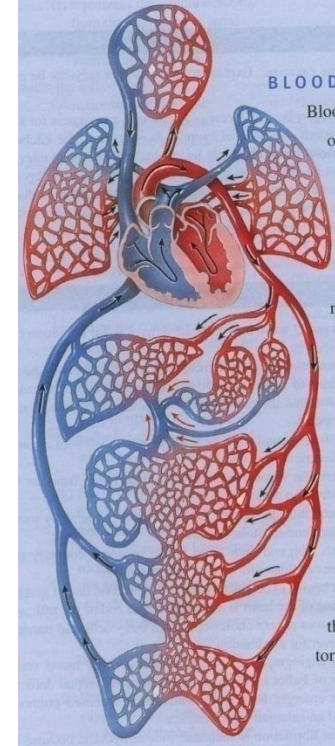
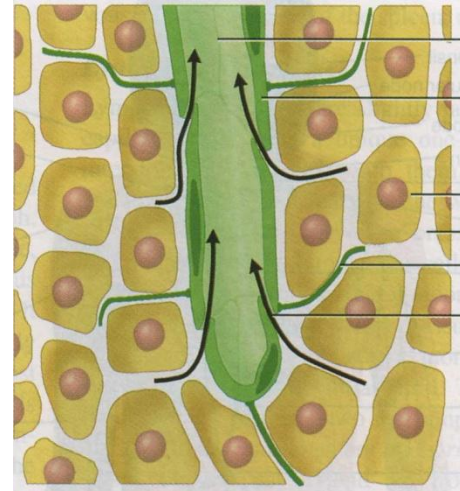
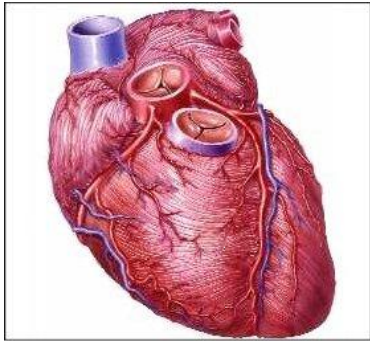




Sistim Kardiovaskular Jantung, Pembuluh Darah, Darah & Limfatik

Prof. Dr. Apt. Ros Sumarny., M.S

Topik Pembahasan “Jantung”

- Lokasi
- Lapisan otot jantung
- Struktur jantung
- Katup jantung dan sirkulasi darah, sirkulasi koroner
- Otot jantung dan konduksi jantung (serabut otoritmik)
- Potensial aksi dan kontraksi
- EKG dan kontraksi atrium-ventrikel
- Siklus jantung
- Bunyi jantung
- Cardiac output
- Pengontrolan denyut jantung

Fungsi Jantung

- Generating blood pressure
- Routing blood
- Regulating blood supply

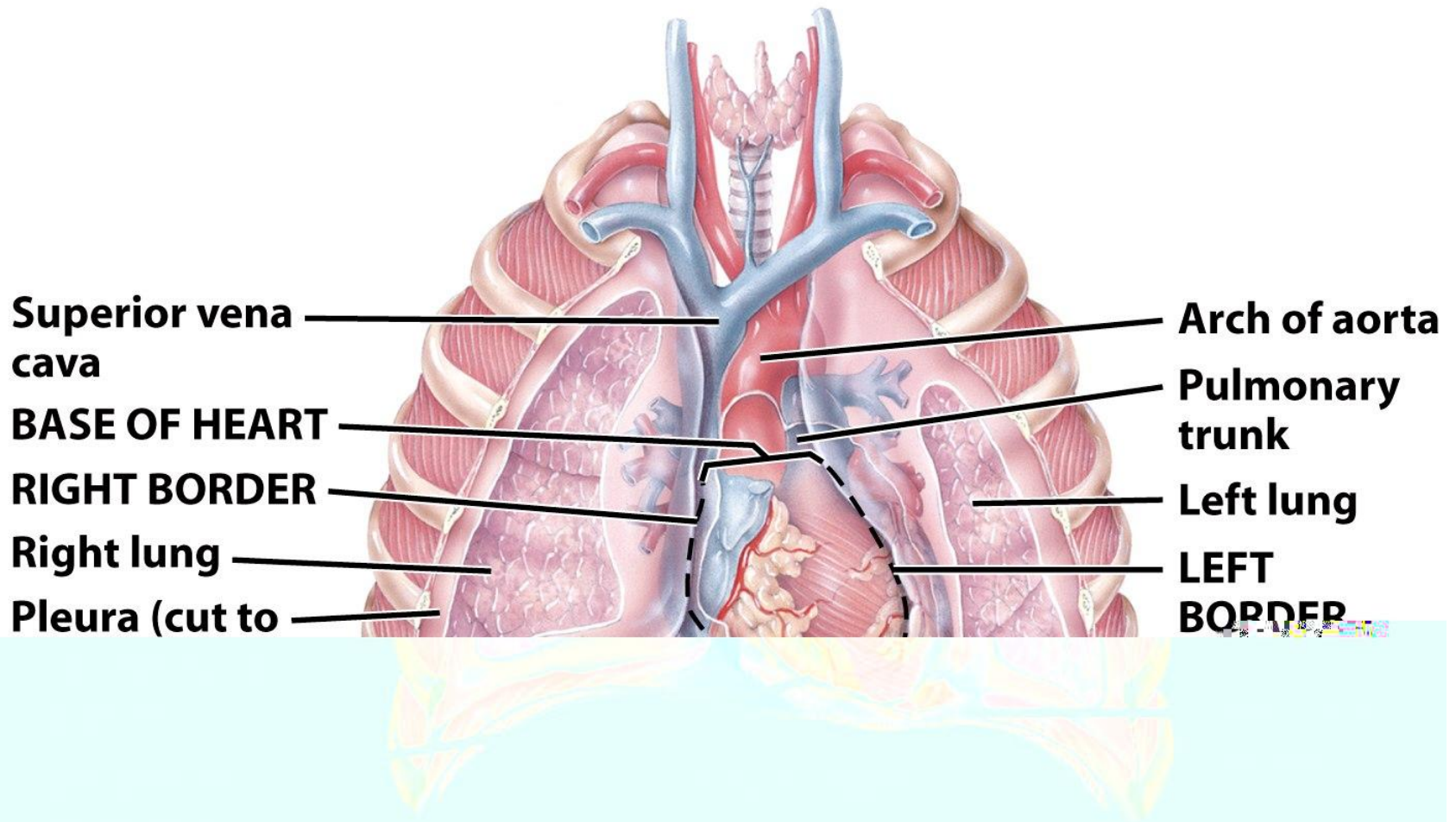
Changes in contraction rate and force match blood delivery to changing metabolic needs

JANTUNG

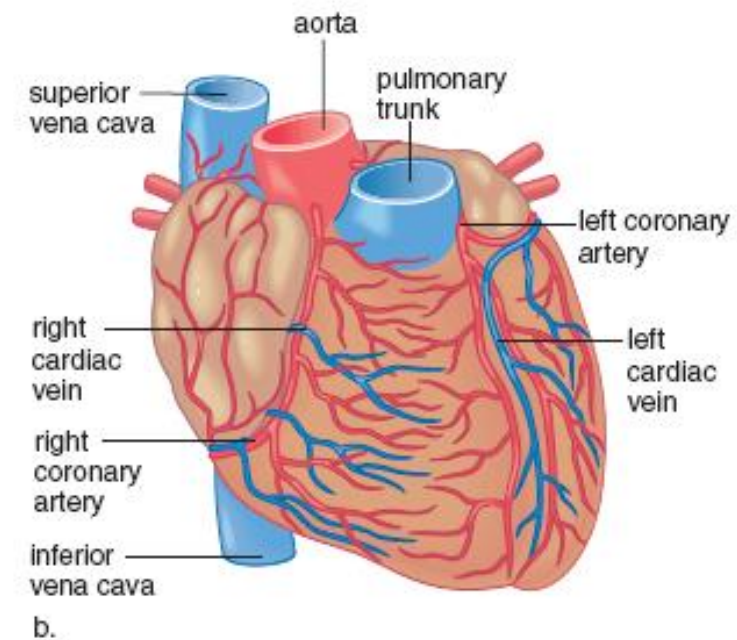
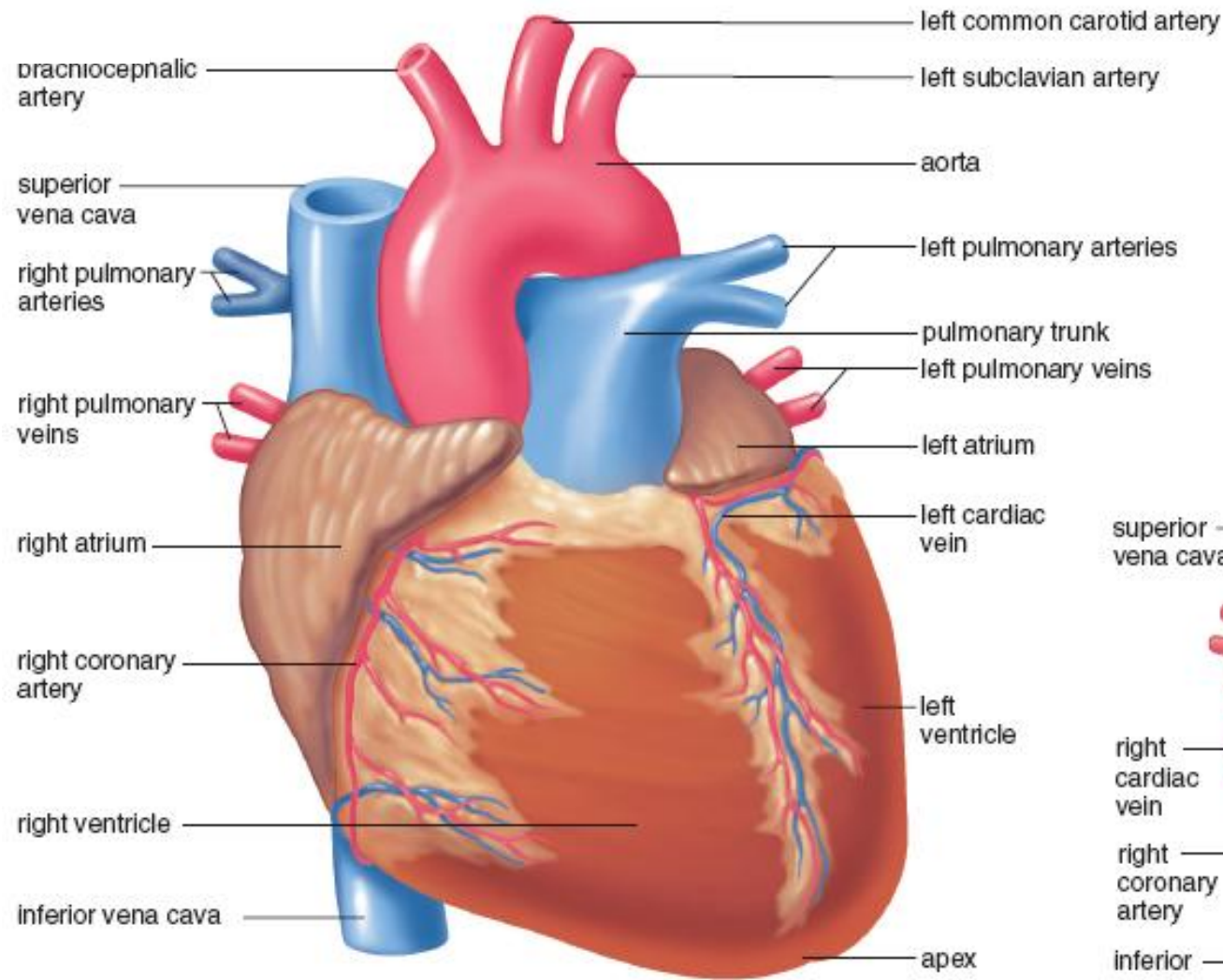
- Organ terdiri atas otot.
- Berbentuk seperti jantung pisang dengan bagian atas berbentuk tumpul (basis kordis) dan bagian bawahnya meruncing (apeks kordis).
- Terletak di dalam rongga dada, di antara kedua paru-paru dan di belakang sternum.
- Topografi:
 - Kartilago kosta III kanan, 2 cm dari sternum
 - Kartilago kosta II kiri, 1 cm dari sternum
 - Ruang interkostal V kiri, 4 cm dari garis medial → apeks

} basis kordis

Lokasi jantung



ANATOMI JANTUNG



a.

b.

