

Propiedades eléctricas y mecánicas de las células del miocardio

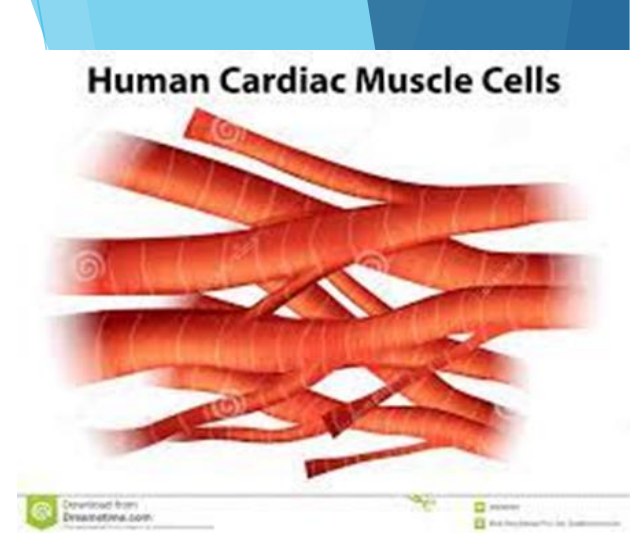
Por. Joseph Eduardo Córdova Ramírez

Enfoque

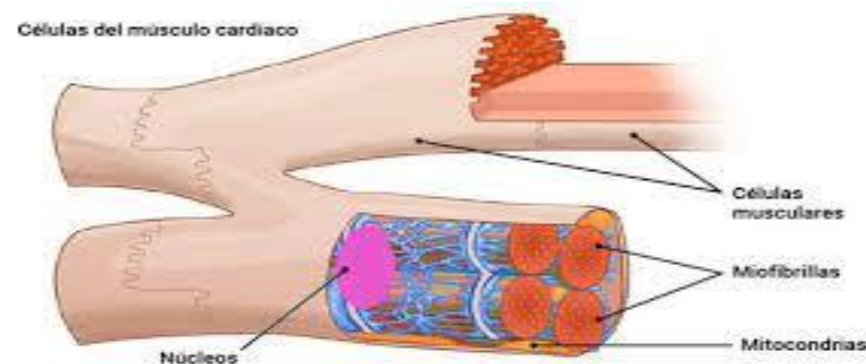
- ▶ Acoplamiento excitación-contracción en el miocardio.
- ▶ Excitación y conducción cardíacas.
- ▶ Propiedades eléctricas de las células marcapasos.
- ▶ Sistemas de conducción.

Introducción

- ▶ En la zonas de unión donde se juntan las ramas hay membranas celulares especializadas que no existen en ninguna otras célula "Discos Intercaladas"
- ▶ Estas Membranas contienen áreas de resistencia eléctrica baja denominadas "Uniones comunicantes".
- ▶ Estas facilitan una conducción muy rápida de los impulsos eléctricos entre dos células



- ▶ La capacidad de las células cardíacas para conducir los impulsos eléctricos se denomina: **"Propiedad de conductividad"**
- ▶ Las células cardíacas están rodeadas por una membrana celular semi permeable que permite el flujo a través de diversas partículas químicas con carga (iones), Como los iones: Na^+ , K^+ , Ca^{2+}
- ▶ Facilitando la contracción y la relajación del corazón.



Conceptos

Hay dos tipos básicos de células cardíacas en el corazón:

- ▶ • Células miocárdicas (Células de trabajo).
- ▶ • Células especializadas del sistema de conducción eléctrica del corazón.

