecuentemente.
6. Clave el anzuelo, previamente atado a un hilo, de manera superficial en el ápice del ventrículo (Fig. 6). Cuide que el anzuelo no llegue hasta el interior del ventrículo, ya que provocaría la pérdida de sangre.
7. Fije el otro extremo del hilo a la palanca inscriptora (Fig. 5).
8. Registre unas 4 ó 5 contracciones de la actividad cardíaca. Observe la frecuencia y la amplitud de las contracciones.
9. Describa las distintas fases de la actividad cardíaca y observe las contracciones del seno venoso y aurícula.

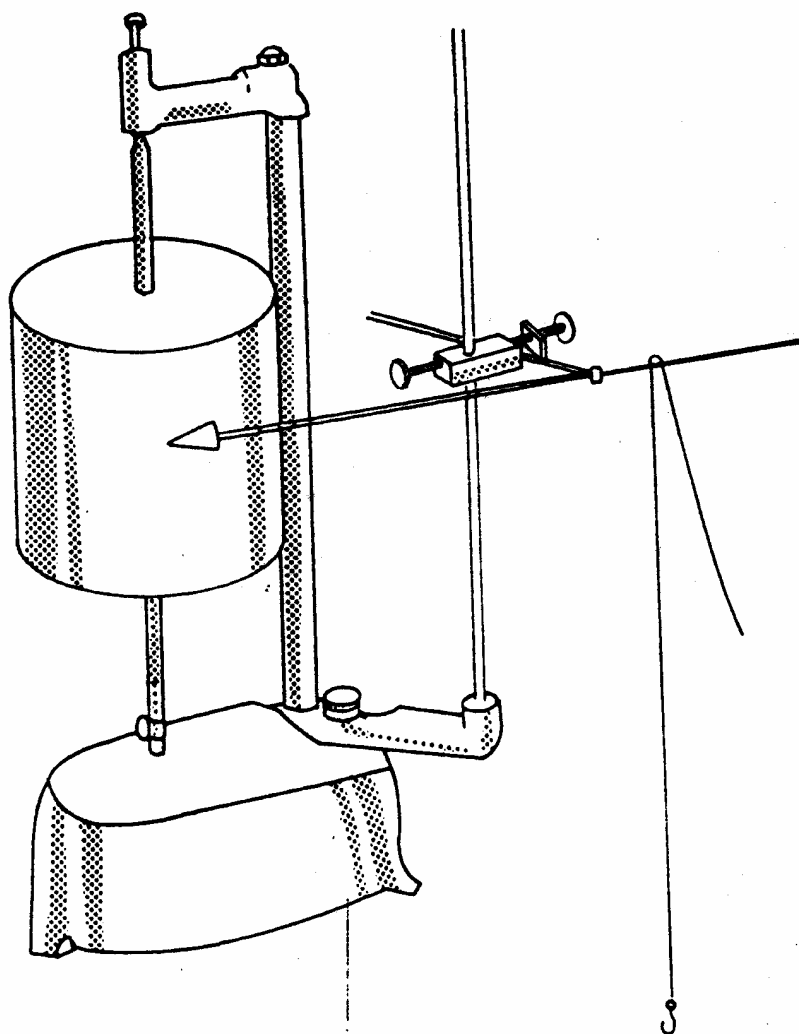


Fig. 5.- Montaje del sistema inscriptor para el registro de la actividad cardíaca.

**EXPERIMENTO N° 3:** *Efecto de los cambios de Temperatura sobre la Actividad Cardíaca*

1. Registre 4 a 5 contracciones de la actividad cardíaca basal con el quimógrafo.
2. Aplique, sobre el seno venoso, solución Ringer con una temperatura entre 40 y 45 °C mientras registra las contracciones en el quimógrafo. Marque sobre el registro, el momento justo de la aplicación del Ringer. Registre otras 4 a 5 contracciones después de la aplicación del Ringer.
3. Repita ambos pasos anteriores, pero con una solución Ringer entre 5 y 10 °C.

**EXPERIMENTO N° 4:** *Efecto de la Adrenalina sobre la Actividad Cardíaca.*

1. Registre 4-5 contracciones basales en el quimógrafo.
2. Aplique una solución de Adrenalina (1 mg/100 ml) sobre el seno venoso. Marque sobre el papel de registro el momento exacto de la aplicación de la solución de Adrenalina.
3. Registre 4- 5 contracciones adicionales.

**EXPERIMENTO N° 5:** *Conductibilidad del Impulso Nervioso en el Corazón. Ligaduras de Stanius.*

1. Registre 4-5 contracciones basales.
2. Efectúe luego una primera ligadura con hilo de coser, entre el seno venoso y las aurículas (Fig. 7). Para ello, ate fuertemente un hilo alrededor del surco que separa ambas regiones, en la cara dorsal del corazón.
3. Registre 4-5 contracciones de la actividad cardíaca.
4. Coloque una segunda ligadura, esta vez entre las aurículas y el ventrículo (Fig. 7).
5. Registre nuevamente la actividad cardíaca.
6. Mida por separado las frecuencias de latido de las aurículas y del ventrículo. Debido a que el quimógrafo registra principalmente la actividad del ventrículo, cuente los latidos de las aurículas y del ventrículo simultáneamente durante un período de 30 segundos. Los latidos deben ser contados por dos personas, una de ellas observando las aurículas y la otra el ventrículo.
7. Corte la primera ligadura, observando y registrando los resultados.
8. Corte la segunda ligadura, observando y registrando los resultados. Si el corazón se detiene, añada unas gotas de adrenalina y estimule mecánicamente con un masaje cardíaco para intentar reiniciar su actividad.