LAPISAN OTOT JANTUNG

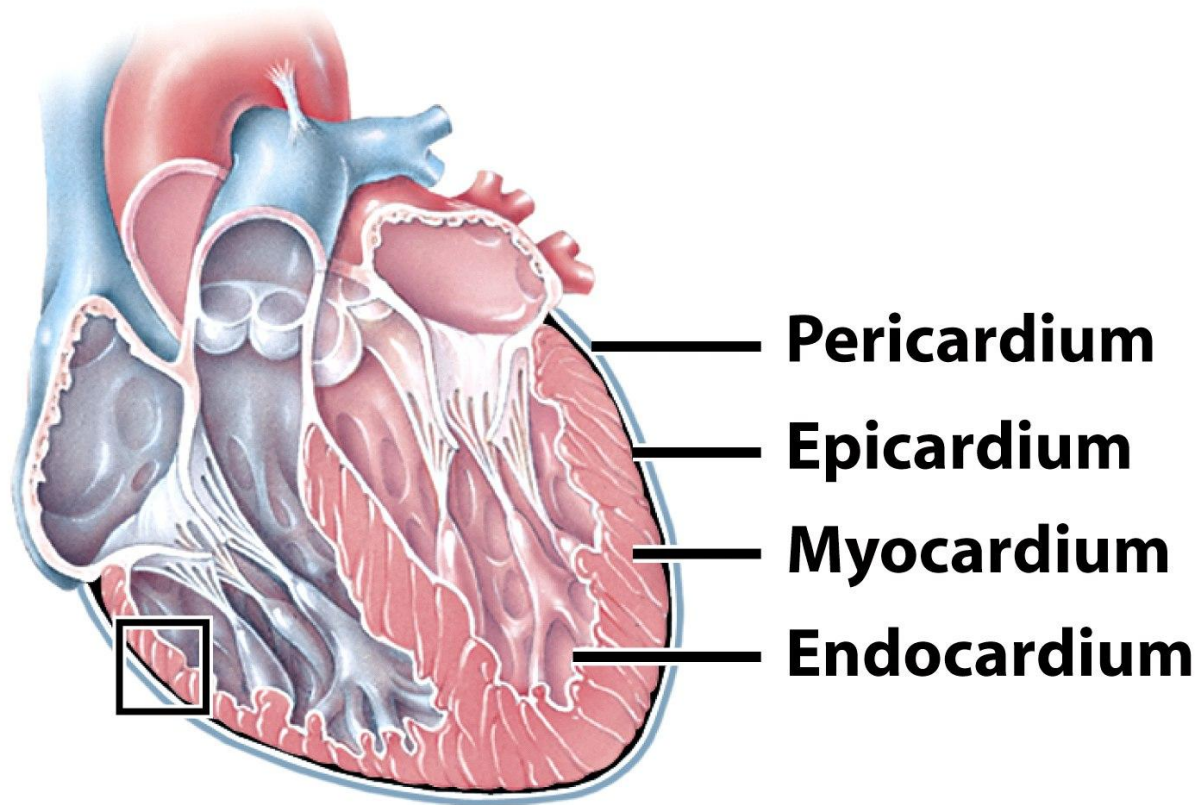
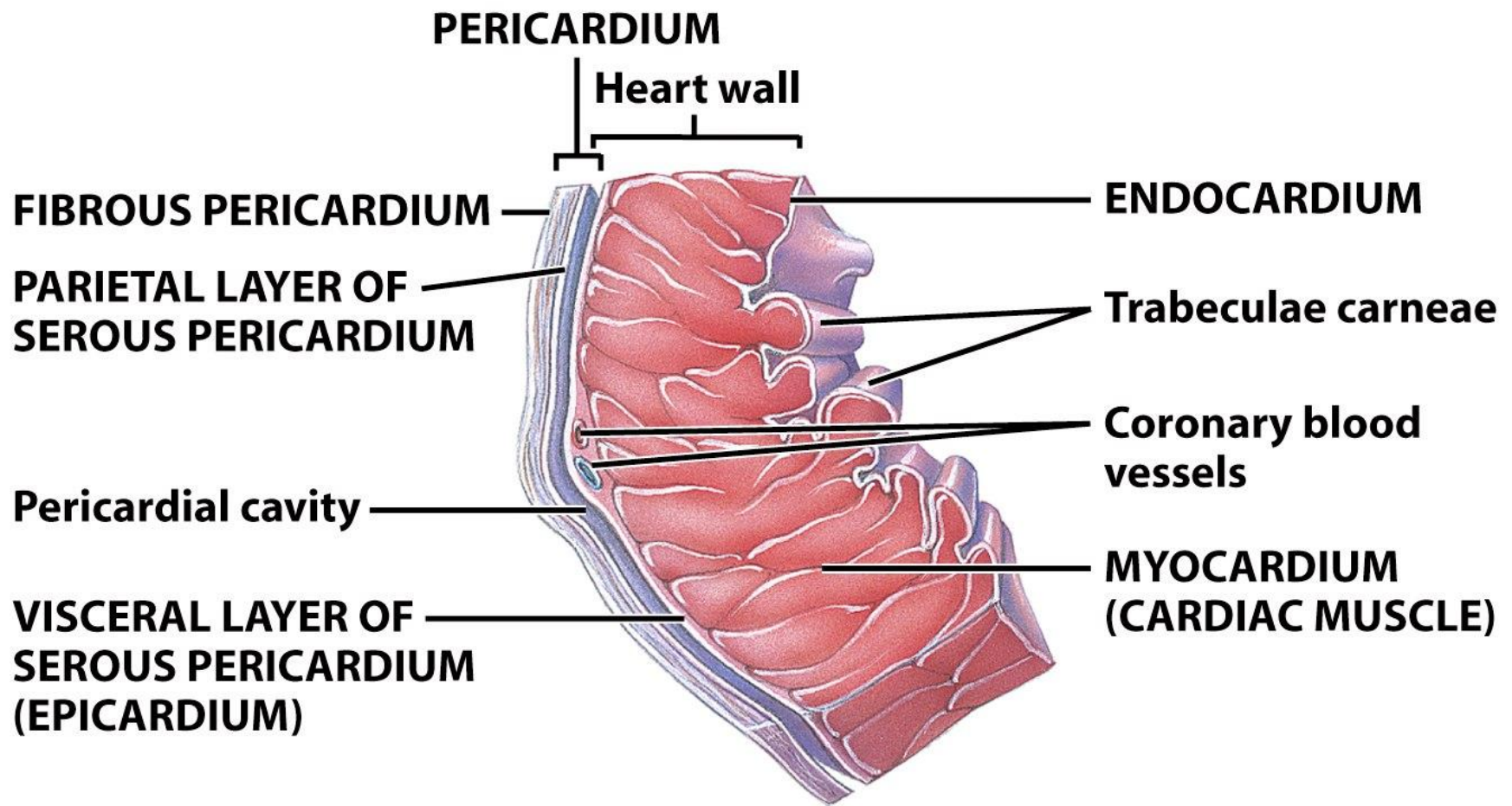


Figure 20-2a part 1 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

Figure 20-2 Pericardium and heart wall



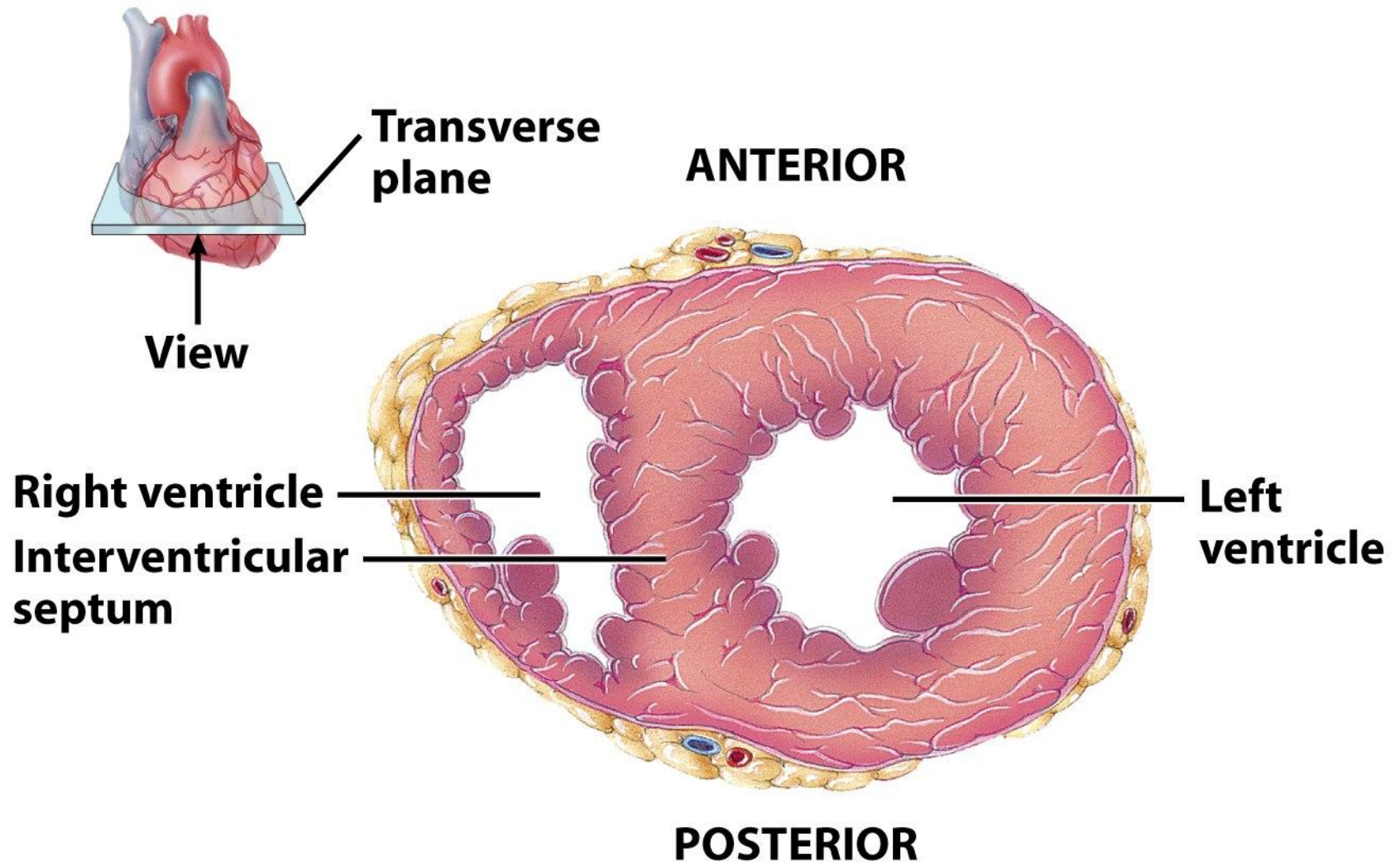
Portion of pericardium and right ventricular heart wall showing the divisions of the pericardium and layers of the heart wall

Figure 20-2a part 2 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

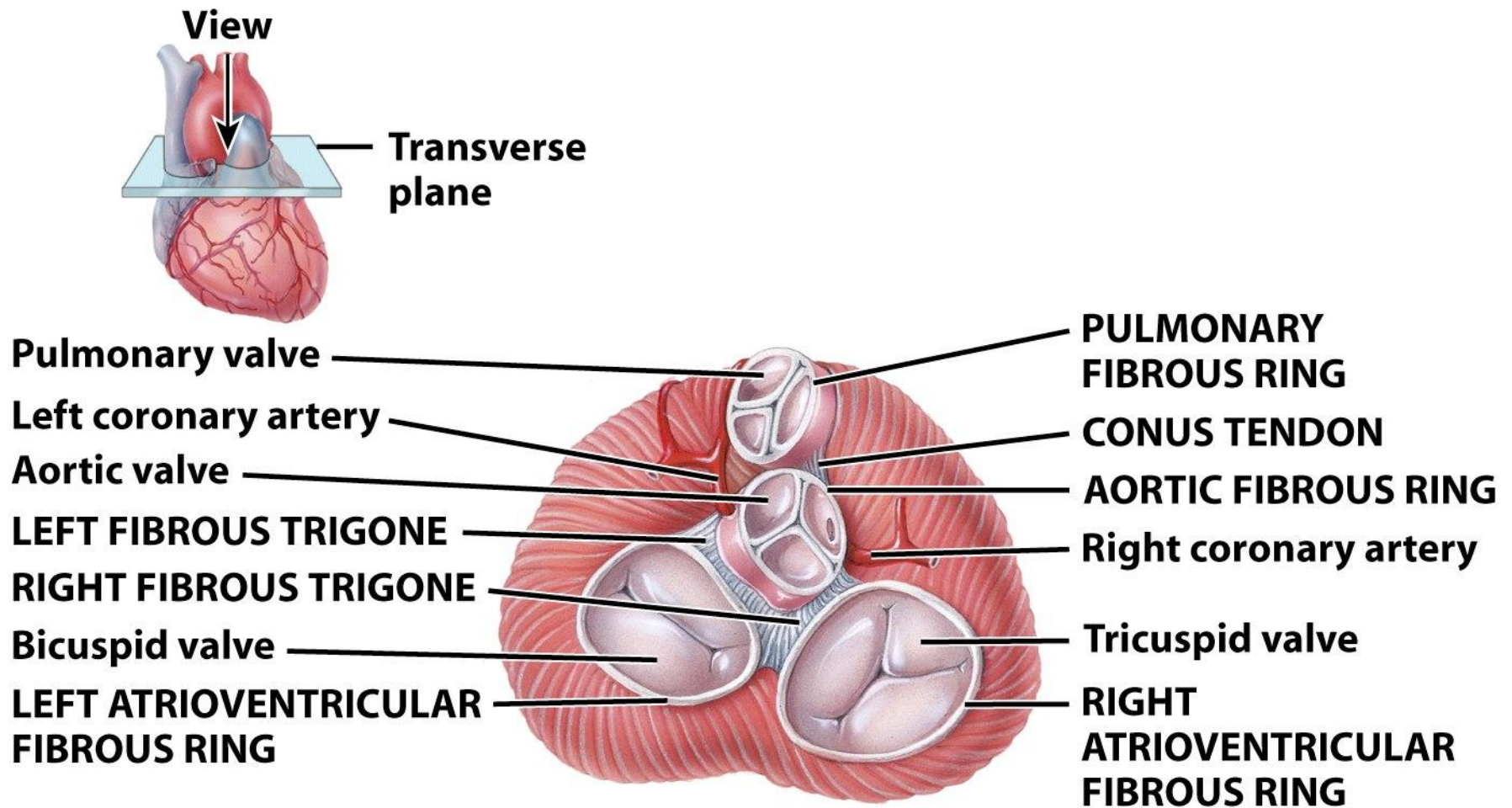
Di dalam *pericardial cavity* terdapat ***pericardial fluid*** berfungsi mengurangi gesekan lapisan ***serous pericardium*** pada saat kerja pompa jantung

Katup jantung /Valvula

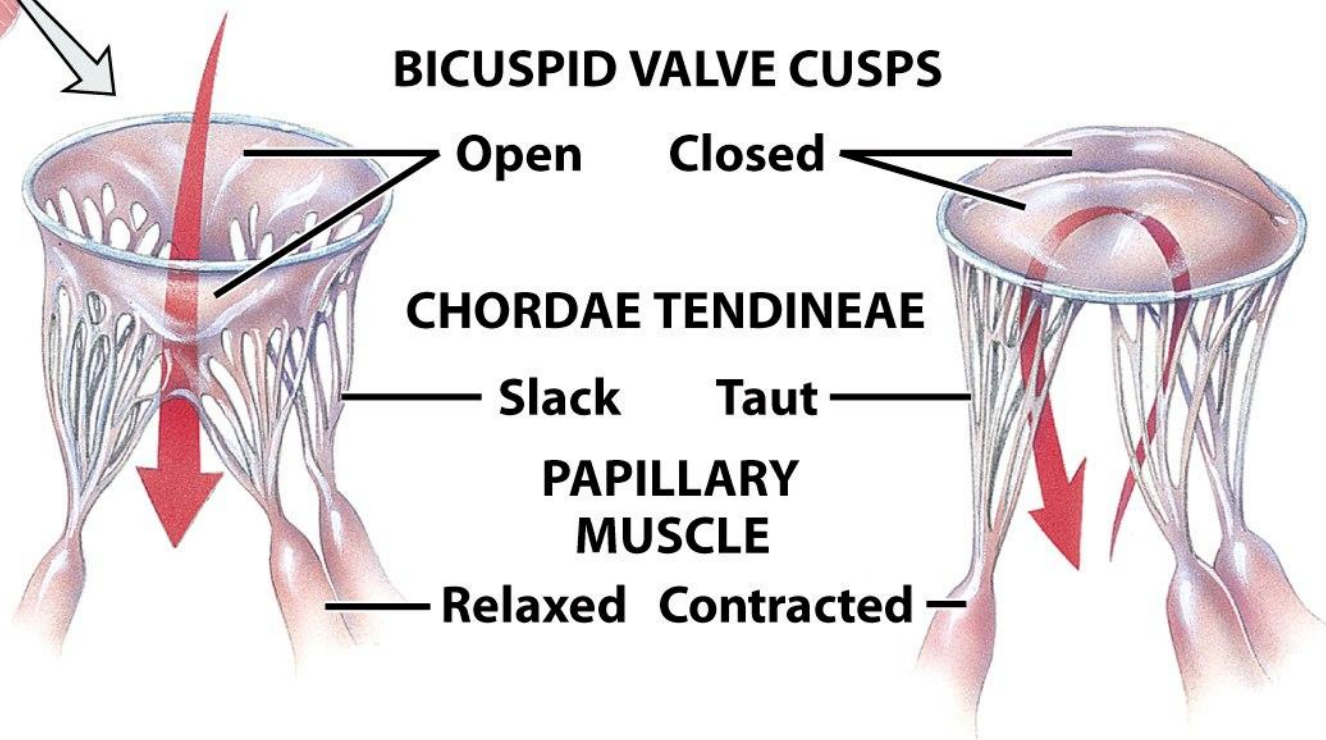
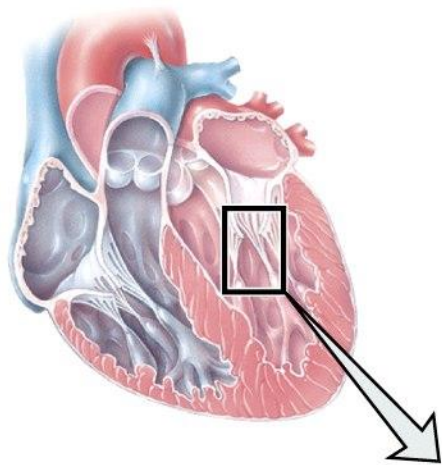
1. Katup atrioventrikel
 - a. Katup bikuspidalis/mitral; atrium ~ ventrikel kiri
 - b. Katup trikuspidalis; atrium~ventrikel kanan
- 2, Katup semilunaris
 - a. Katup aorta: ventikel kiri ~ aorta
 - b. Katup pulmonal: ventrikel kanan ~ arteri pulmonal



