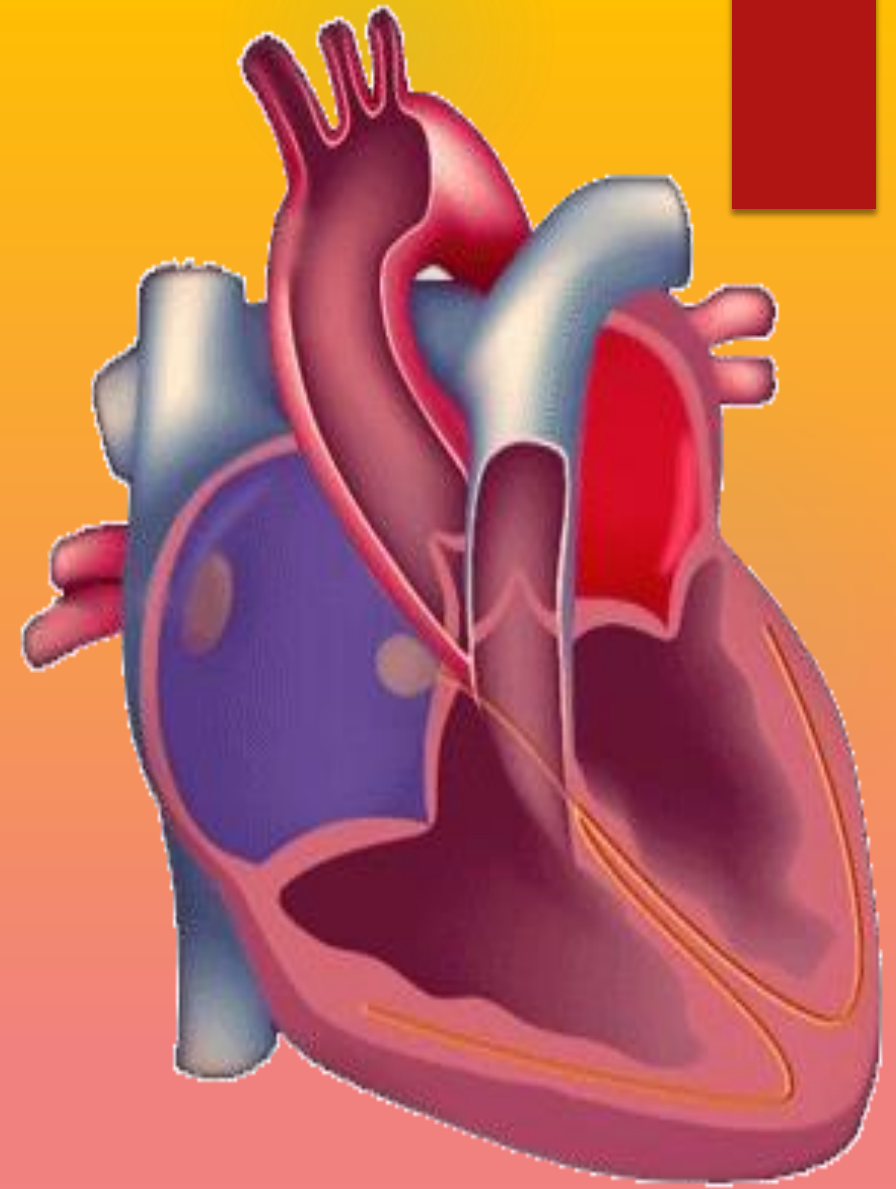



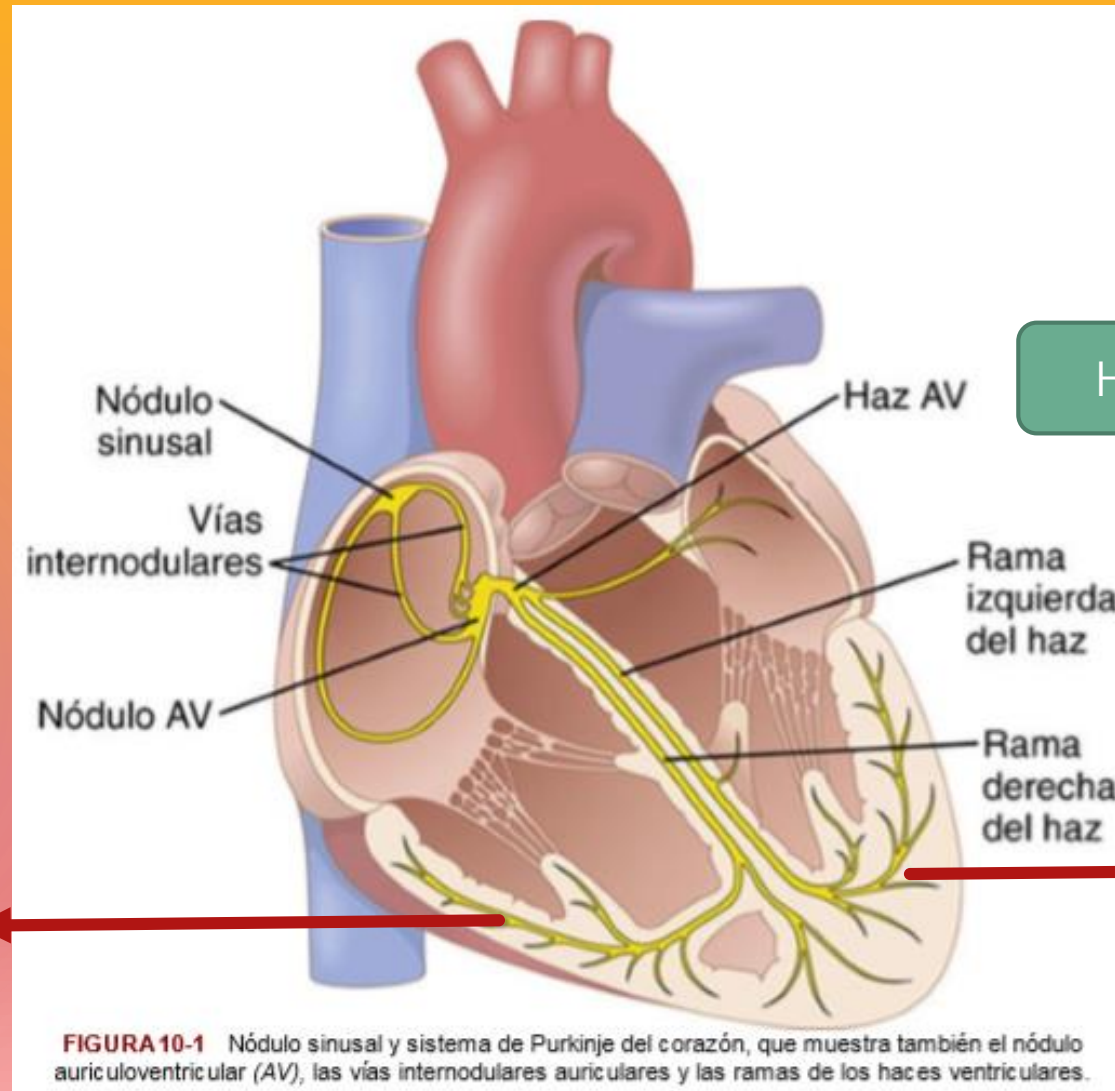
# EXCITACIÓN RITMICA DEL CORAZON



CAPITULO 10. FISIOLÓGÍA DE GUYTON. PAG. 318

- 
- ▶ **El corazón humano tiene un sistema especial para la autoexcitación rítmica y la contracción repetitiva aprox. 100.000 veces al día, o 3.000 millones de veces en una vida**
  - ▶ **Realizado por un sistema que:**
    - 1) genera impulsos eléctricos rítmicos para iniciar la contracción rítmica del musculo cardiaco**
    - 2) conduce estos impulsos rápidamente por todo el corazón**

# SISTEMA DE EXCITACIÓN ESPECIALIZADO Y DE CONDUCCIÓN DEL CORAZÓN



Haz de His