Tipos de Células Cardíacas

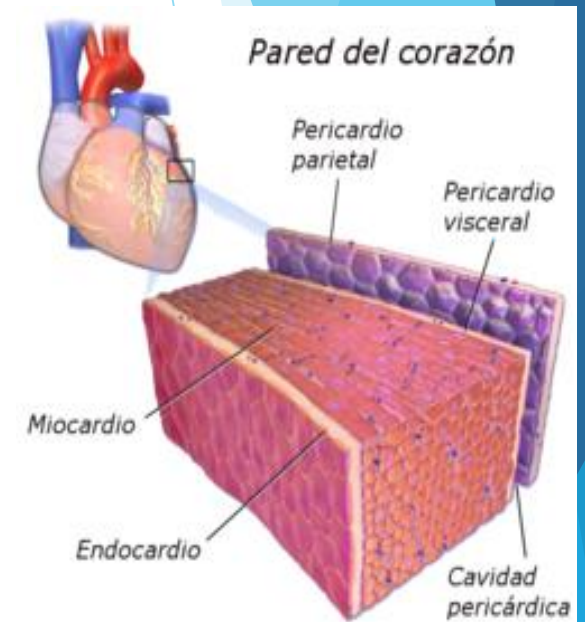
- ▶ Células Miocárdicas: Su Función Principal Es La Contracción y Relajación
- ▶ Células Especializadas del sistema de conducción eléctrica: Generación y Conducción de los impulsos eléctricos

Células miocárdicas

- ▶ Estas forman una fina capa muscular de las paredes auriculares y una capa mas gruesa en las paredes ventriculares. Es decir el Miocardio.
- ▶ Estas células contiene numerosas miofibrillas finas constituidas por filamentos contráctiles formados por proteínas denominadas: **Actina y Miosina**.
- ▶ Las miofibrillas otorgan a las células miocárdicas la propiedad de la contractilidad.

¿Que es el miocardio?

- ▶ Es el tejido muscular del corazón, encargado de bombear la sangre por el sistema circulatorio mediante su contracción.
- ▶ El miocardio está formado por cardiomiocitos individuales, pero que en su función actúan como un sincitio.
- ▶ El músculo cardíaco funciona involuntariamente, esto significa que no se puede regular voluntariamente el ritmo cardíaco.
- ▶ Es un músculo donde la despolarización tiene origen en las mismas células cardíacas, es decir es auto excitable (**despolarización miogénica**).
- ▶ Al igual contiene una red abundante de capilares indispensables para cubrir sus necesidades energéticas

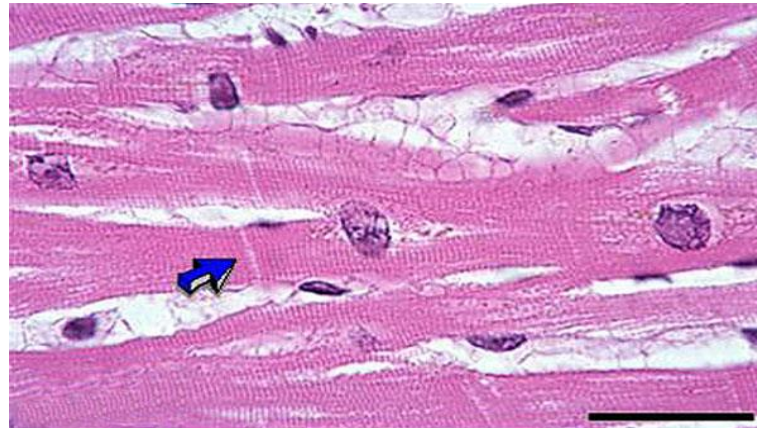


Relación con otras capas

- ▶ El **endocardio** es la capa más interna y forma el revestimiento interno de las aurículas y los ventrículos. Está adherido al miocardio.
- ▶ El **epicardio** es una membrana serosa, es la capa visceral que está pegada a la superficie del corazón. Esta capa visceral junto con la lámina parietal forma el saco del pericardio.
- ▶ En las aurículas, las fibras musculares miocárdicas se disponen en haces que forman un verdadero enrejado y sobresalen hacia el interior (endocardio) en forma de relieves irregulares.
- ▶ El miocardio alcanza su mayor espesor en los ventrículos, que están encargados de bombear la sangre.