Inferior view of transverse section showing differences in thickness of ventricular walls



Superior view (the atria have been removed)



(a) Bicuspid valve open

(b) Bicuspid valve closed

ANTERIOR

**Pulmonary
valve (closed)**

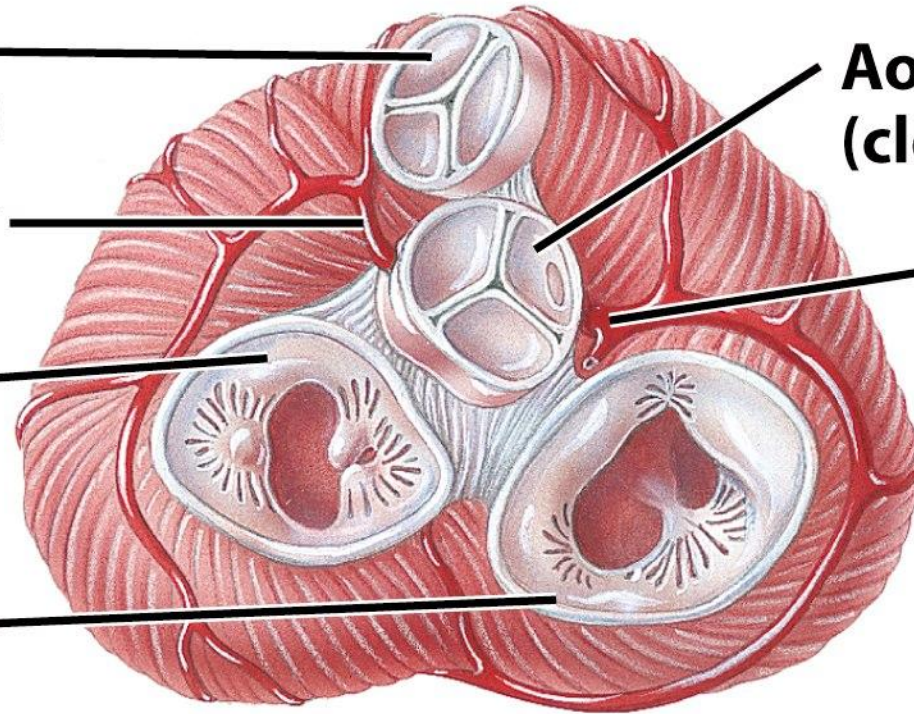
**Left coronary
artery**

**Bicuspid
valve
(open)**

**Tricuspid
valve
(open)**

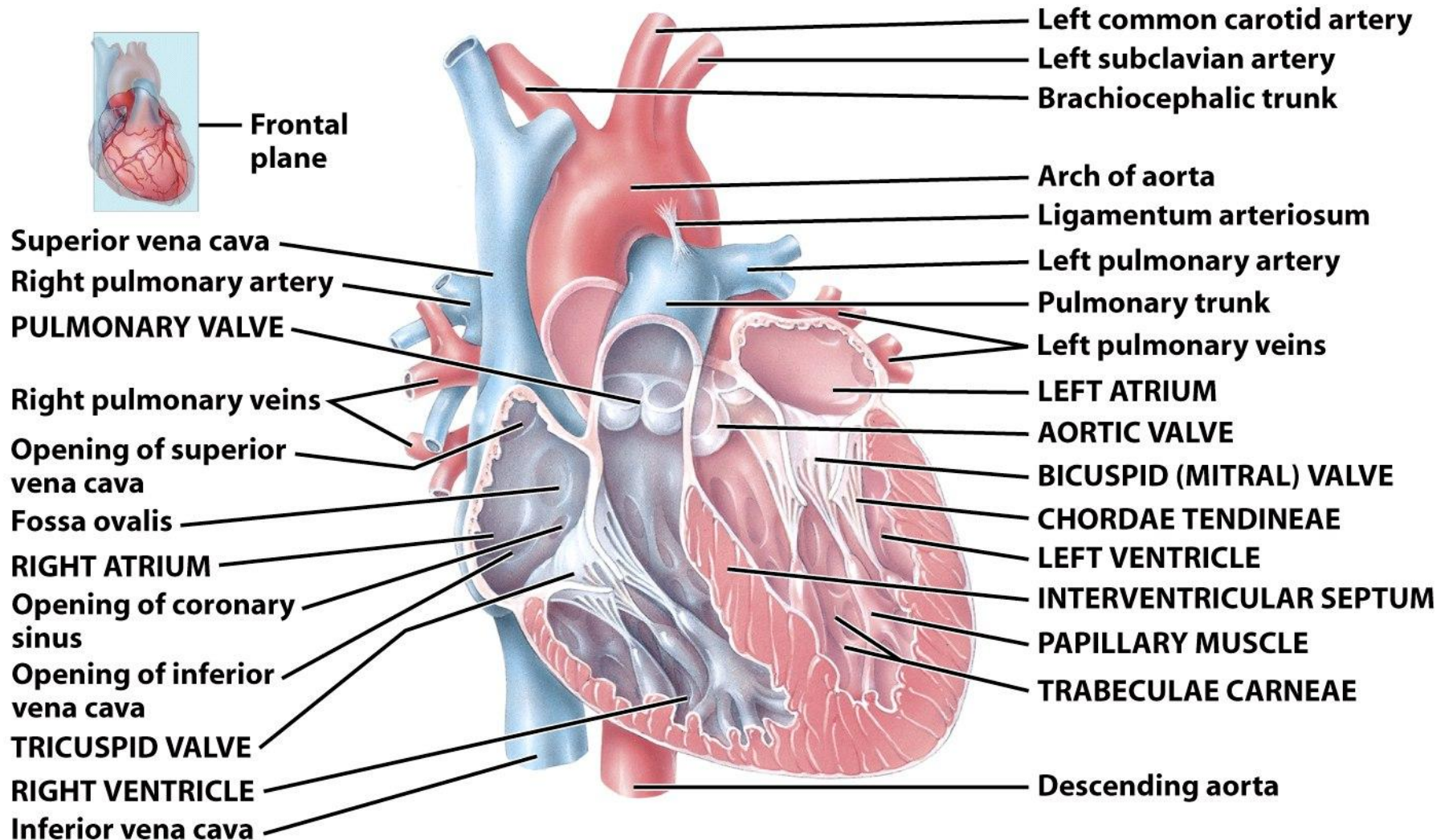
**Aortic valve
(closed)**

**Right
coronary
artery**



POSTERIOR

Superior view with atria removed: pulmonary and aortic valves closed, bicuspid and tricuspid valves open.



Anterior view of frontal section showing internal anatomy

Sirkulasi Sistemik
Sirkulasi Pulmonal
Sirkulasi Koroner

Figure 20-7 Systemic and pulmonary circulation

The left side of the heart pumps oxygenated blood into the systemic circulation to all tissues of the body except the air sacs (alveoli) of the lungs.

The right side of the heart pumps deoxygenated blood into pulmonary circulation to the air sacs (alveoli) of the lungs.

- ☐ Which number constitute the pulmonary circulation ?
- ☐ Which constitute the systemic circulation ?

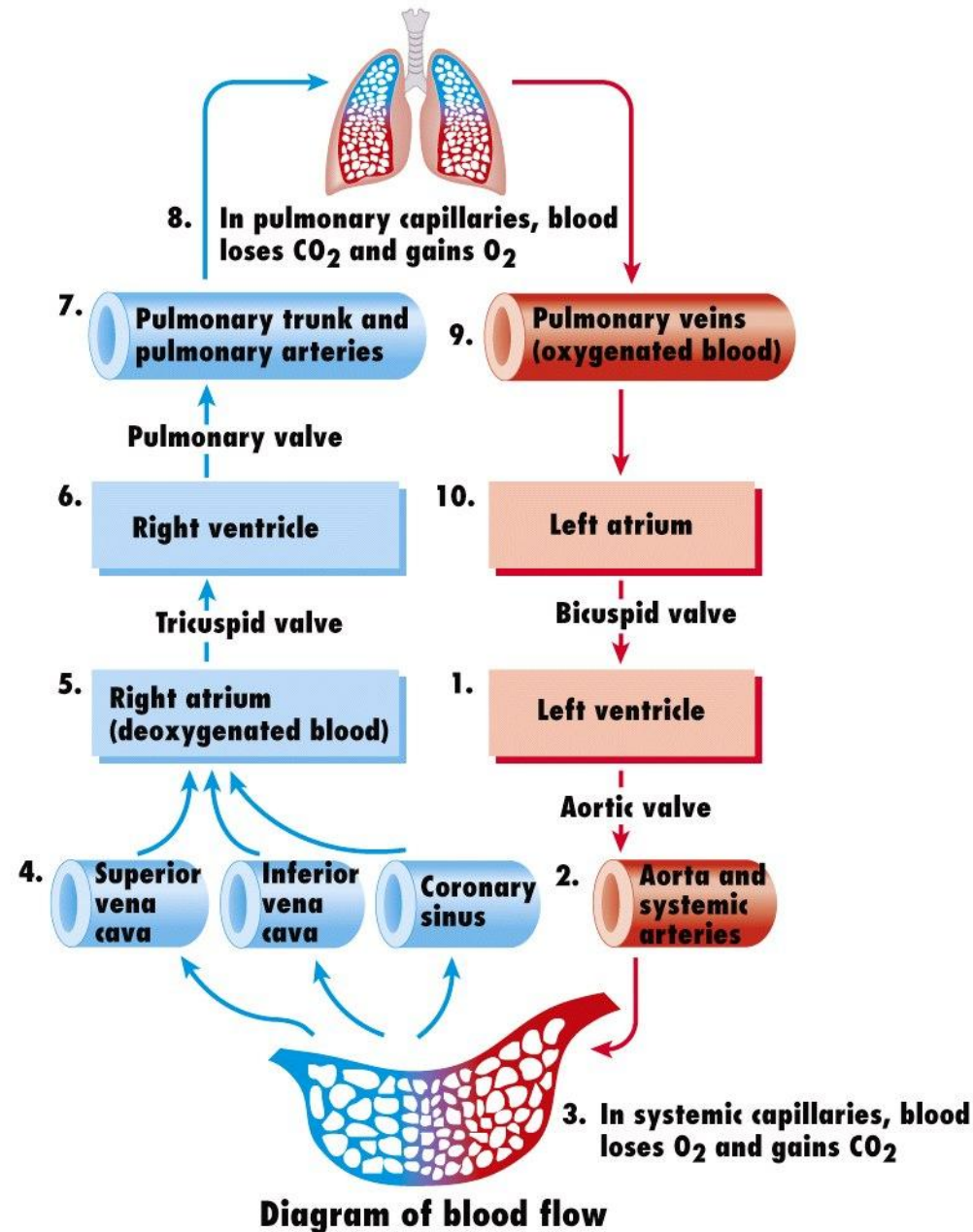


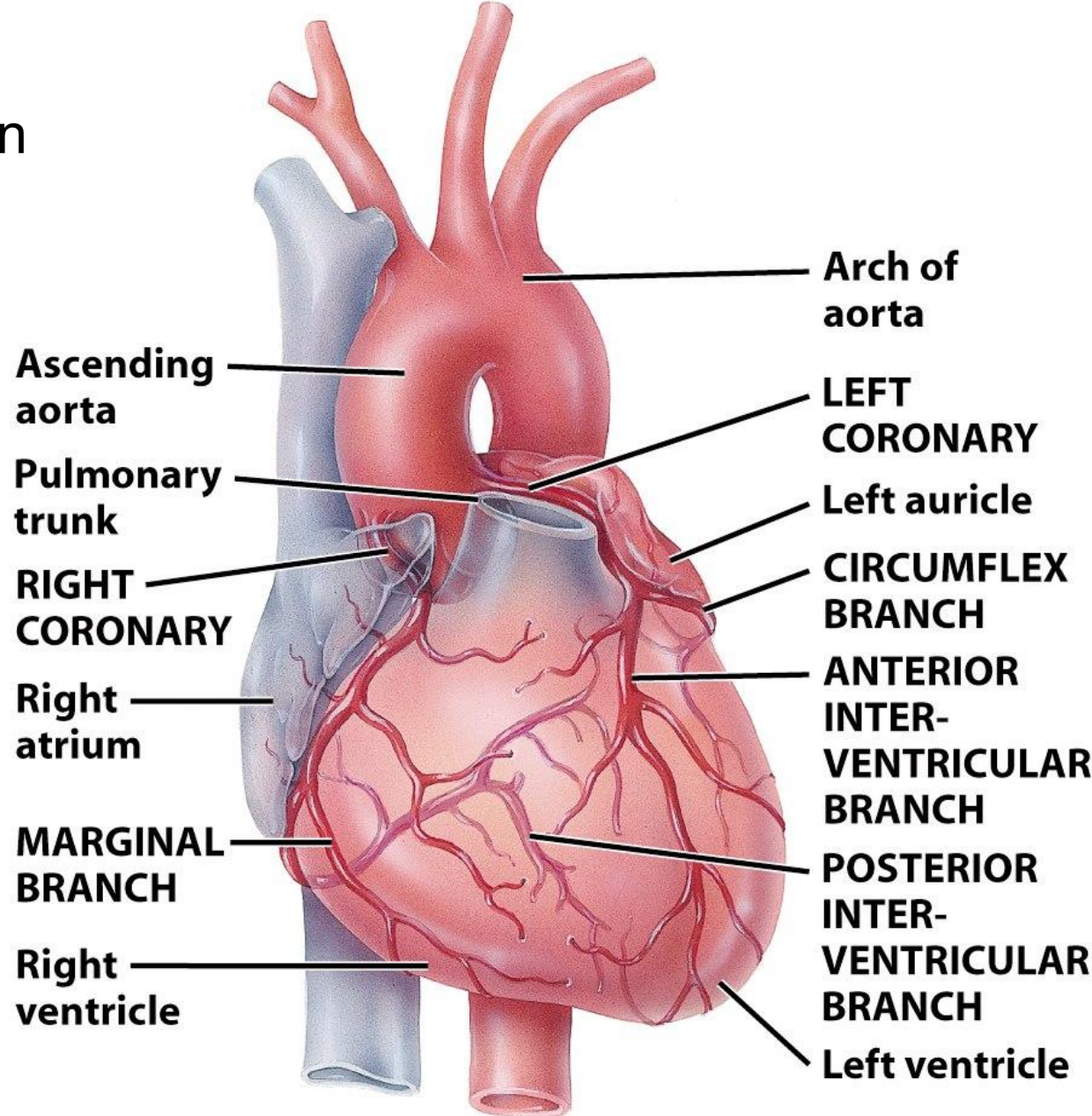
Figure 20-7 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

Figure 20-8

The coronary circulation

The right and left coronary arteries deliver blood to the heart; the coronary veins drain blood from the heart into coronary sinus

☐ Which coronary blood vessel delivers oxygenated blood to the walls of the left atrium and left ventricle??