Fibras de Purkinje

Fibras de Purkinje

**FIGURA 10-1** Nódulo sinusal y sistema de Purkinje del corazón, que muestra también el nódulo auriculoventricular (AV), las vías internodulares auriculares y las ramas de los haces ventriculares.

# COMPONENTES DEL SISTEMA NODAL:

Nódulo Sinusal.

Nódulo Sino – Auricular.

Nódulo de Keith-Flack.

Tracto inter- nodular  
ANTERIOR.

Haz de **Bachman**.

Tracto inter- nodular  
MEDIANO.

Haz de **Wenckebach**.

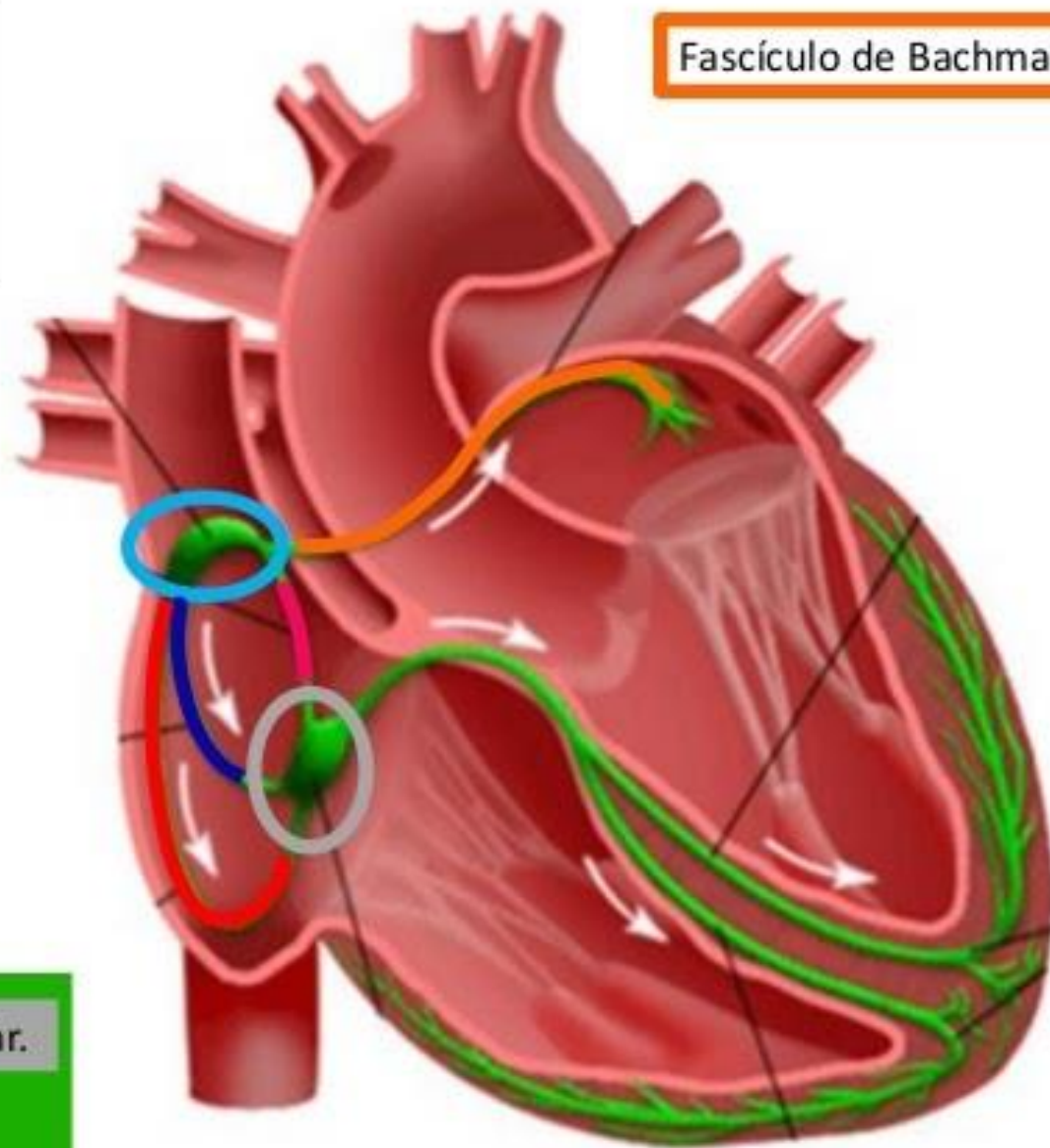
Tracto inter- nodular  
POSTERIOR.

Haz de **Thorel**.

Nódulo Aurículo – Ventricular.

Nódulo Aschoff-Tawara

Fascículo de Bachmann.