Composición

- ▶ El miocardio está compuesto por células especializadas **cardiomiocitos** que cuenta con una capacidad que no tiene otro tipo de tejido muscular del cuerpo:
- ▶ puede llevar la conducción eléctrica del potencial de acción.
- ▶ Además, algunas de las células tienen la capacidad de generar un potencial de acción, conocido como automaticidad del músculo cardíaco.
- ▶ El músculo cardíaco se contrae automáticamente a su propio ritmo, de 60 a 100 veces por minuto



Células miocárdicas

Propiedad de contractilidad:

- ▶ Es la capacidad de acortamiento y de recuperación posterior de la longitud original cuando un impulso eléctrico las estimula.
- ▶ Esta fuerza aumenta o disminuyen en respuesta a ciertos medicamentos por Ejemplo:

AUMENTA:

- ▶ Glucósido Cardiotónico y disminuye la Procainamida
- ▶ Norepinefrina y disminuye Quinidina
- ▶ Dopamina y disminuye los Bloqueadores Beta
- ▶ Epinefrina y disminuye el Potasio

Células Miocárdicas

Y también a ciertas condiciones fisiológicas por ejemplo:

AUMENTA:

- ▶ Incremento del Retorno Venoso
- ▶ Ejercicio Físico
- ▶ Hipovolemia
- ▶ Anemia

DISMINUYEN

- ▶ Shock
- ▶ Hipocalcemia
- ▶ Hipotiroidismo

Células Miocárdicas

- ▶ Las células especializadas del sistema de conducción eléctrica no contiene microfibrillas y por tanto no pueden contraerse.
- ▶ • Sin embargo poseen una cantidad mayor de uniones comunicantes que las células miocárdicas, lo que les permite transmitir con una gran rapidez los impulsos eléctricos
- ▶ Con una velocidad de seis veces mayor ala de las células miocárdicas.

Electrofisiología

- ▶ Las células cardíacas pueden generar y conducir los impulsos eléctricos responsables de la contracción de las células miocárdicas.
- ▶ Estos impulsos eléctricos son el resultado de un flujo breve, pero rápido, de iones con carga positiva (principalmente, sodio y potasio, y, en menor medida, calcio).
- ▶ La diferencia en la concentración de estos iones a través de la membrana celular en un momento dado genera un potencial eléctrico (o voltaje) que se mide en milivoltios (mV)

Las propiedades electrofisiológicas de las células cardiacas

Son:

- ▶ **Excitabilidad:** capacidad de generar un potencial de acción ante un estímulo.
- ▶ **Automatismo:** capacidad que posee una célula de generar un potencial de acción por sí sola, sin necesidad de estímulo externo. Esta capacidad se debe a una lenta despolarización en fase 4 del potencial de acción (células marcapasos).

El que este automatismo sea menor o mayor depende de: Nivel de potencial de reposo

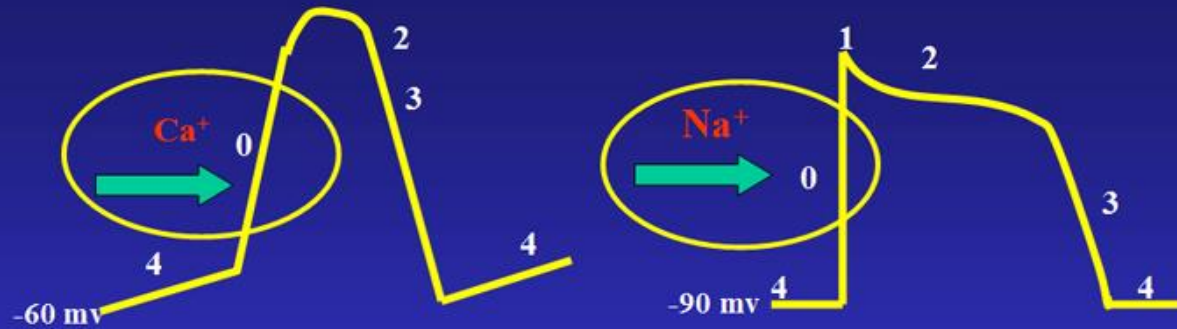
- ▶ Nivel de potencial umbral
- ▶ Pendiente de despolarización en fase 4

En circunstancias normales el máximo automatismo es el del NS (60-100 lat/min), seguido del N AV (40-60 lat/min) y el sistema His-Purkinje (20-40 lat/min).