Anterior view of coronary arteries

OTOT JANTUNG DAN SISTIM KONDUKSI

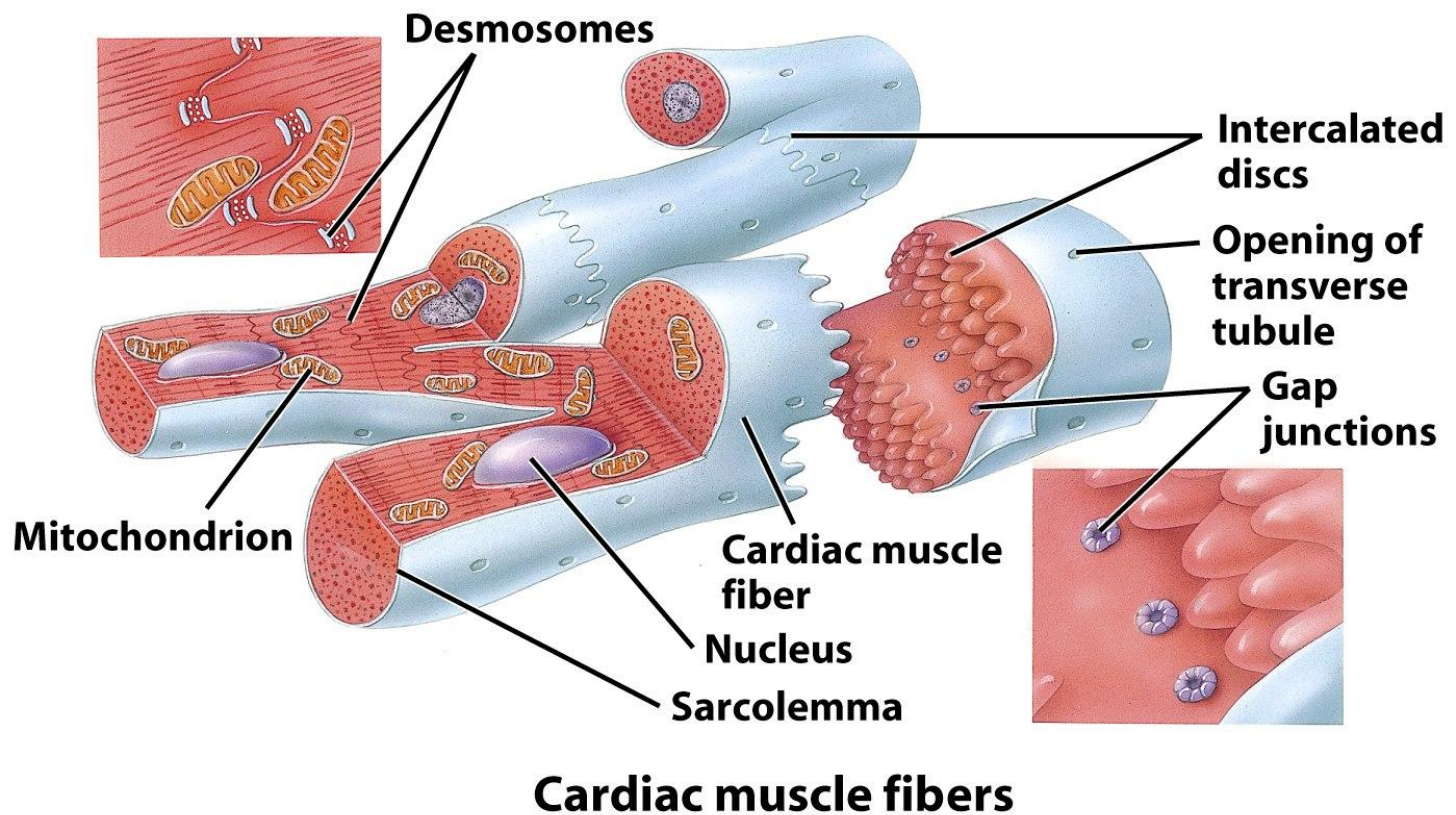
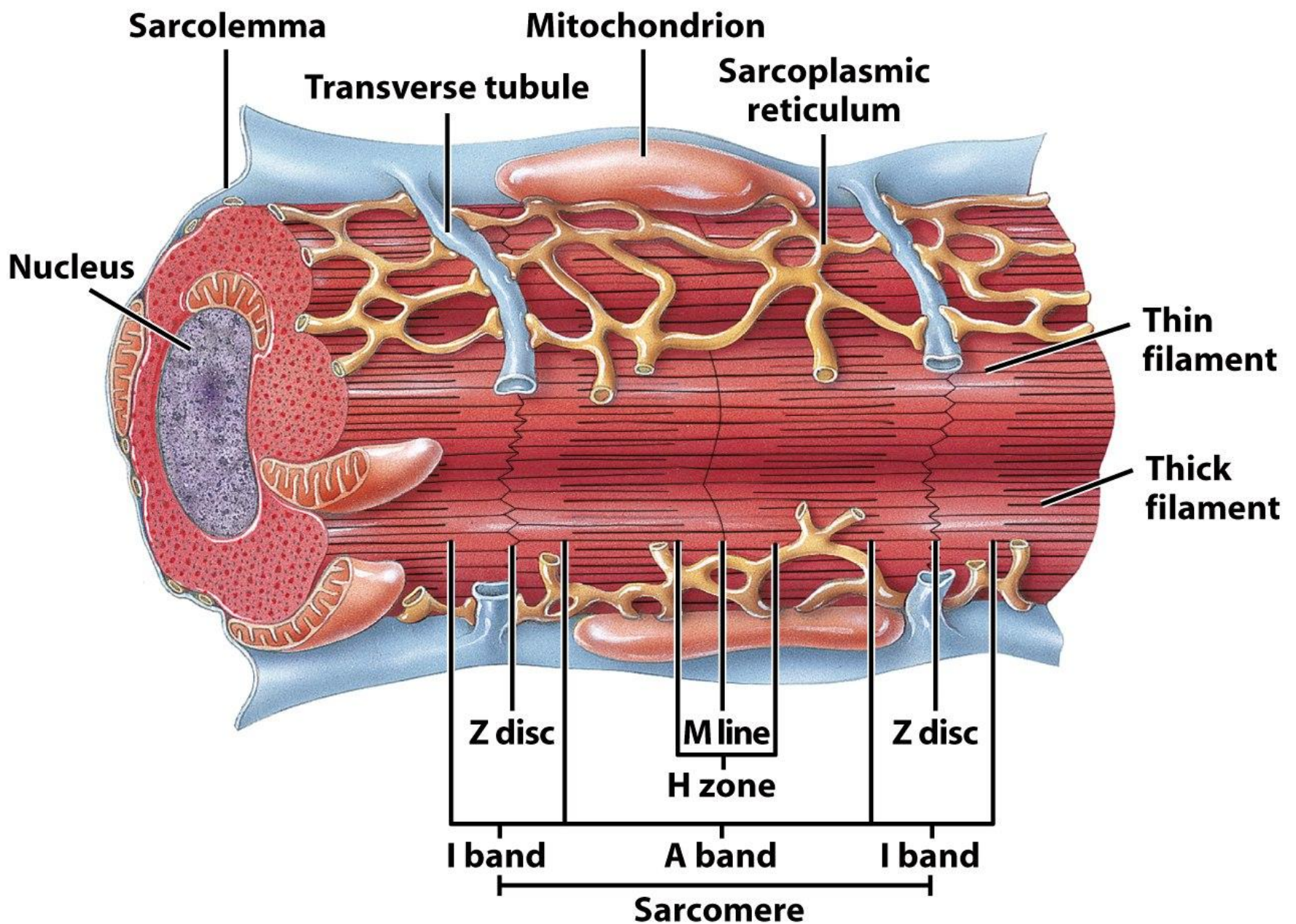


Figure 20-9a Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

Figure 20-9 Histology of cardiac muscle tissue

Cardiac muscle fibers connect to neighboring fibers by intercalated disc, which contain desmosomes and gap junctions.

❑ What are the functions of intercalated discs in cardiac muscle fibers ?



Arrangement of components in a cardiac muscle fiber

AKTIVITAS LISTRIK JANTUNG

- Kontraksi sel otot jantung yang akan memompa darah dicetuskan oleh potensial aksi yang menyebar melalui membran sel-sel otot jantung.
- **Ada 2 jenis otot jantung:**
 - **99% berupa sel kontraktil yang melakukan kerja mekanis memompa dan tidak menghasilkan potensial aksi.**
 - **Sisanya merupakan sel ototritmik, tidak berkontraksi tetapi mengkhususkan diri mencetuskan dan menghantarkan potensial aksi yang bertanggung jawab untuk kontraksi sel kontraktil.**
- Potensial aksi diperkirakan disebabkan penurunan siklus K^+ ke luar sel sedangkan influks Na^+ tidak berubah sehingga bagian menjadi kurang negatif maka membran secara bertahap akan mengalami depolarisasi.

Sel Otoritmik

- Sel sel jantung yang mampu mengalami otoritmisitas ditemukan pada:
 - **Nodus sinoatrium (SA)**, daerah kecil khusus di dinding atrium kanan dekat muara vena kava superior.
 - **Nodus atrioventrikel (AV)**, sebuah berkas kecil sel-sel otot jantung khusus di dasar atrium kanan dekat septum, tepat di atas pertautan atrium dan ventrikel.
 - **Berkas His (berkas atrioventrikel)** suatu jaras sel-sel khusus yang berasal dari nodus AV dan masuk ke septum antarventrikel, tempat berkas tersebut bercabang menjadi berkas kanan dan kiri yang berjalan di bawah septum, melingkari ujung ventrikel dan kembali ke atrium di sepanjang dinding luar.
 - **Serat Purkinje**, serat-serat terminal halus yang berjalan dari berkas His dan menyebar ke seluruh miokardium ventrikel seperti ranting-ranting pohon

SIKLUS JANTUNG

- Merupakan peristiwa-peristiwa yang terjadi di dalam jantung dari akhir kontraksi sampai akhir kontraksi berikutnya termasuk fungsinya sebagai pompa.
- **Siklus jantung**
 - Siklus dimulai timbulnya potensial aksi secara spontan pada **nodus sino atrial (SA node)** yang terletak di atrium dekstra dekat masuknya vena kava.
 - Potensial aksi ini akan menyebar ke atrium dan menyebar melalui **berkas A-V** ke dalam ventrikel.
 - Terdapat perlambatan 1/10 detik waktu impuls melalui atrium dan kemudian ke ventrikel Adanya perlambatan memungkinkan atrium berkontraksi mendahului ventrikel sehingga dapat memompakan darah ke ventrikel.
 - Rangsangan akan diteruskan ke bagian apeks dan melalui **berkas purkinje** disebarkan ke seluruh dinding ventrikel juga akan berkontraksi memompakan darah ke seluruh tubuh dan ke paru-paru.

Sistolik dan Diastolik

Periode konstiksi (sistolik)

- Ventrikel dalam keadaan menguncup.
- Katup bikus dan trikuspidalis dalam keadaan tertutup
- Katup semilunaris aorta dan arteri pulmonalis terbuka
- Darah mengalir dari ventrikel kanan ke paru-paru, sedangkan darah dari ventrikel kiri ke seluruh tubuh.

Periode dilatasi (diastolik)

- Jantung dalam keadaan mengembang.
- Katup bikus dan trikuspidalis terbuka.
- Darah dari atrium sinistra masuk ke ventrikel sinistra, sedangkan darah dari atrium dekstra masuk ke ventrikel dekstra.
- Sekanjutnya darah dari paru-paru masuk ke atrium sinistra melalui vena pulmonalis sedangkan darah dari seluruh tubuh melalui vena kava akan masuk ke atrium dekstra.