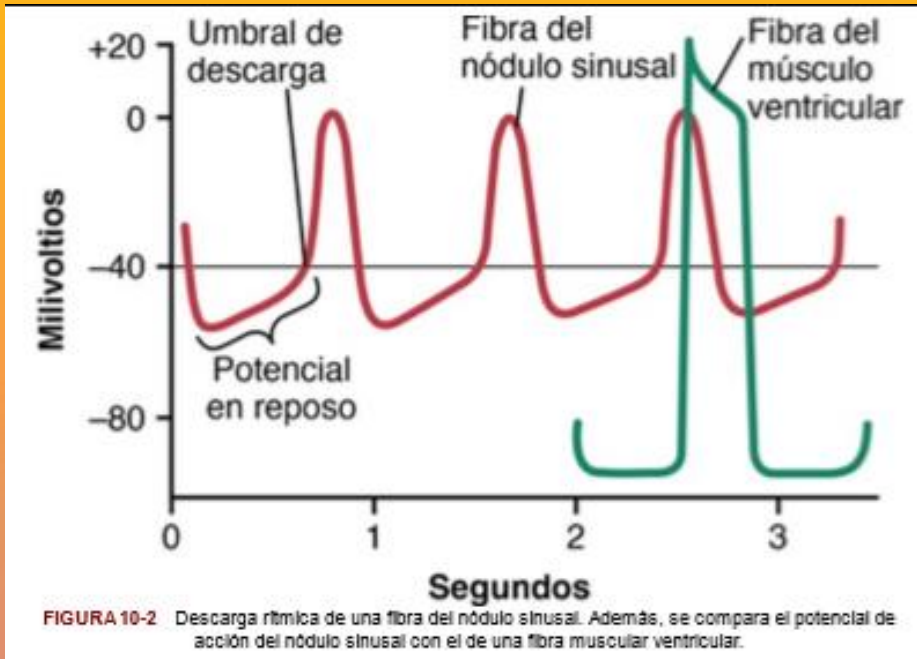
# NODO SINUSAL (SINOAURICULAR)

- ▶ Es una banda elipsoide, aplanada y pequeña de musculo cardiaco especializado de aprox. 3 mm de ancho, 15 mm de longitud y 1 mm de grosor.
- ▶ Localizado en la pared posterolateral superior de la auricula derecha, inmediatamente inferior y ligeramente lateral a la desembocadura de la VCS

# RITMICIDAD ELECTRICA AUTOMATICA DE LAS FIBRAS SINUSALES

- ▶ Algunas fibras cardiacas tienen la capacidad de autoexcitación, que es un proceso que puede producir descargas y contracciones rítmicas automáticas.
- ▶ El nodo sinusal habitualmente controla la frecuencia del latido de todo el corazón

# Mecanismo de la ritmicidad del nódulo sinusal



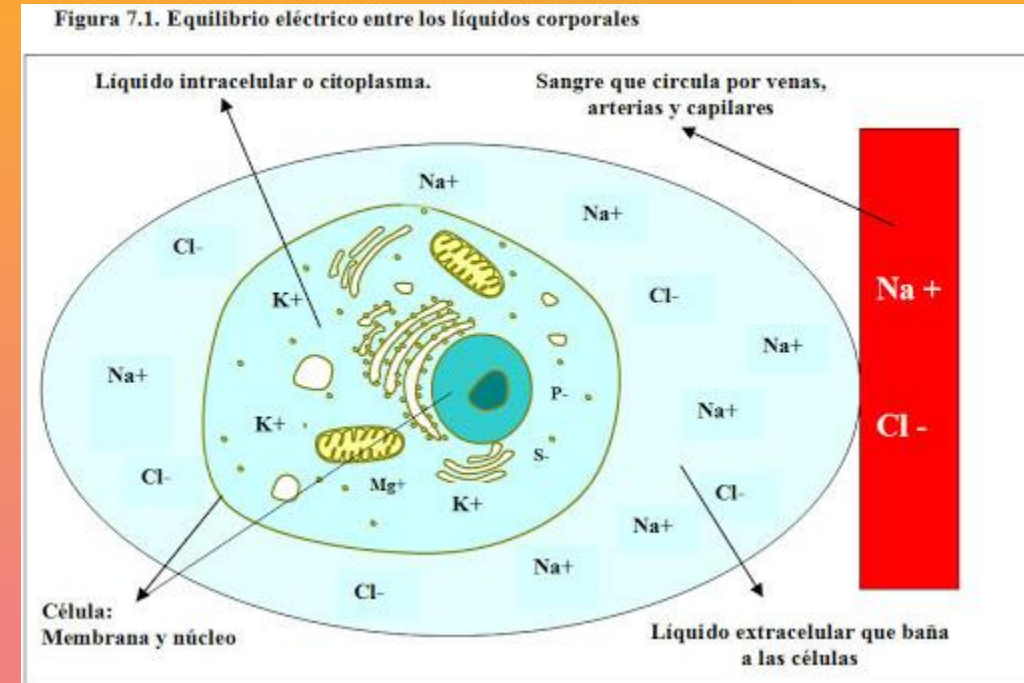
Fibra del nodo: -55 a -60  
Fibra ventricular: -85 a -90

Son permeables naturales a los iones sodio y calcio y las cargas positivas de los iones sodio y calcio que entran neutralizan parte de la negatividad intracelular

- ▶ A este nivel de -55 mV los canales rápidos de sodio ya se han inactivado, lo que significa que han sido bloqueados
- ▶ La causa de esto es que siempre que el potencial de membrana es menos negativo a -55 mV las compuertas de inactivación del interior de la membrana que cierran los canales rápidos de sodio se cierran y permanecen de esta manera.
- ▶ Por tanto solo se pueden abrir los canales lentos de sodio – calcio (activan) y por tanto pueden producir el potencial de acción
- ▶ El potencial de acción del nodo sinusal se produce mas lentamente