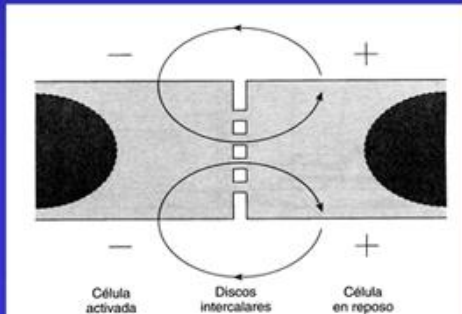
Conducción

- ▶ Es la capacidad de transmitir el impulso a lo largo de las células del corazón.
- ▶ La conducción depende del potencial de acción, de la pendiente de despolarización en fase 0, por lo que es más lenta en NS y N AV.
- ▶ A su vez esa pendiente depende del potencial de reposo (cuanto menos electronegativo, menor pendiente).
- ▶ La capacidad de conducción también depende de la disposición de las fibras longitudinal o transversal.
- ▶ Las fibras dispuestas longitudinalmente conducen mejor; dispuestas transversalmente, peor (**anisotropía**).

Conducción



Velocidad de ascenso (V_{max}) de fase 0



Geometría y orientación de las células cardíacas

Anisotropía



Refractariedad: las células no pueden estar continuamente excitables. La refractariedad depende de la duración del potencial de acción.

- ▶ **PR absoluto:** La célula es inexcitable independientemente del estímulo que le apliquemos. El periodo refractario absoluto ocurre durante la fase 1 y 2 del potencial de acción
- ▶ **PR relativo:** Ocurre durante la fase 3 del potencial de acción. La célula es excitable sólo frente a estímulos superiores a los normales. En las células de Purkinje el periodo refractario es voltaje dependiente; en las del NS y N AV, tiempo dependiente.

Propiedades Cardiacas

El miocardio posee cinco propiedades fundamentales:

- ▶ **Batmotropismo** (excitabilidad),
- ▶ **Dromotropismo** (conductibilidad),
- ▶ **Cronotropismo** (automatismo),
- ▶ **Inotropismo** (contractilidad)
- ▶ **Lusitropismo** (relajación)

Regla mnemotécnica para recordar las propiedades cardíacas:

”**Batman** **excitado** y **drogado conduce** un **auto cromado** y **no** es **re contra** **looser!**”