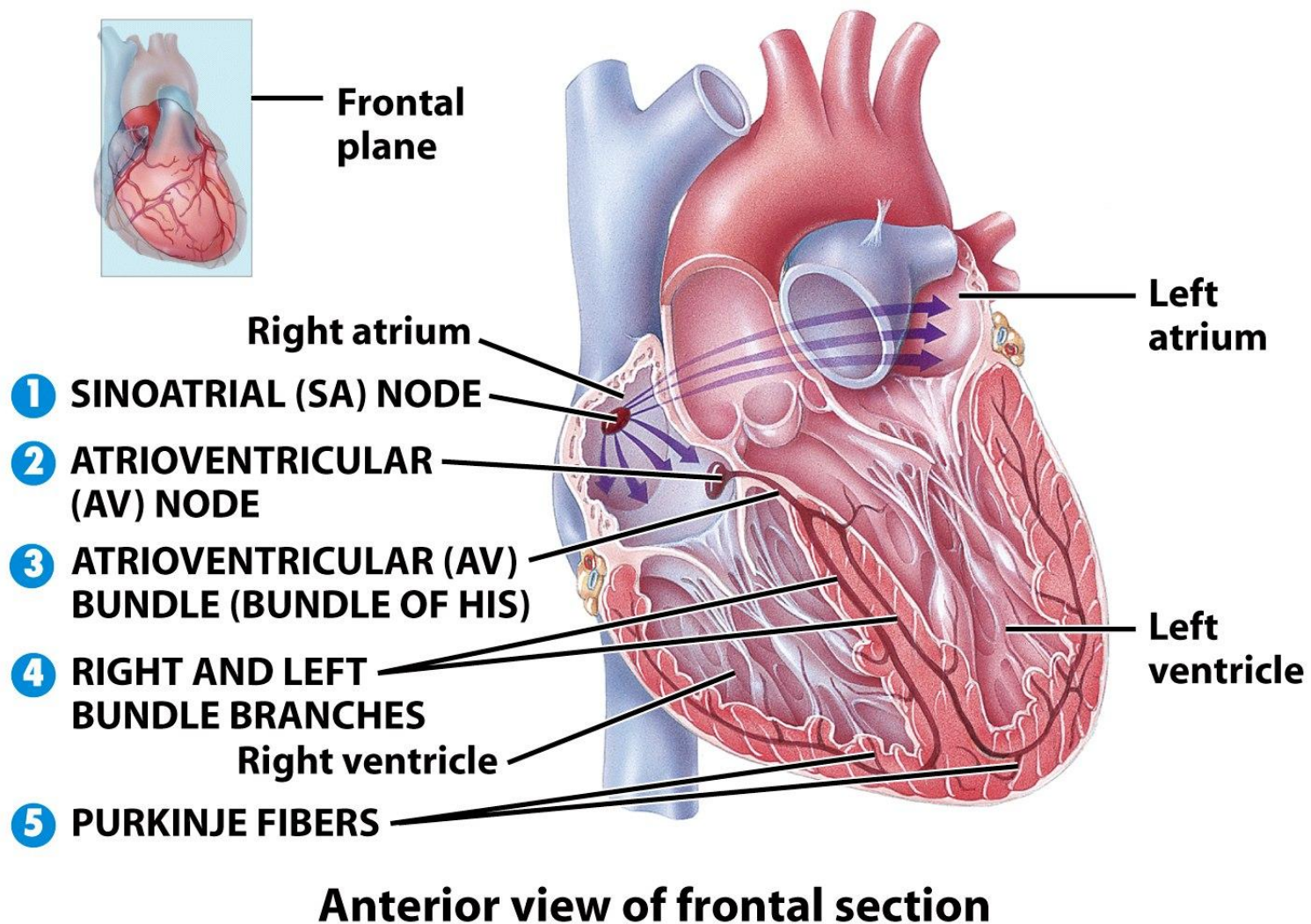
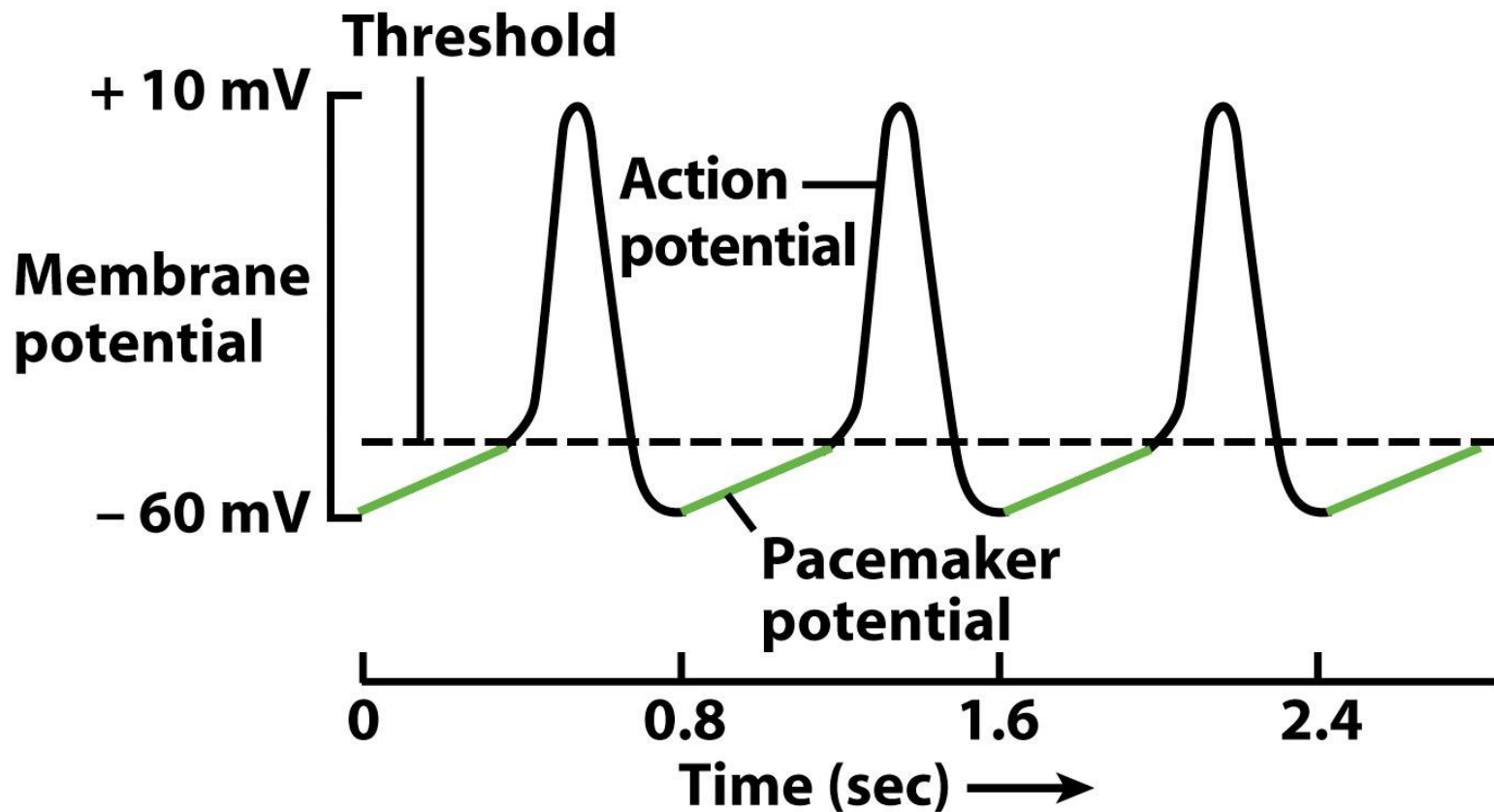


Figure 20-10a Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

Figure 20-10 The conduction system of the heart. Autorhythmic fibers in the SA node, located in the right atrial wall. a) Act as the heart's pacemaker, initiating cardiac action potentials b) that cause contraction of the heart's chambers



Pacemaker potentials and action potentials in autorhythmic fibers of SA node

Figure 20-10b Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

- ❑ The conduction system ensures that the chambers of the heart contract in a coordinated manner

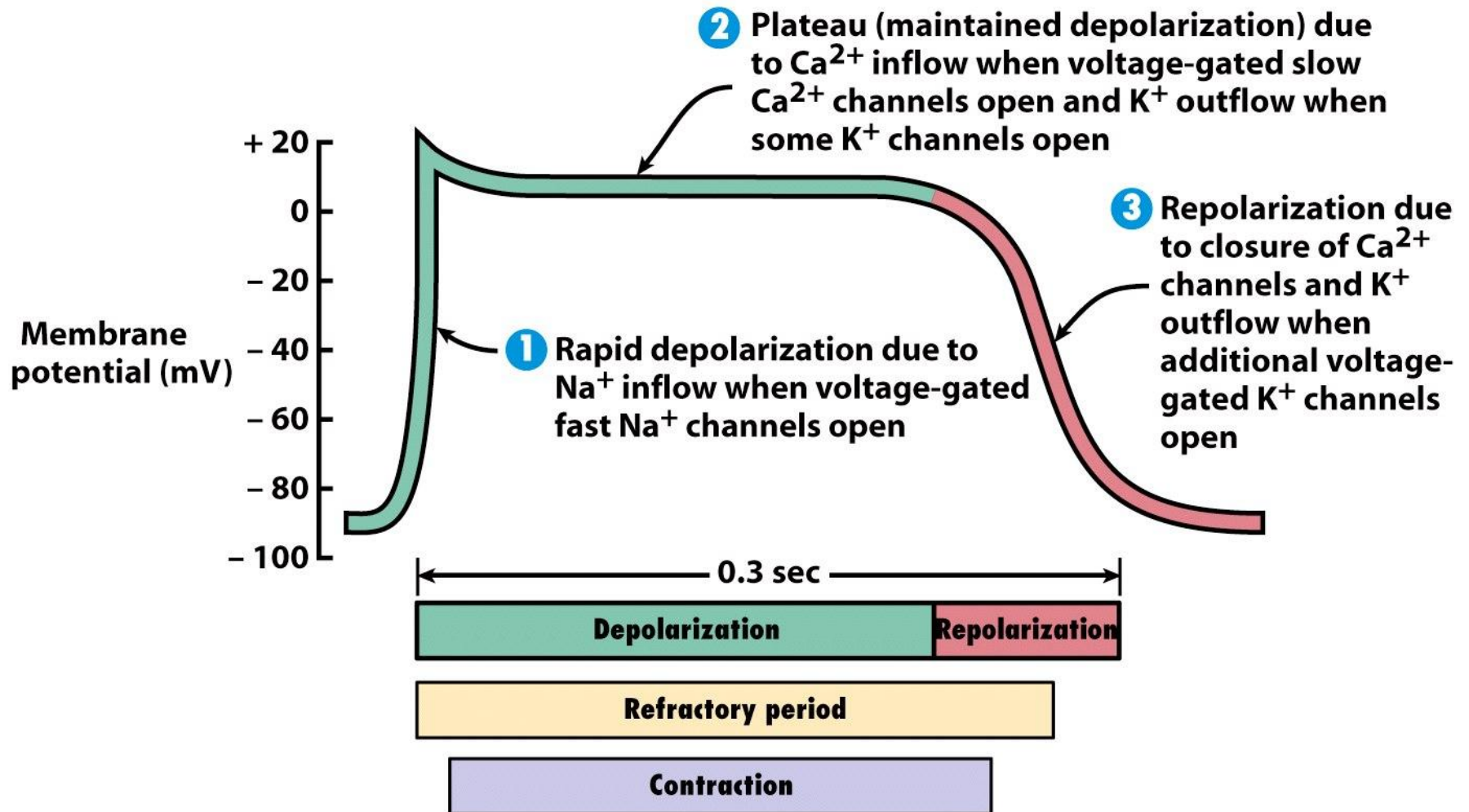
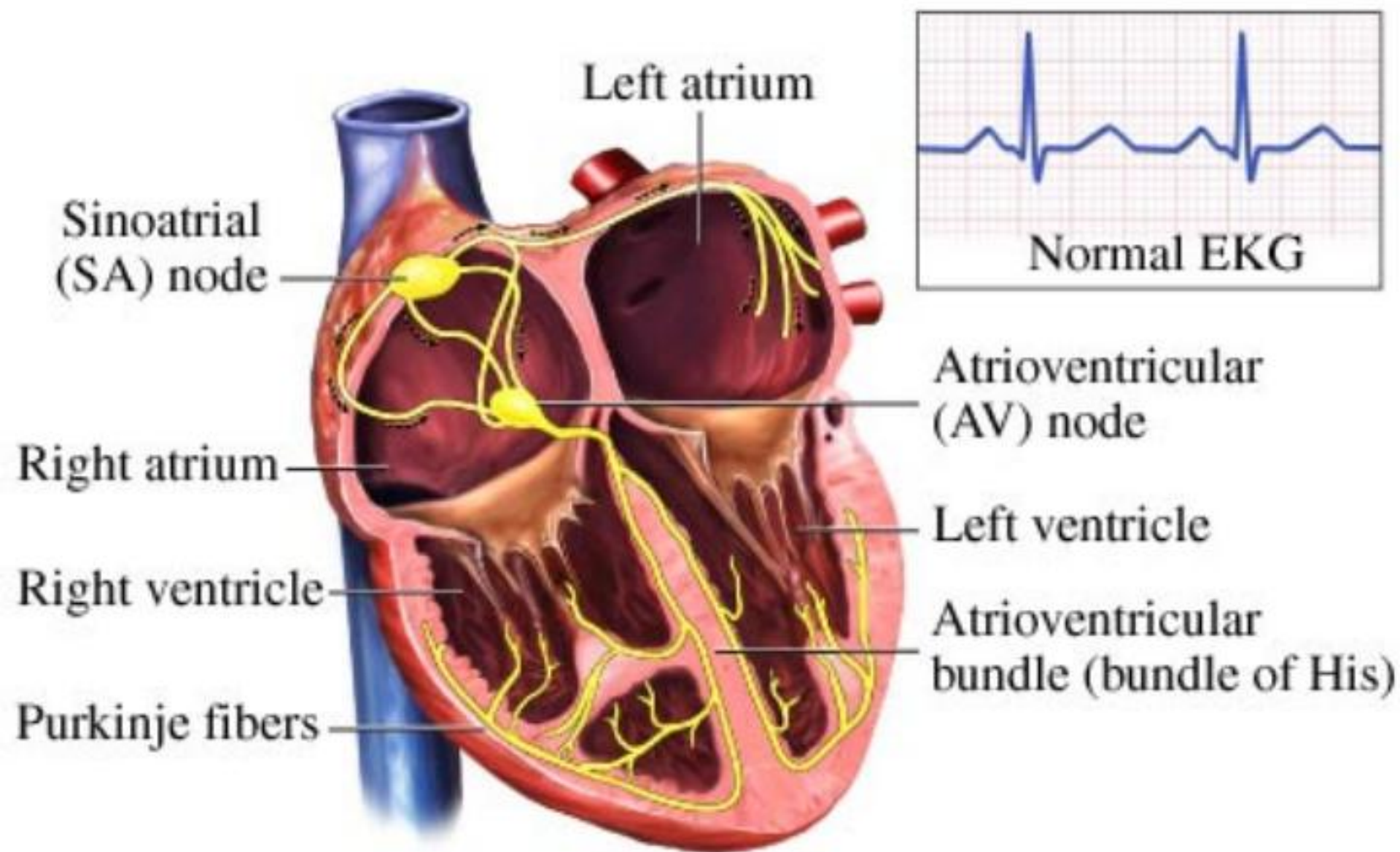