# AUTOEXCITACION DE LAS FIBRAS DEL NODO SINUSAL

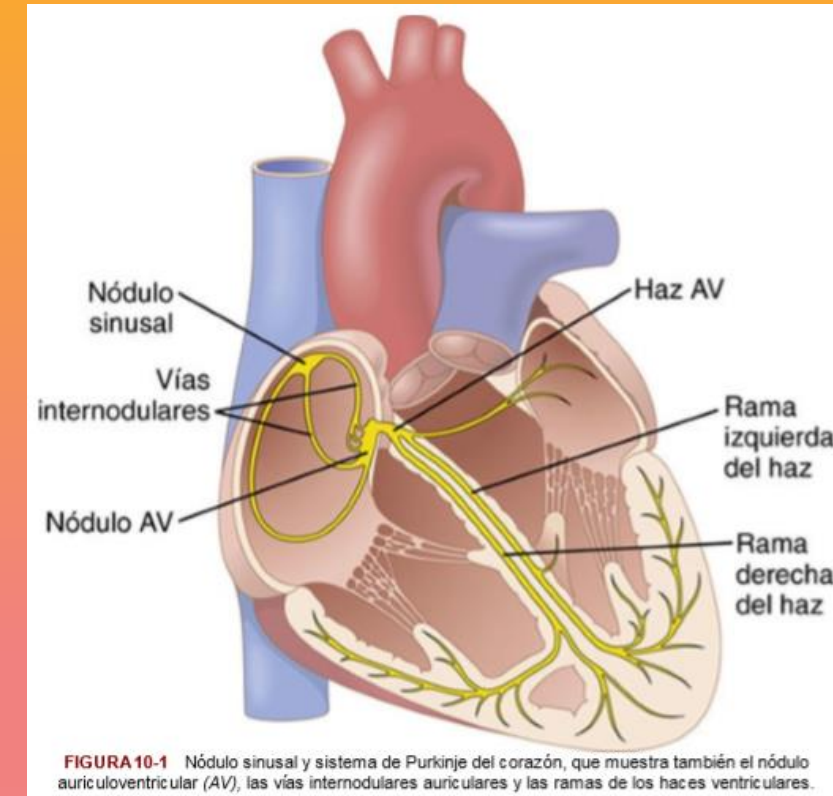
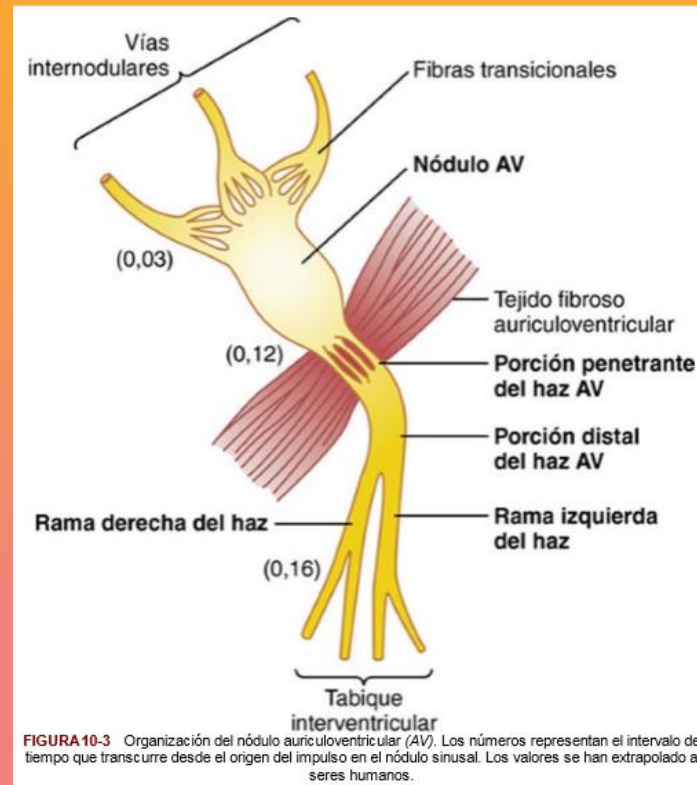
- ▶ Debido a la elevada concentración de sodio extracelular → número moderado de canales de sodio abiertos previamente → los iones sodio positivos se desplazan al interior
- ▶ Entre los latidos cardiacos la entrada de iones sodio produce una elevación lenta del potencial de membrana
- ▶ El potencial en reposo aumenta gradualmente
- ▶ Cuando el potencial alcanza un voltaje umbral de aprox. -40 mV los canales L se activan → potencial de acción





# Las vías internodulares e interauriculares transmiten impulsos cardiacos a través de las aurículas

- ▶ La velocidad de conducción en la mayor parte del musculo auricular es de aprox. 0,3 m/s, pero la conducción es mas rápida, de aprox. 1 m/s en varias pequeñas bandas de fibras auriculares
- ▶ Banda interauricular anterior
- ▶ Vias internodulares anterior, media y posterior



# El nódulo auriculoventricular retrasa la conducción del impulso desde las aurículas

El sistema de conducción auricular está organizado de modo que el impulso cardíaco no viaja desde las aurículas hacia los ventrículos demasiado rápido, este retraso da tiempo para que las aurículas vacíen su sangre hacia los ventrículos antes de que comience la contracción ventricular.

El retraso se produce en el nódulo AV y en sus fibras de conducción adyacentes

El nódulo AV está localizado en la pared posterolateral de la aurícula derecha, inmediatamente detrás de la válvula tricúspide

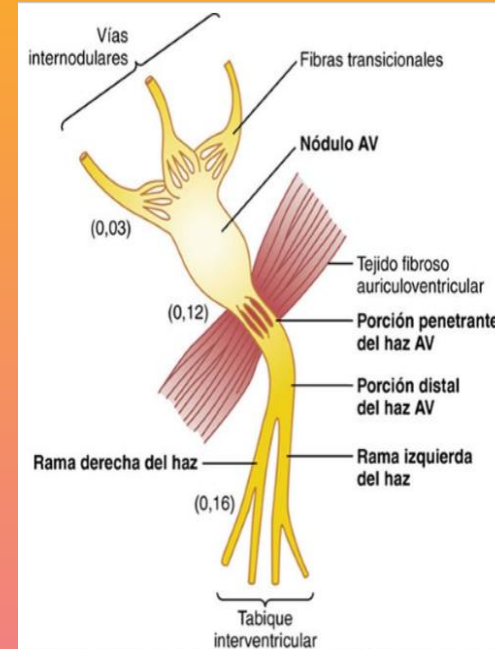


FIGURA 10-3 Organización del nódulo auriculoventricular (AV). Los números representan el intervalo de tiempo que transcurre desde el origen del impulso en el nódulo sinusal. Los valores se han extrapolado a seres humanos.