Fisiología

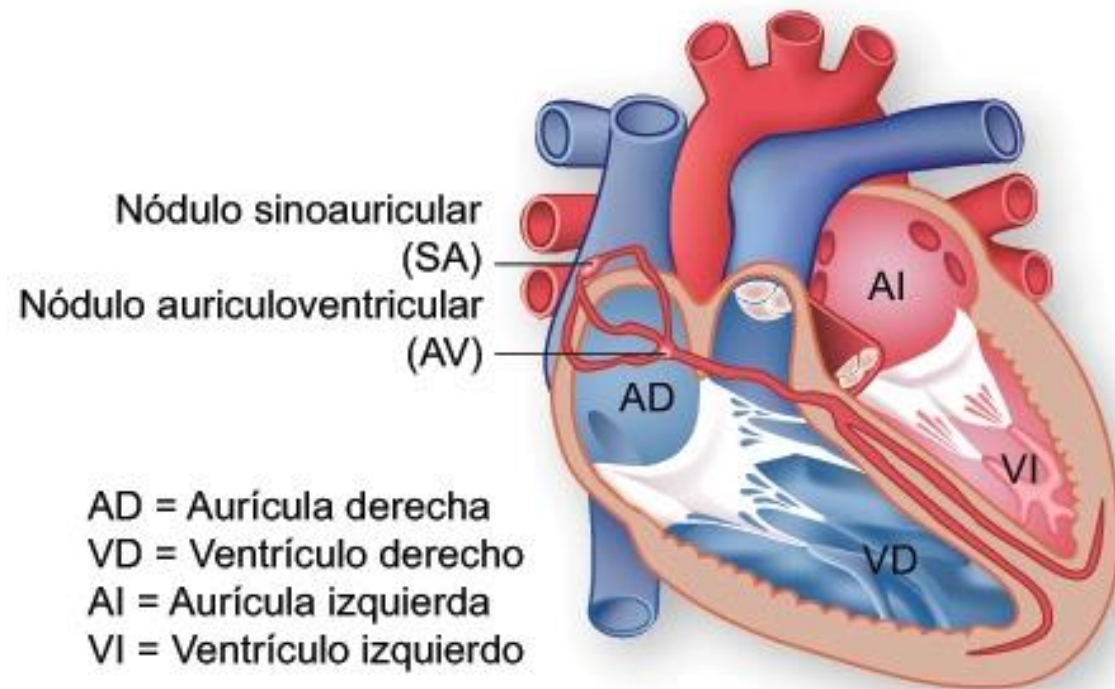
- ▶ **Excitabilidad (Función batmotrónica)** La excitabilidad es una propiedad común de las neuronas y los cardiomiocitos. Es la capacidad de las células de transmitir un potencial de acción.
- ▶ **Automatismo (Función cronotrópica)** El corazón genera los impulsos que producen su contracción. El automatismo es una propiedad intrínseca de las células contráctiles del corazón, que está modulada por factores extrínsecos como la inervación vegetativa, hormonas, iones, temperatura. La prueba más evidente del automatismo cardíaco es que el corazón aislado y perfundido con soluciones salinas adecuadas sigue contrayéndose rítmicamente.

Fisiología

- ▶ **Conducción de impulsos (Función dromotrópica).** Los impulsos generados por los cardiomiocitos del marcapasos del nodo sinusal son conducidos por medio del Sistema de conducción eléctrica del corazón. El dromotropismo indica la capacidad del miocardio para conducir estos impulsos.
- ▶ **Contractilidad (Función inotrópica).** La contractilidad del miocardio indica el grado de fuerza que este puede ejercer, para vencer la resistencia vascular.
- ▶ **Relajación (Función lusitrópica).** La relajación del miocardio es otra propiedad intrínseca. La misma se realiza de forma activa, consumiendo energía (20%) para bombear el calcio hacia el retículo sarcoplasmático.

El sistema de conducción

- ▶ Los impulsos eléctricos generados por el músculo cardíaco (el miocardio) estimulan el latido (contracción) del corazón.
- ▶ Esta señal eléctrica se origina en el nódulo sinoauricular (SA) ubicado en la parte superior de la aurícula derecha.
- ▶ El nódulo SA también se denomina el «marcapasos natural» del corazón. Cuando este marcapasos natural genera un impulso eléctrico, estimula la contracción de las aurículas.
- ▶ A continuación, la señal pasa por el nódulo auriculoventricular (AV). El nódulo AV detiene la señal un breve instante y la envía por las fibras musculares de los ventrículos, estimulando su contracción.
- ▶ Aunque el nódulo SA envía impulsos eléctricos a una velocidad determinada, la frecuencia cardíaca podría variar según las demandas físicas o el nivel de estrés o debido a factores hormonales.



Gracias



Bibliografías

- ▶ <https://www.cardiofamilia.org/apuntes-de-cardiologia/arritmias/bases-de-las-arritmias/propiedades-electrofisicas-de-las-celulas-cardiacas>.
- ▶ <https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/el-sistema-de-conduccion/#:~:text=In%20English-,Los%20impulsos%20el%C3%A9ctricos>
- ▶ <https://www.google.com/search?q=celulas+del+miocardio>
- ▶ <https://es.slideshare.net/drmelgar/clula-cardiaca>