Figure 20-11 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons



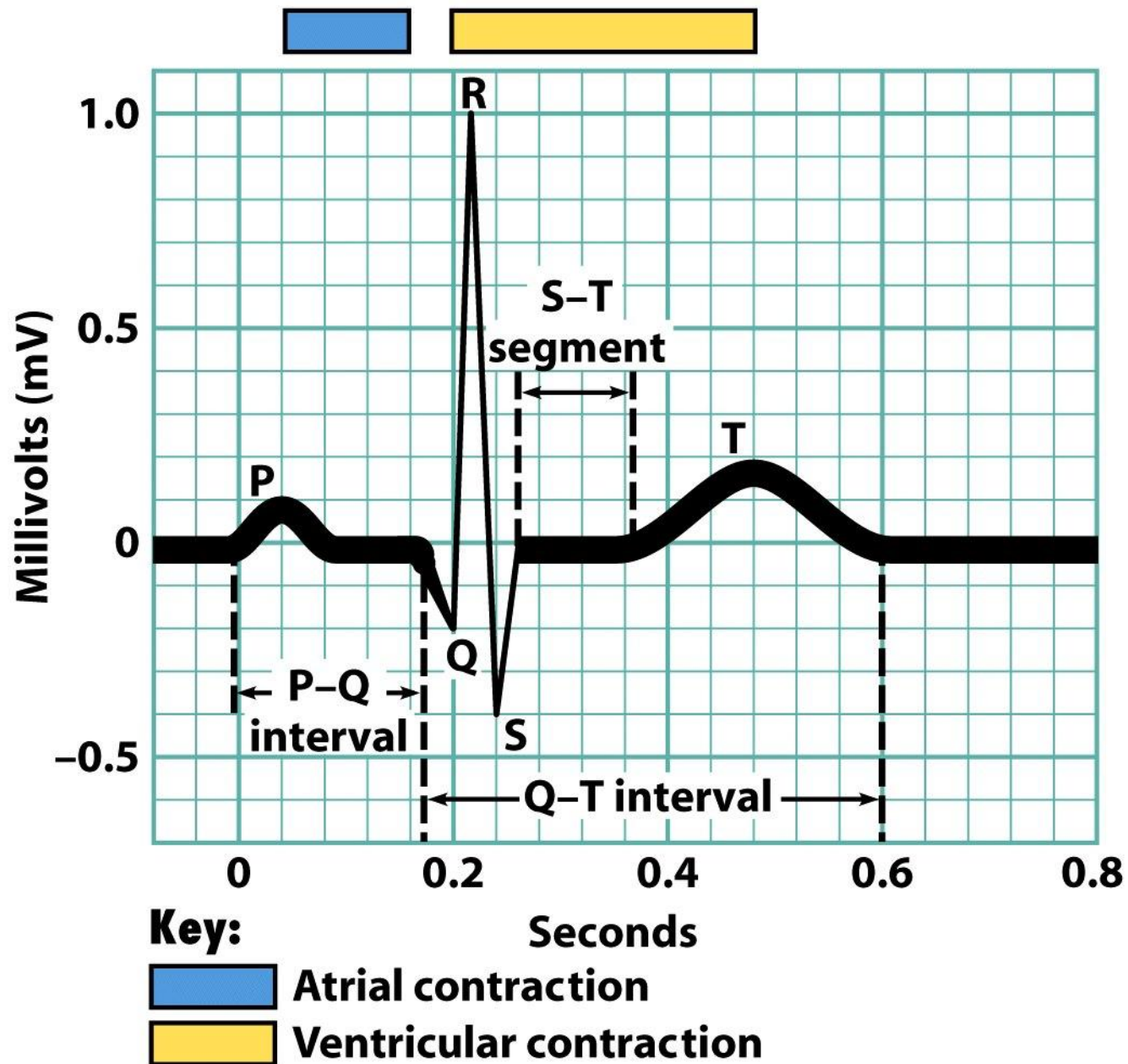


Figure 20-12 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

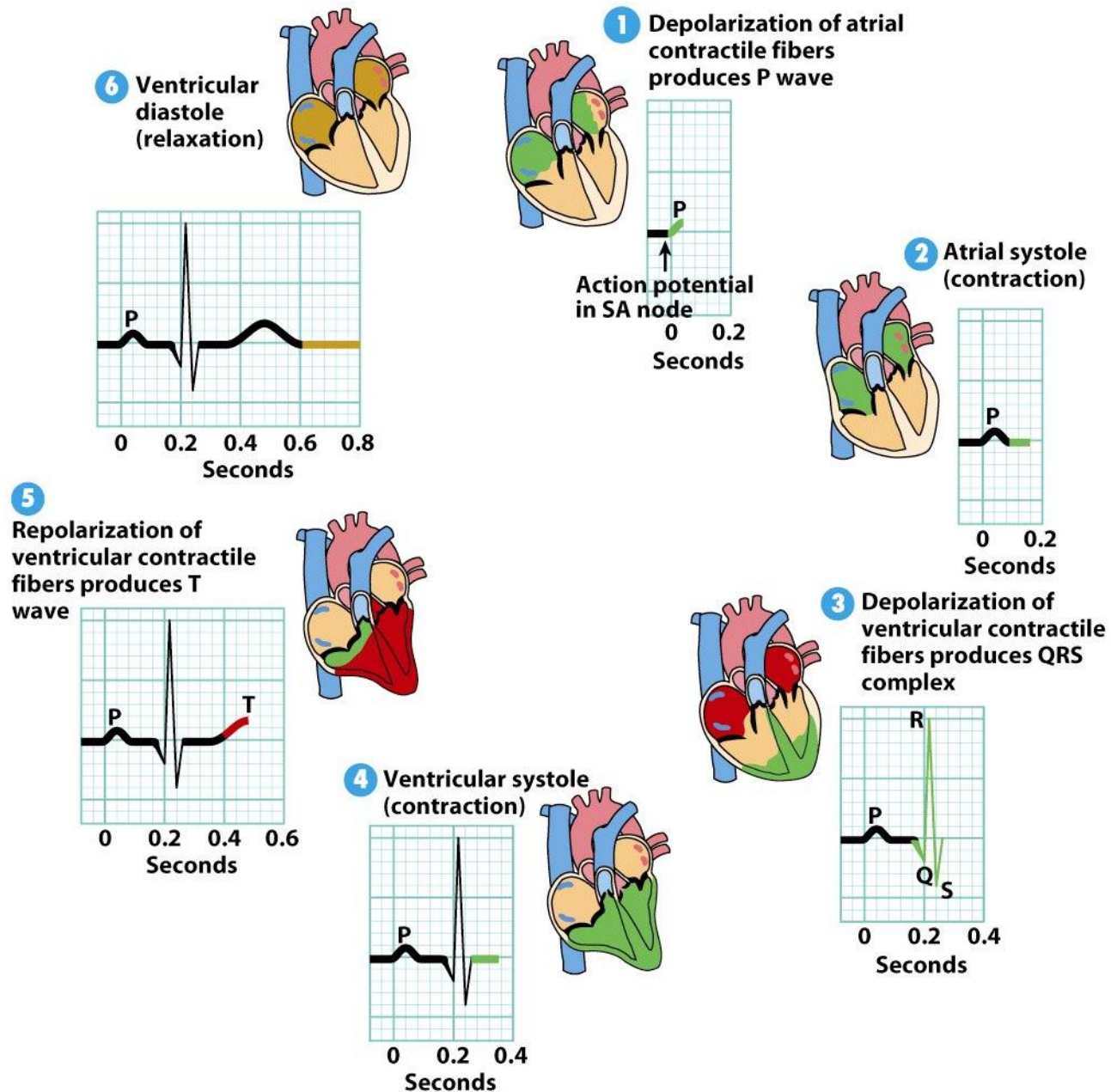
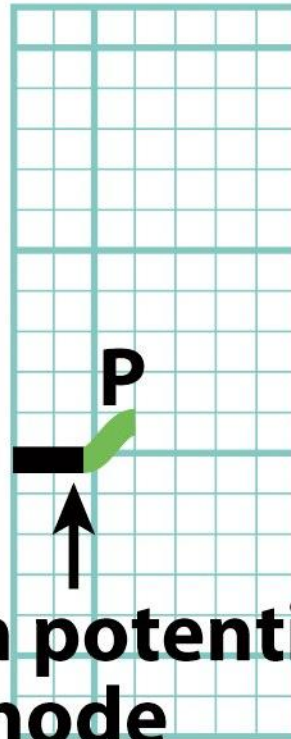
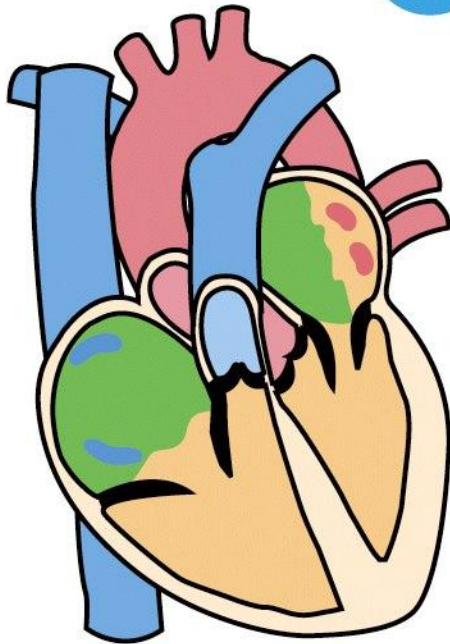


Figure 20-13 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

1

**Depolarization of atrial
contractile fibers
produces P wave**

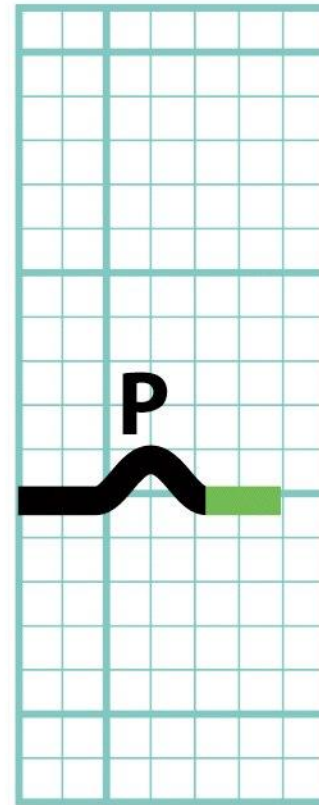


**Action potential
in SA node**

0 0.2

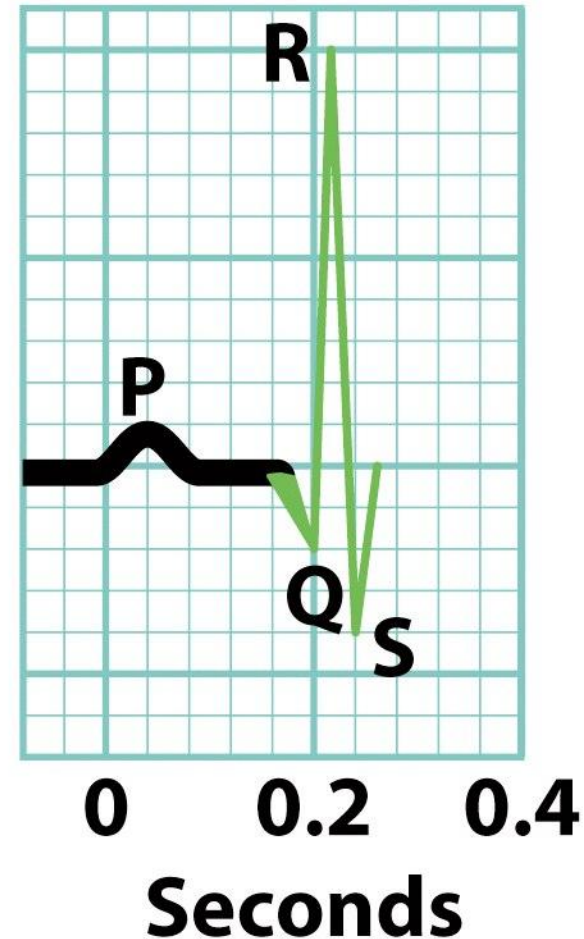
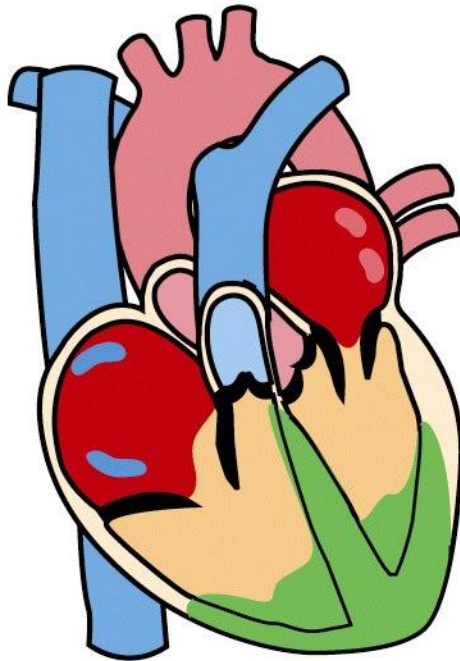
Seconds

2 Atrial systole (contraction)

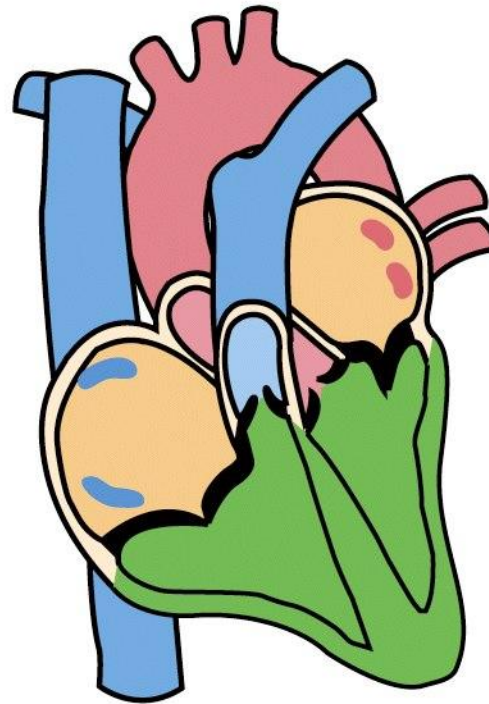


0 0.2
Seconds

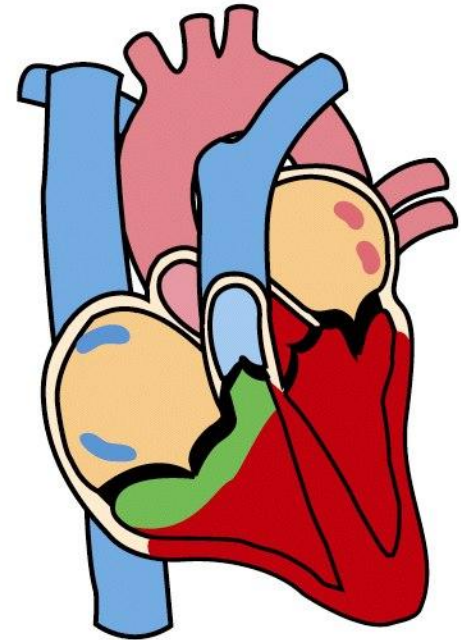
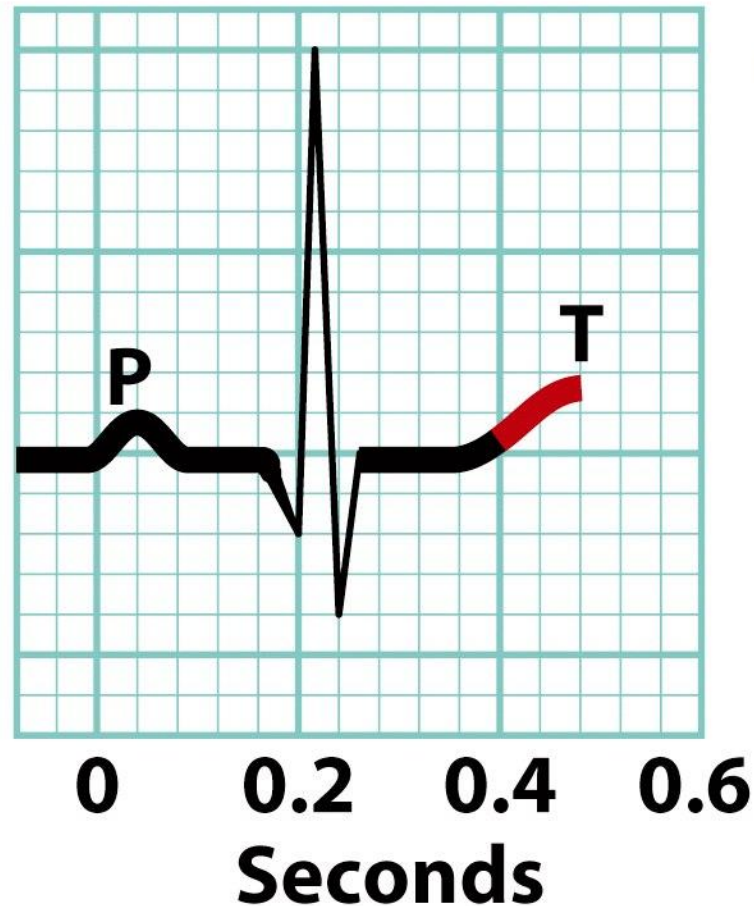
3 Depolarization of ventricular contractile fibers produces QRS complex