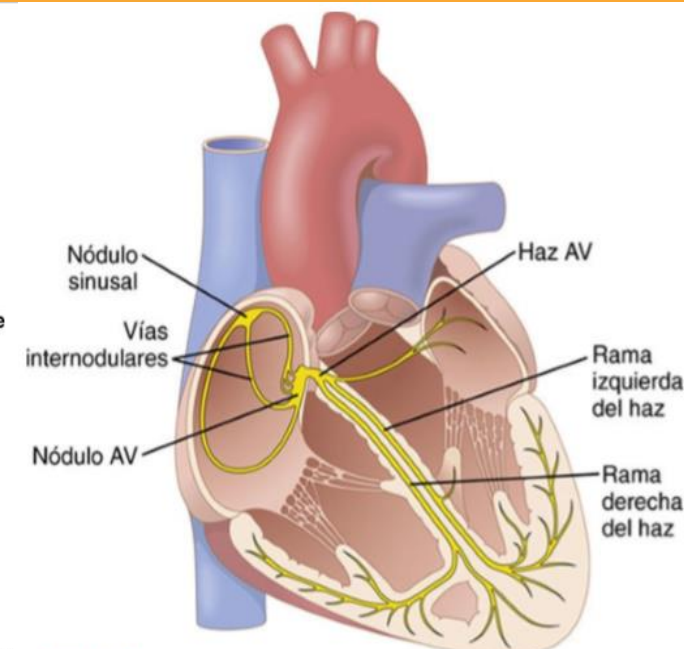
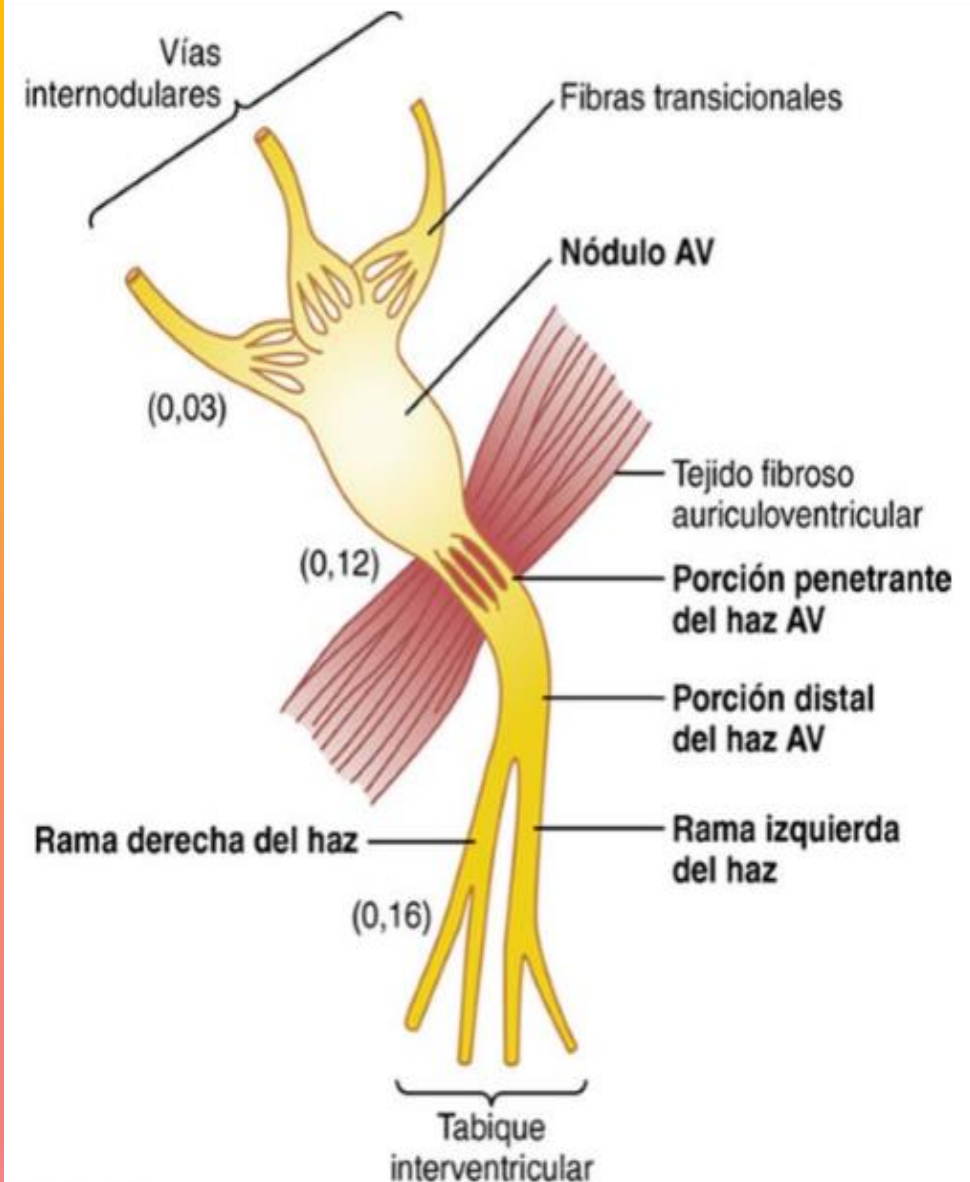


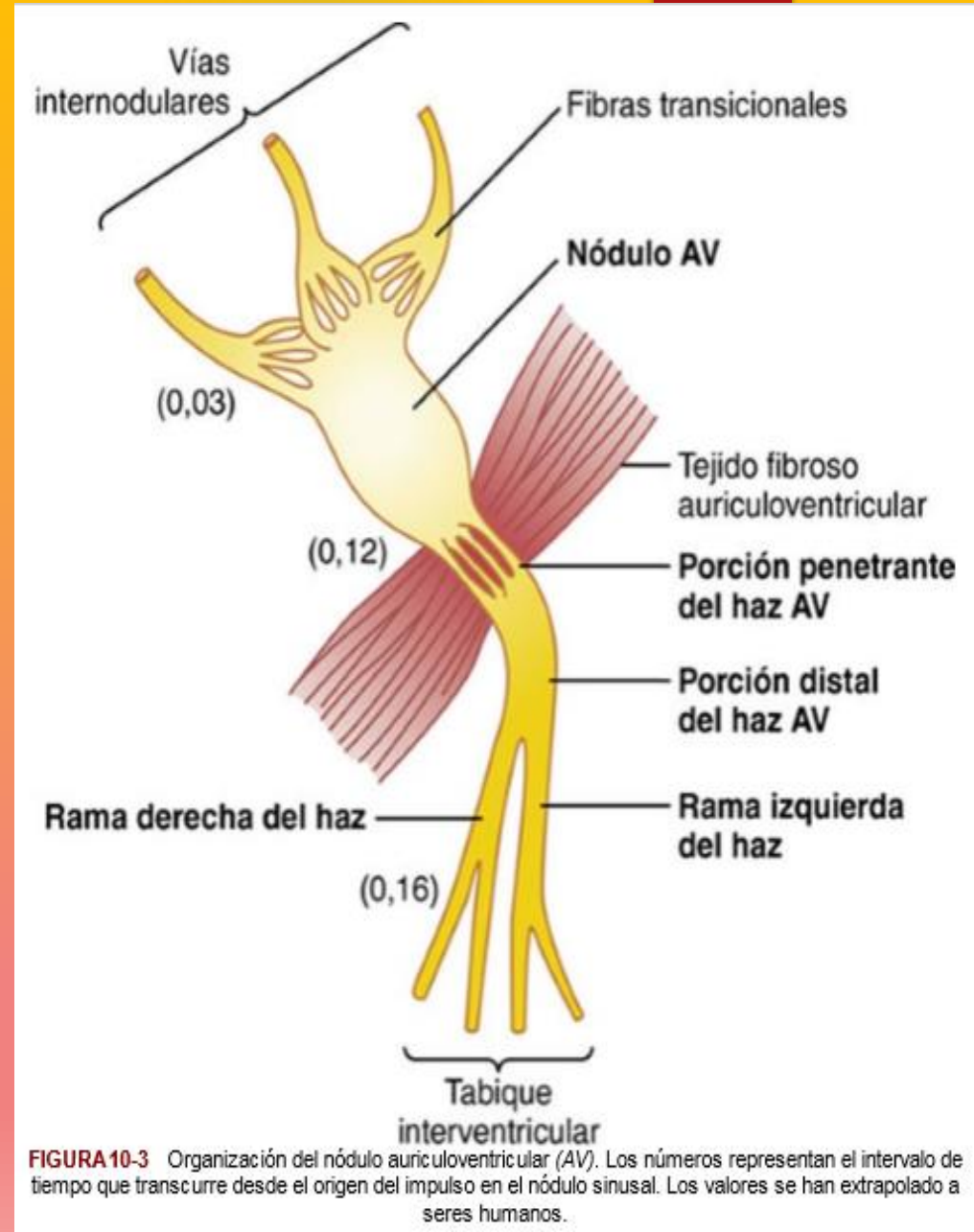
FIGURA 10-1 Nódulo sinusal y sistema de Purkinje del corazón, que muestra también el nódulo auriculoventricular (AV), las vías internodulares auriculares y las ramas de los haces ventriculares.