### **EXPERIMENTO N° 6: *Período Refractario del Corazón.***

1. Registre la actividad cardíaca basal a velocidad intermedia de rotación.
2. Aplique al ventrículo estímulos sencillos de intensidad umbral, estimulando al corazón durante el inicio, el máximo y el final de la sístole, la diástole y el período de reposo entre los latidos consecutivos.
3. Registre en el quimógrafo y determine qué estímulos causaron una contracción ventricular posterior al estímulo.

### **EXPERIMENTO N° 7: *Automatismo del Miocardio.***

1. Extraiga el corazón del cuerpo del sapo, Para esto, ate con un hilo los vasos que llegan y salen del corazón. Corte por encima de los amarres y coloque el corazón en una cápsula de Petri que contenga una solución de NaCl al 6.5%.
2. Mida la frecuencia cardíaca basal por un período de 30 minutos.
3. Sumerja el corazón en las siguientes soluciones y mida en cada uno la frecuencia. Lave con Ringer antes de sumergirlo en cada solución:
  - a) KCl al 6.4%
  - b) CaCl<sub>2</sub> al 13.3%

### **ACTIVIDADES QUE DEBE INCLUIR EN EL INFORME.**

1. Identifique en sus registros las diferentes etapas de la contracción cardíaca.
2. Para cada experimento, calcule: a) la amplitud de la contracción cardíaca, como el recorrido vertical (en mm.) de la aguja inscriptora sobre el papel de registro y b) la frecuencia de latido, como el número de contracciones por minuto. Reporte los valores promedio, desviaciones estándar, tamaños muestrales de la amplitud y de la frecuencia de las contracciones del corazón en estado basal (antes del estiramiento) y luego de los estiramientos. Compare los valores y anexe los registros.
3. Describa y explique las alteraciones que se producen sobre las contracciones cardíacas por el efecto de los cambios en la temperatura. Compare los valores de frecuencia y amplitud de las contracciones a las distintas temperaturas. ¿Qué aspecto de la contracción es medido como la amplitud?
4. Describa y explique el efecto de la Adrenalina sobre la actividad cardíaca. Compare los valores de frecuencia y amplitud de las contracciones con adrenalina y sin ella. Discuta sobre las condiciones en las cuales este efecto puede ser ventajoso para el animal.
5. Compare las frecuencias de latido de las aurículas y el ventrículo al colocar las distintas ligaduras. ¿Sobre qué aspecto de la fisiología de la contracción están actuando las ligaduras de Stanius?. Explique brevemente y con sus propias palabras: ¿cómo ocurre la conducción del

- estímulo eléctrico en el corazón? y ¿Cuál es la importancia de esa forma de conducción sobre el funcionamiento del corazón como una bomba?
6. Explique brevemente las bases fisiológicas (flujo de iones a través de la membrana) del automatismo o autoexcitabilidad de las contracciones del corazón bajo las distintas soluciones de  $\text{CaCl}_2$  al 13.3% y  $\text{KCl}$  al 6.4%. Explique sus resultados en función del papel que juegan los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  en la contracción de la fibra cardíaca.

### **MATERIALES QUE DEBE TRAER EL ESTUDIANTE.**

- ✓ Fósforos
- ✓ Tirro ( un rollo por equipo)
- ✓ Lámina de acetato ( 1 por equipo)
- ✓ Plastilina ( 2 barras por equipo)
- ✓ Hilo de cocer
- ✓ Sapo (*Bufo marinus*, dos por equipo)
- ✓ Equipo de disección
- ✓ Papel lustrillo amarillo (2 pliegos por equipo)
- ✓ Laca para el cabello (un pote por equipo)
- ✓ Algodón
- ✓ Toallas Industriales (un paquete por equipo)

### **MATERIALES Y EQUIPOS SUMINISTRADOS POR EL PERSONAL DOCENTE.**

- ✓ Maletas para quimógrafo (1 por equipo)
- ✓ Solución Salina (Ringer) para anfibio
- ✓  $\text{NaCl}$  al 6.5%,  $\text{KCl}$  al 6.41% y  $\text{CaCl}_2$  al 13.3%
- ✓ Benceno y mangueras para el ahumador
- ✓ Pipetas Pasteur cuello corto y peras
- ✓ Pipetas Pasteur con puntas redondeadas y curva (2 por equipo)
- ✓ Beakers de 30 ml. (uno para cada solución / por cada equipo)
- ✓ Quimógrafo (1 por equipo)
- ✓ Adrenalina (1 mg/100ml)
- ✓ Cápsulas de Petri (2 por equipo)
- ✓ Tabla de disección (1 por equipo)
- ✓ Termómetros