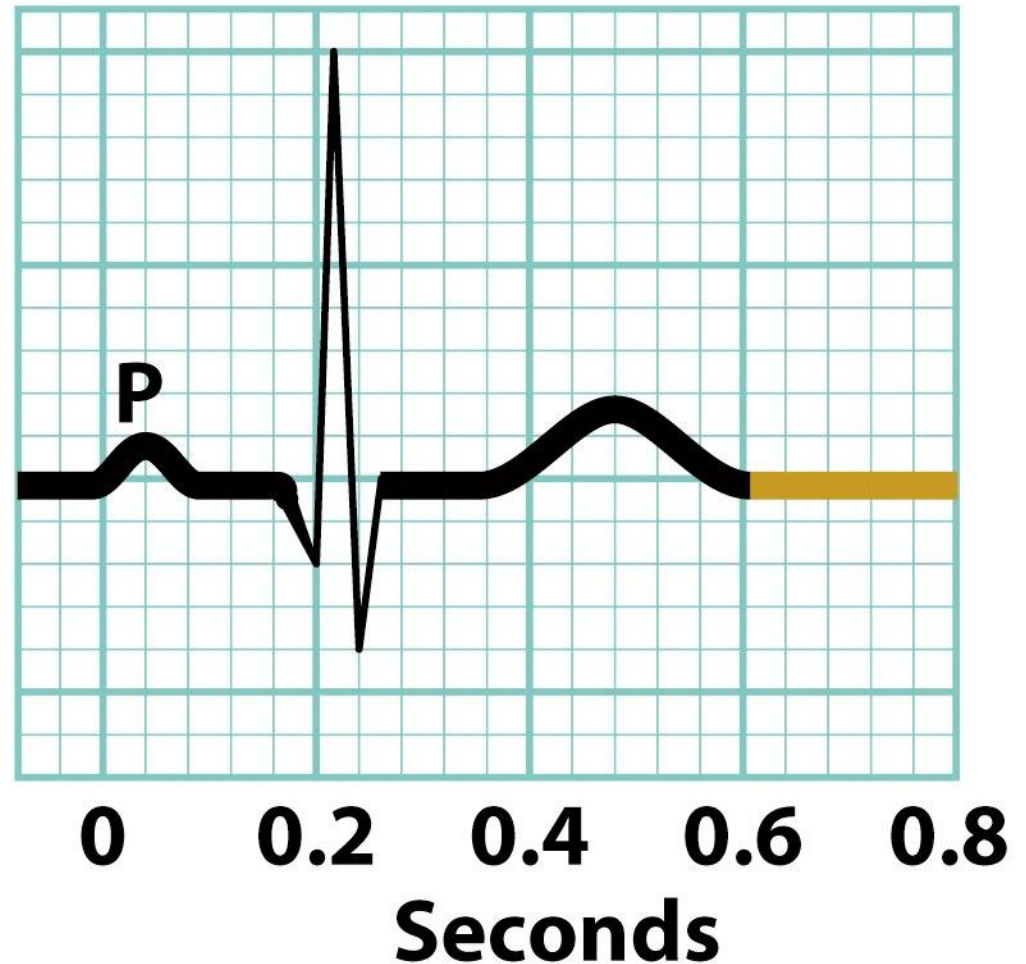
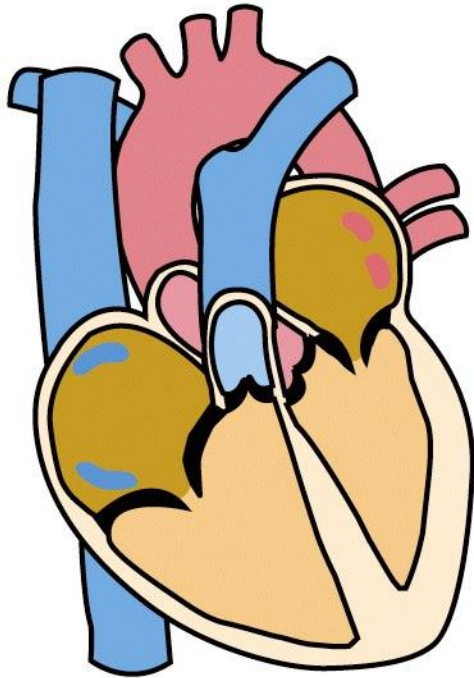
4 Ventricular systole (contraction)



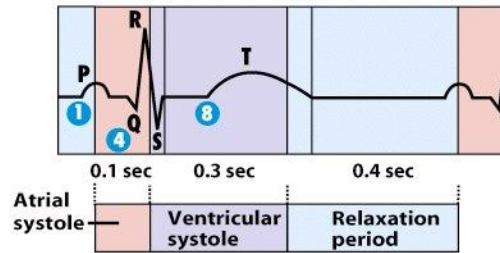
5 Repolarization of ventricular contractile fibers produces T wave



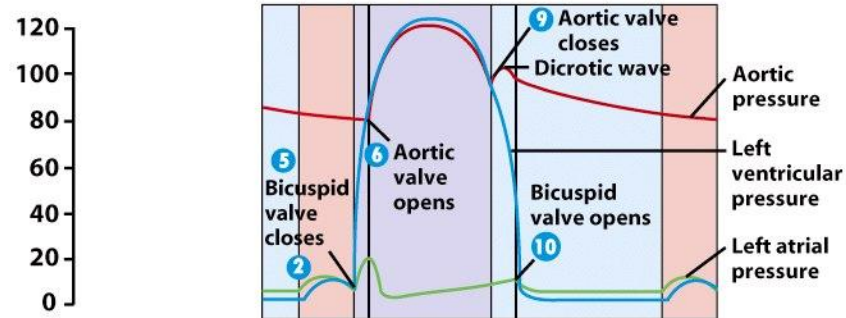
6 Ventricular diastole (relaxation)



(a) ECG



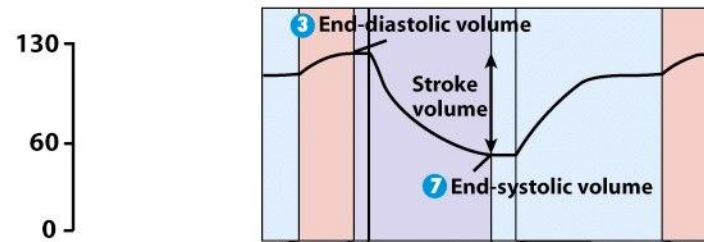
(b) Pressure (mmHg)



(c) Heart sounds



(d) Volume in ventricle (mL)



(e) Phases of the cardiac cycle

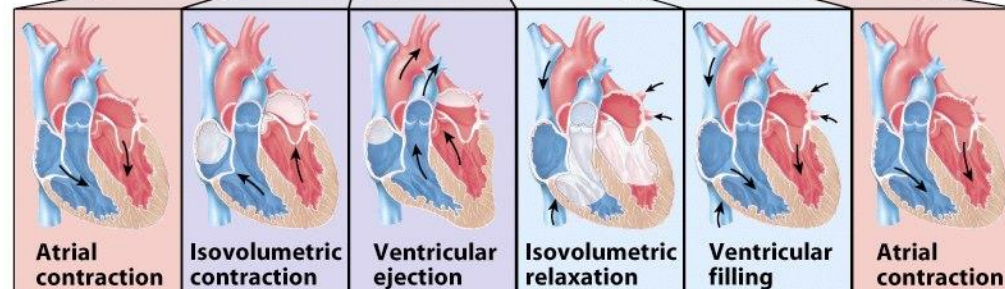
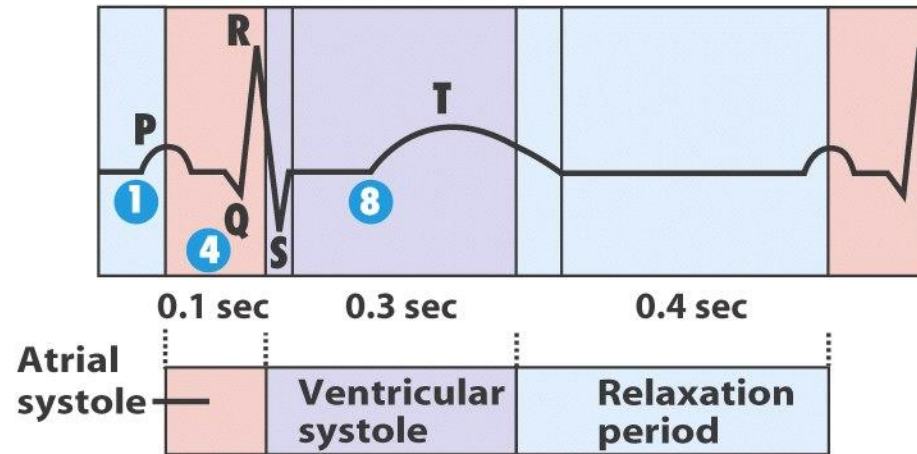
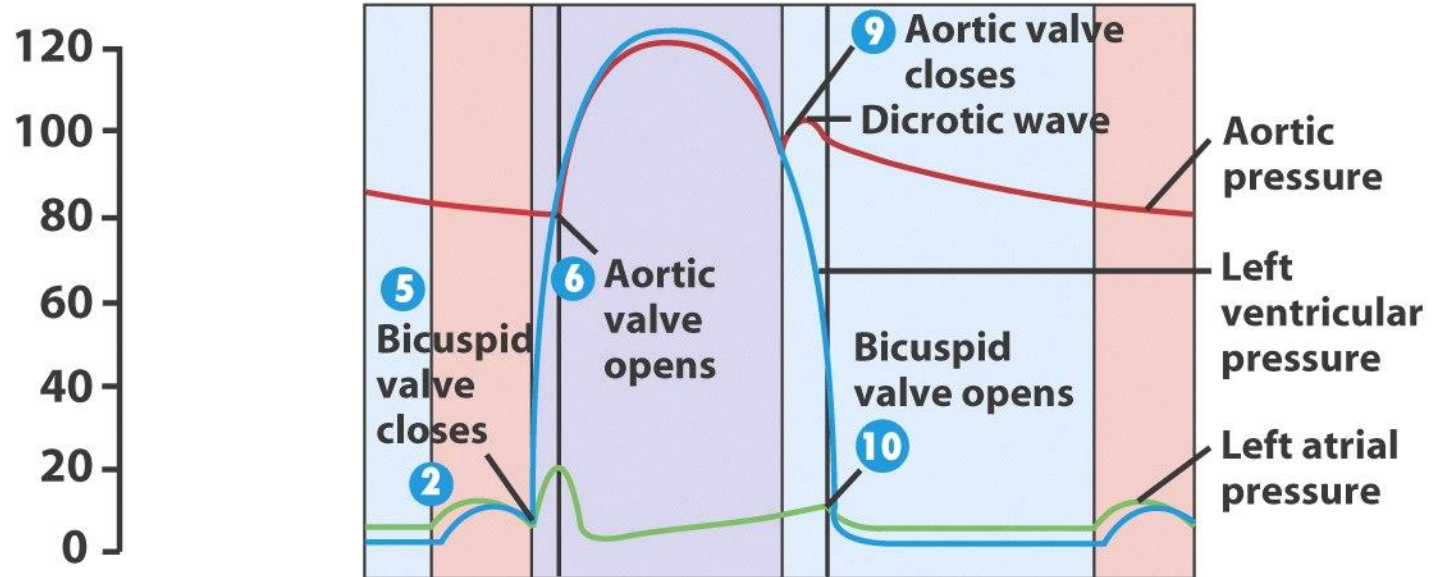


Figure 20-14 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

(a) ECG



(b) Pressure (mmHg)



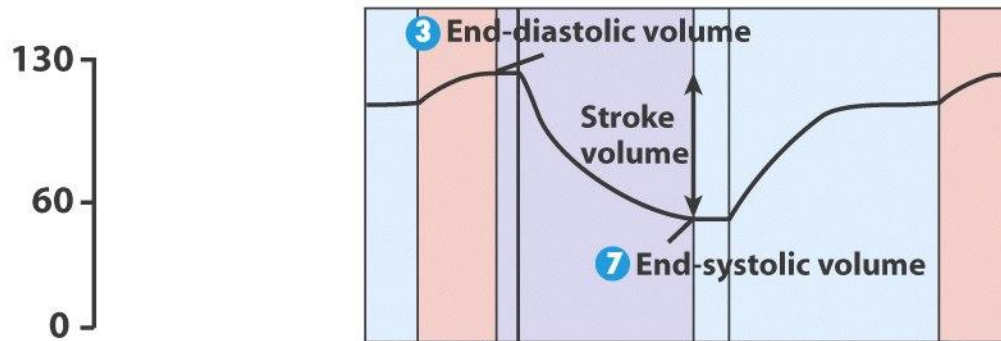
(c) Heart sounds



(c) Heart sounds



(d) Volume in ventricle (mL)



(e) Phases of the cardiac cycle

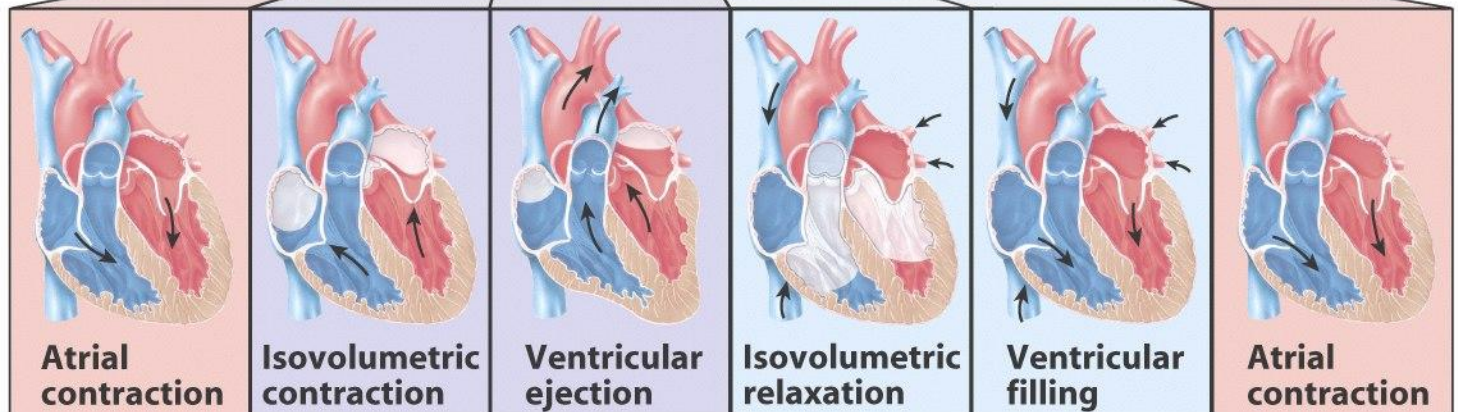


Figure 20-14 part 2 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

How much blood remains in each ventricle at the end of ventricular diastole in a resting person? What is this volume called?