- ▶ El impulso después de viajar por las vías internodulares, llega al nódulo AV aprox. 0,03 S después de su origen en el nódulo sinusal
- ▶ Después hay un retraso de otros 0,09 S en el propio nódulo AV antes de que el impulso entre en la porción penetrante del haz AV, a través del cual pasa hacia los ventrículos
- ▶ Se produce un retraso final de otros 0,04 principalmente en este haz AV penetrante, que esta formado por múltiples fascículos pequeños que atraviesan el tejido fibroso que separa las aurículas de los ventrículos.



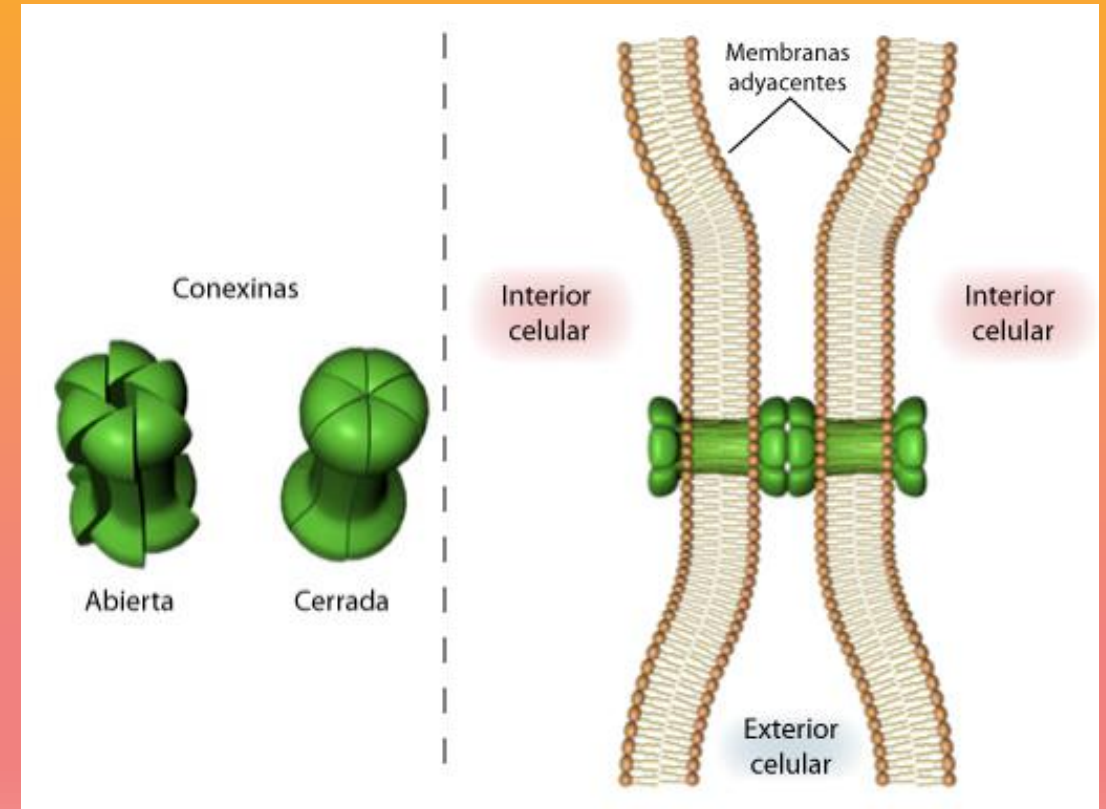
**FIGURA 10-3** Organización del nódulo auriculoventricular (AV). Los números representan el intervalo de tiempo que transcurre desde el origen del impulso en el nódulo sinusal. Los valores se han extrapolado a seres humanos.

- ▶ Así, el retraso total en el nódulo AV y en el sistema de AV es de aprox. 0,13 S
- ▶ Este retraso, añadido al retraso inicial de la conducción de 0,03 S desde el nódulo sinusal hasta el nódulo AV hace que haya un retraso total de 0,16 S antes de que la señal excitadora llegue finalmente al musculo ventricular que se esta contrayendo



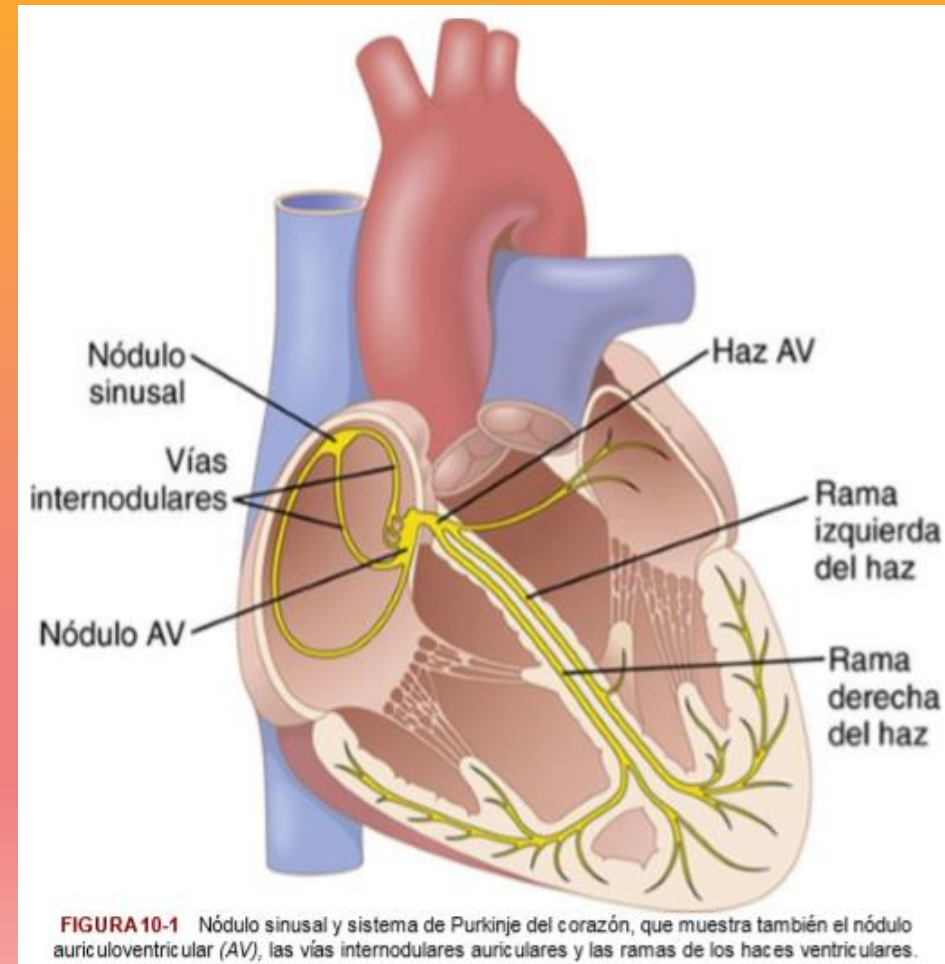
# Causa de la conducción lenta

- ▶ Esta producida principalmente por la disminución del número de uniones en hendidura entre células sucesivas de las vías de conducción, de modo que hay una gran resistencia a la conducción de los iones excitadores desde una fibra de conducción hasta la siguiente.

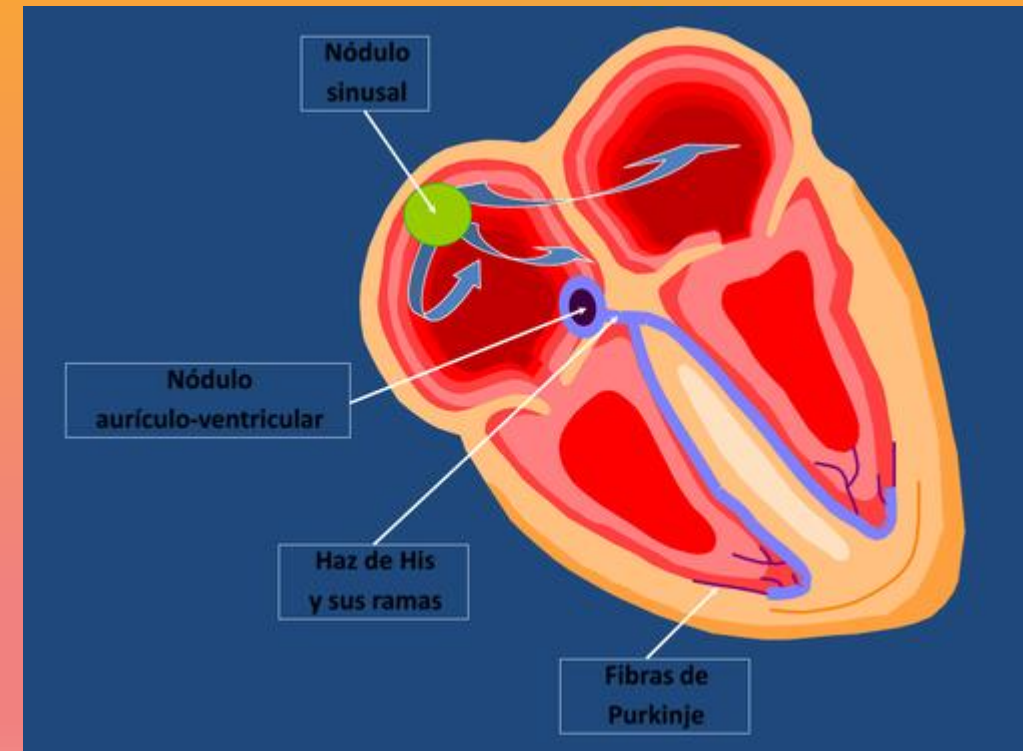


# Transmisión rápida en el sistema de Purkinje ventricular

- ▶ Las fibras de Purkinje especiales se dirigen desde el nódulo AV a través del Haz AV hacia los ventrículos
- ▶ Son fibras muy grandes, incluso mayores que las fibras musculares ventriculares normales y transmiten potenciales de acción a una velocidad de 1,5 a 4 m/s, una velocidad aprox. 6 veces mayor que la del musculo ventricular normal
- ▶ Esta velocidad permite una trasmisión casi instantánea del impulso cardiaco por todo el resto del musculo ventricular

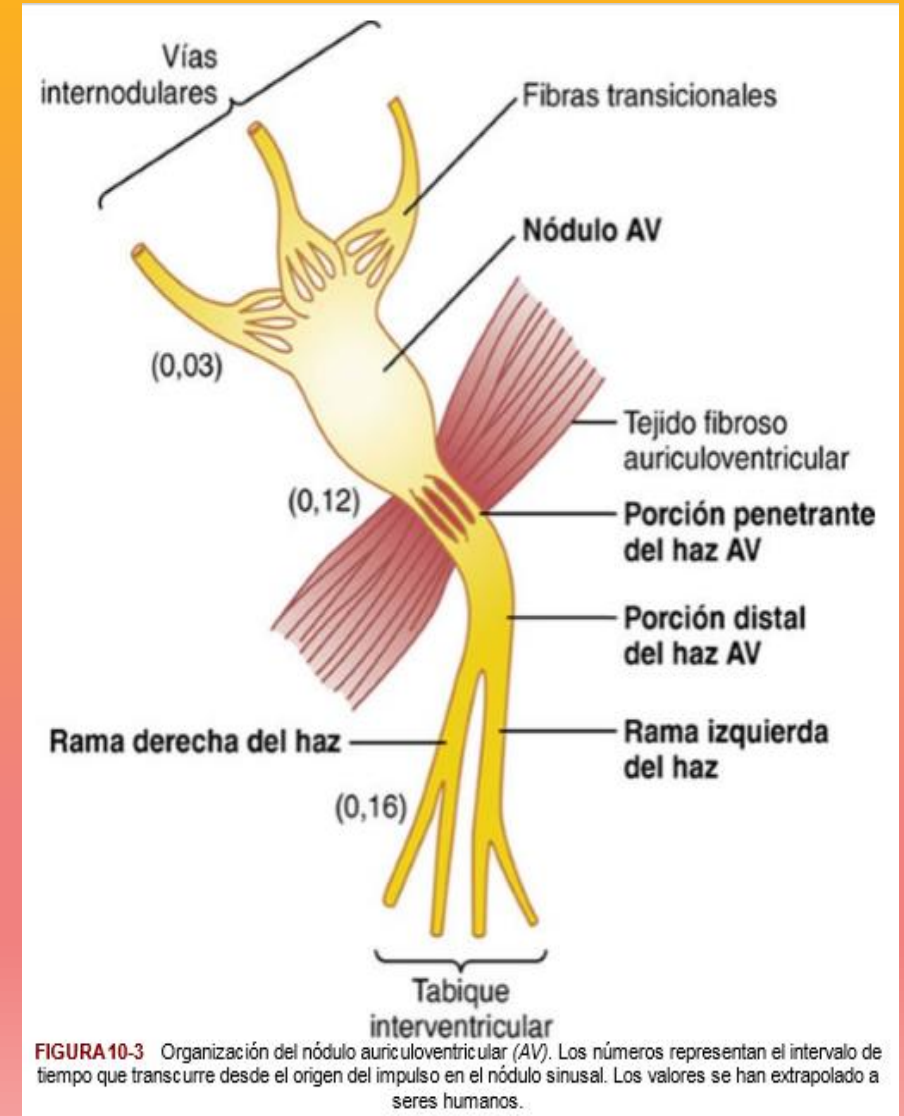


- ▶ Se piensa que la rápida transmisión de los potenciales de acción por las fibras de Purkinje esta producida por un gran numero del nivel de permeabilidad de las uniones en hendidura de los discos intercalados entre las células sucesivas que componen las fibras de Purkinje
- ▶ Por tanto los iones pasan fácilmente de una célula a la siguiente, aumentando de esta manera la velocidad de la transmisión



# Conducción unidireccional a través del haz AV

- ▶ Una característica especial del haz AV es la imposibilidad, excepto en estados anormales, de que los potenciales de acción viajen retrógradamente desde los ventrículos hacia las aurículas
- ▶ El musculo auricular esta separado del musculo ventricular por una barrera fibrosa continua → actúa como un aislante para impedir el paso de los impulsos cardiacos entre el musculo auricular y ventricular





# Distribución de las fibras de Purkinje en los ventrículos: las ramas izquierda y derecha del haz

- ▶ El haz se divide en las ramas izquierda y derecha, que están debajo del endocardio en los dos lados respectivos del tabique interventricular
- ▶ Cada una de las ramas se dirige hacia abajo, hacia la punta del ventrículo, dividiéndose progresivamente en ramas más pequeñas
- ▶ Siguen un trayecto en dirección lateral al rededor de cada una de las cavidades ventriculares y hacia atrás hacia la base del corazón
- ▶ Los extremos penetran en aprox.  $1/3$  del grosor de la masa muscular y finalmente se continua con las fibras musculares cardiacas

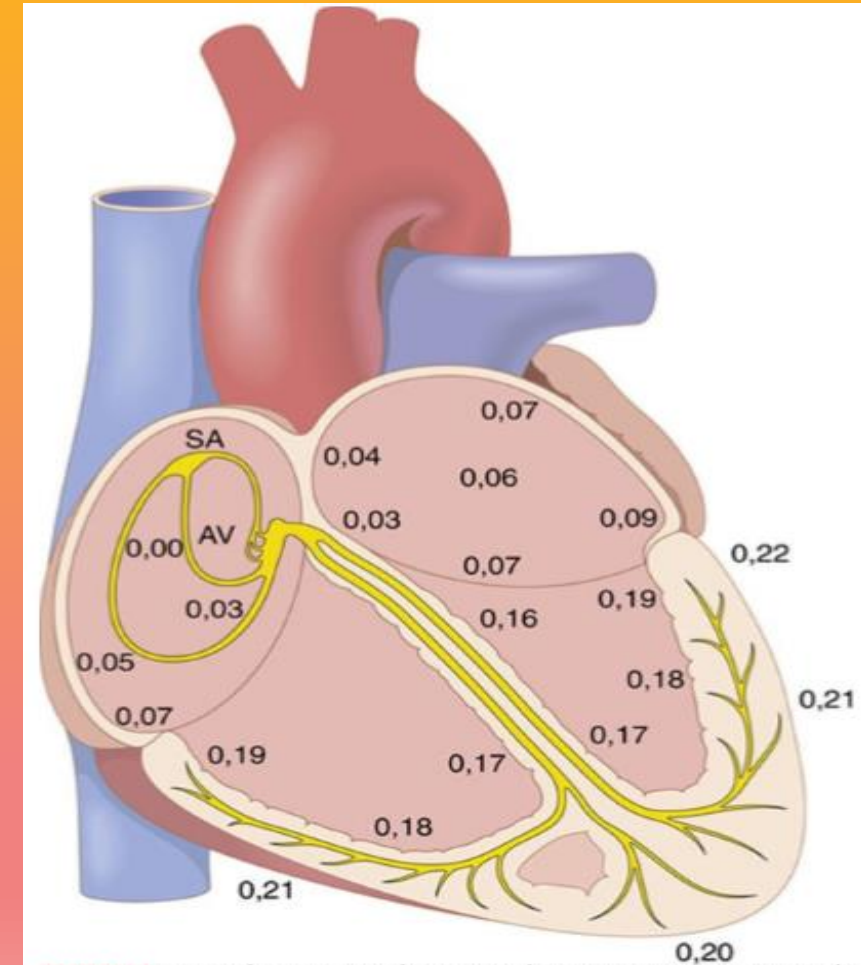
- ▶ Desde el momento en el que el impulso cardiaco entre las ramas del haz en el tabique interventricular hasta que sale de las terminaciones de las fibras de Purkinje el tiempo total transcurrido es en promedio de solo 0.03 s
- ▶ Por tanto, una vez que el impulso cardiaco ha entrado en el sistema de conducción ventricular de Purkinje, se propaga casi inmediatamente a toda la masa del musculo ventricular

# Transmisión del impulso cardiaco en el musculo ventricular

- ▶ Una vez que el impulso llega a los extremos de las fibras de Purkinje se transmite a través de la masa del musculo ventricular por las propias fibras musculares ventriculares
- ▶ La velocidad de transmisión es ahora solo de 0.3 a 0,5 m/s
- ▶ La transmisión desde la superficie endocardica a la superficie epicardica del ventrículo precisa hasta 0,03 S, aprox. Igual al tiempo necesario para la transmisión de toda la porción ventricular del sistema de Purkinje
- ▶ Así el tiempo total para la transmisión del impulso cardiaco desde las ramas iniciales del haz hasta las ultimas fibras del musculo ventricular en el corazón normal es de aprox. 0,06 S

# Resumen de la propagación del impulso cardiaco a través del corazón

- ▶ Desde el origen del impulso cardiaco en el nódulo sinusal hasta la aparición en cada uno de los puntos respectivos del corazón
- ▶ El impulso se propaga a una velocidad moderada a través de las aurículas, aunque se retrasa mas de 0,1 s en la región del nódulo AV antes de aparecer en el haz AV del tabique interventricular
- ▶ Después se propaga rápidamente a través de las fibras de Purkinje
- ▶ Después se propaga lentamente a través del musculo ventricular hacia las superficies epicardicas



**FIGURA 10-4** Transmisión del impulso cardiaco en el corazón, que muestra el momento de aparición (en fracciones de segundo después de la aparición inicial en el nódulo sinoauricular) en diferentes partes del corazón. AV, auriculoventricular; SA, sinoauricular.