Bunyi Jantung

- Selama gerakan akan terdengar 2 macam bunyi jantung.
- Bunyi pertama disebabkan menutupnya katup AV sedangkan bunyi kedua akibat menutupnya katup aorta dan arteri pulmonalis.
- Bunyi pertama (S1) : **lebih panjang (lubb)**, bunyi kedua (S2) : **pendek dan tajam (dupp)**
- Bunyi tambahan dapat terjadi bila ada arus darah yang cepat di dalam jantung akibat kebocoran sekat atau katup

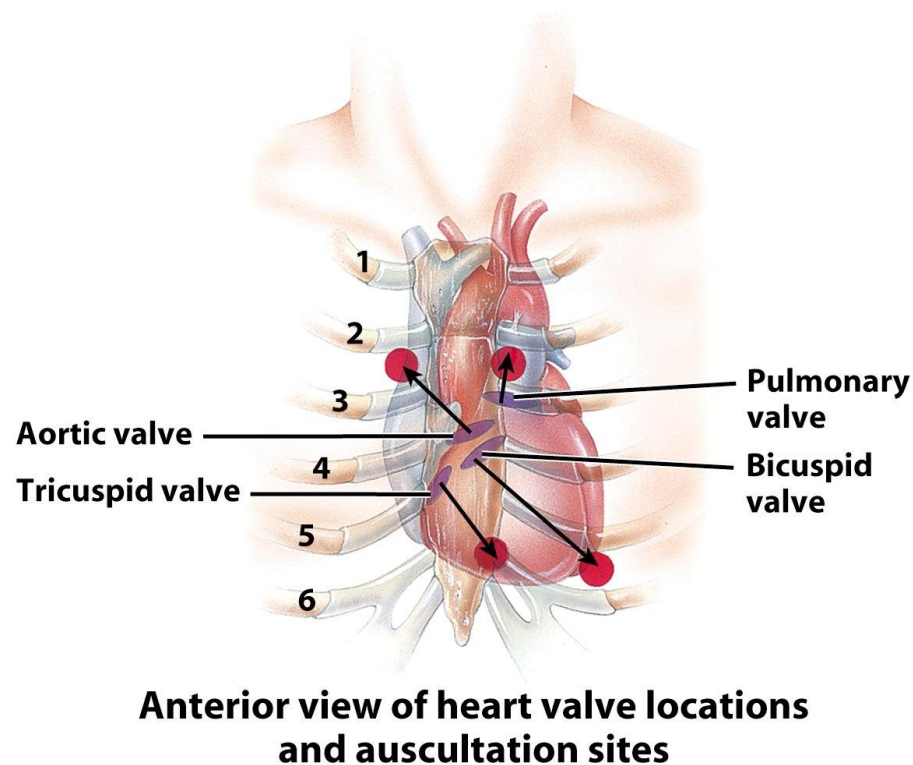


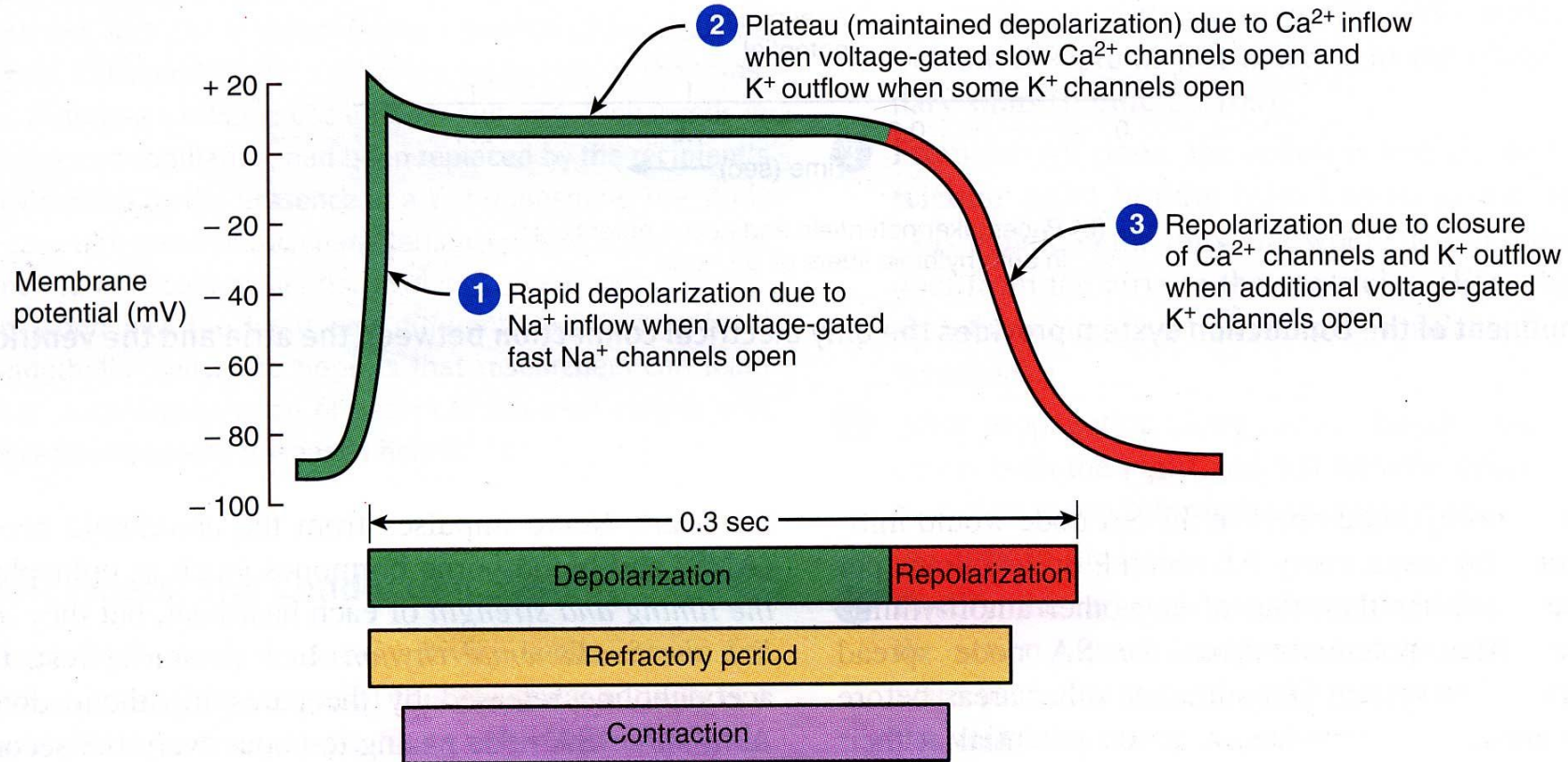
Figure 20-15 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

Figure 20-15. Heart sounds. Location of valve (purple) and auscultation sites (red) for heart sounds.

- ❑ Which heart sound is related to blood turbulence associated with closure of the atrioventricular valves?

Figure 20.11 Action potential in a ventricular contractile fiber. The resting membrane potential is about -90 mV.

6 A long refractory period prevents tetanus in cardiac muscle fibers.



How does the duration of an action potential in a ventricular contractile fiber compare with that in a skeletal muscle fiber?

Cardiac Output = CO

- CO= Volume darah yang dipompakan oleh ventrikel kiri atau kanan ke aorta /menit
 - Stroke volume =SV; volume darah yang dipompakan oleh ventrikel
 - Heart rate (denyut jantung); jumlah denyut/ menit
- $CO = SV \times HR$
- $CO = 70 \text{ mL/ beat} \times 75 \text{ beat/menit} = 5,25 \text{ L}$
- Pada kondisi kerja ; $CO = 10\text{L/menit}$
 - Cadangan jantung= perbedaan CO (kerja- istirahat)

CURAH JANTUNG DAN KONTROLNYA

- **CURAH JANTUNG (CARDIAC OUTPUT)** : VOLUME DARAH YANG DIPOMPA OLEH TIAP-TIAP VENTRIKEL PER-MENIT
- VOLUME DARAH YANG MENGALIR MELALUI SIRKULASI PARU EKIVALEN DENGAN SIRKULASI SISTEMIK PADA SETIAP PERIODE SHG CURAH JANTUNG DARI KEDUA VENTRIKEL DALAM KEADAAN NORMAL ADALAH IDENTIK
- FAKTOR PENENTU CURAH JANTUNG :
 - **KECEPATAN DENYUT JANTUNG** (DENYUT PER-MENIT)
 - **VOLUME SEKUNCUP / STROKE VOLUME** : VOLUME DARAH YANG DIPOMPA PER-DENYUT.
- VOLUME SEKUNCUP RATA-RATA : 70 ML/DENYUT, KECEPATAN DENYUT RATA-RATA 70 KALI/MENIT SHG CURAH JANTUNG RATA-RATA ADALAH 4900 ML/MENIT ATAU MENDEKATI 5 L/MENIT.
- VOLUME DARAH TOTAL 5 – 5.5 L
- KEDUA BELAHAN JANTUNG MEMOMPA DARAH DALAM JUMLAH YANG SETARA DENGAN VOLUME TOTAL DARAH YAITU MASING-MASING 5 L SETIAP MENIT.
- SELAMA EXERCISE, CURAH JANTUNG DAPAT MENINGKAT 20 – 25 L/MNT.
- PERBEDAAN ANTARA CURAH JANTUNG SAAT ISTIRAHAT DAN VOLUME MAXIMAL DARAH YANG DAPAT DIPOMPA JANTUNG PER-MENIT DSB **CADANGAN JANTUNG (CARDIAC RESERVE)**.

- KECEPATAN DENYUT JANTUNG TERUTAMA DITENTUKAN OLEH PENGARUH OTONOM PADA NODUS SA.
 - JANTUNG DIPERSARAFI OLEH KEDUA DIVISI SARAF OTONOM YANG DAPAT MEMPENGARUHI KECEPATAN KONTRAKSI.
 - SARAF PARASIMPATIS (N. VAGUS) MEMPERSARAFI ATRIUM TERUTAMA NODUS SA DAN AV DAN TDK SIGNIFIKAN PADA VENTRIKEL.
 - SARAF SIMPATIS MEMPERSARAFI ATRIUM, NODUS SA DAN AV SERTA VENTRIKEL.
 - PENGARUH PARASIMPATIS : JANTUNG BERDENYUT LEBIH LAMBAT, WAKTU ANTARA KONTRAKSI ATRIUM DAN VENTRIKEL MENJADI MEMANJANG, KONTRAKSI ATRIUM MELEMAH. MENGONTROL JANTUNG DALAM SITUASI SANTAI DAN TENANG SAAT TUBUH TIDAK MENUNTUT PENINGKATAN CURAH JANTUNG.
 - PENGARUH SIMPATIS: MENINGKATKAN EFEKTIVITAS JANTUNG SEBAGAI POMPA DENGAN MENINGKATKAN KECEPATAN DENYUT JANTUNG, MENURUNKAN INTERVAL KONTRAKSI ATRIUM DAN VENTRIKEL, MENINGKATKAN KEKUATAN KONTRAKSI.
 - SELAIN SARAF OTONOM, EPINEFRIN (HORMON YANG DIKELUARKAN MEDULLA ADRENAL) JUGA MENINGKATKAN KECEPATAN DENYUT JANTUNG.

- VOLUME SEKUNCUP DITENTUKAN ALIRAN BALIK VENA DAN AKTIVITAS SIMPATIK.
 - VOLUME SEKUNCUP DIKONTROL OLEH:
 - KONTROL INTRINSIK, BERKAITAN SEBERAPA BANYAK ALIRAN BALIK VENA
 - KONTROL EKSTRINSIK, BERKAITAN DENGAN TINGKAT STIMULASI SIMPATIS PADA JANTUNG.
 - **PENINGKATAN VOLUME DIASTOLIK AKHIR (END DIASTOLIC VOLUME / EDV) MENYEBABKAN PENINGKATAN VOLUME SEKUNCUP.**
 - KONTROL INTRINSIK INI TERGANTUNG PADA HUBUNGAN PANJANG – TEGANGAN OTOT JANTUNG.
 - PANJANG SERAT OTOT JANTUNG DITENTUKAN OLEH TINGKAT PENGISIAN DIASTOL.
 - SEMAKIN TEREGANG JANTUNG MAKA MAKIN PANJANG SERAT OTOT SEBELUM KONTRAKSI SEHINGGA MENGHASILKAN GAYA YANG LEBIH KUAT PADA KONTRAKSI BERIKUTNYA, AKIBATNYA VOLUME SEKUNCUP MAKIN BESAR.
 - HUBUNGAN ANTARA VOL DIASTOLIK AKHIR DENGAN VOL SEKUNCUP DIKENAL DENGAN HUKUM FRANK – STARLING (BAHWA JANTUNG DALAM KEADAAN NORMAL MEMOMPA SEMUA DARAH YANG DIKEMBALIKAN KEPADANYA; PENINGKATAN ALIRAN BALIK VENA MENYEBABKAN PENINGKATAN VOLUME SEKUNCUP).

- **KONTRAKTILITAS JANTUNG MENINGKAT OLEH STIMULASI SIMPATIS.**
 - KONTROL EKSTRINSIK DILAKUKAN TERUTAMA OLEH SARAF SIMPATIS DAN EPINEFRIN.
 - STIMULASI SIMPATIS DAN EPINEFRIN AKAN MENINGKATKAN KONTRAKTILITAS JANTUNG ; KONTRKASI LEBIH KUAT DAN MEMERAS LEBIH BANYAK DARAH YANG DIKANDUNGNYA.
 - HAL INI DISEBABKAN PENINGKATAN INFLUKS Ca^{++} YANG DICETUSKAN NOEREPINEFRIN ATAU EPINEFRIN
- **PENINGKATAN TEKANAN DARAH MENINGKATKAN BEBAN KERJA JANTUNG.**
 - KETIKA BERKONTRAKSI VENTRIKEL HARUS MENGHASILKAN CUKUP TEKANAN UNTUK MENGATASI TEKANAN DARAH DI ARTERI AGAR KATUP SEMILUNARIS DAPAT TERBUKA.
 - TEKANAN DARAH ARTERI DISEBUT *AFTERLOAD* KARENA MERUPAKAN BEBAN KERJA BAGI JANTUNG KETIKA KONTRAKSI.
 - PADA HIPERTENSI ATAU STENOSIS KATUP AORTA, VENTRIKEL HARUS MENGHASILKAN TEKANAN YANG LEBIH TINGGI UNTUK MEMOMPAKAN DARAH.
 - JANTUNG MUNGKIN PADA AWALNYA DAPAT MENGKOMPENSASI PENINGKATAN AFTERLOAD DENGAN MEMPERBESAR DIRI MELALUI HIPERTROFI OTOT OTOT JANTUNG SEHINGGA BERKONTRAKSI LEBIH KUAT DAN MEMPERTAHAKAN VOL SEKUNCUP.
 - PENAMBAHAN BEBAN KERJA YANG TERUS MENERUS AKAN MENYEBABKAN TERJADINYA GAGAL JANTUNG (HEART FAILURE)

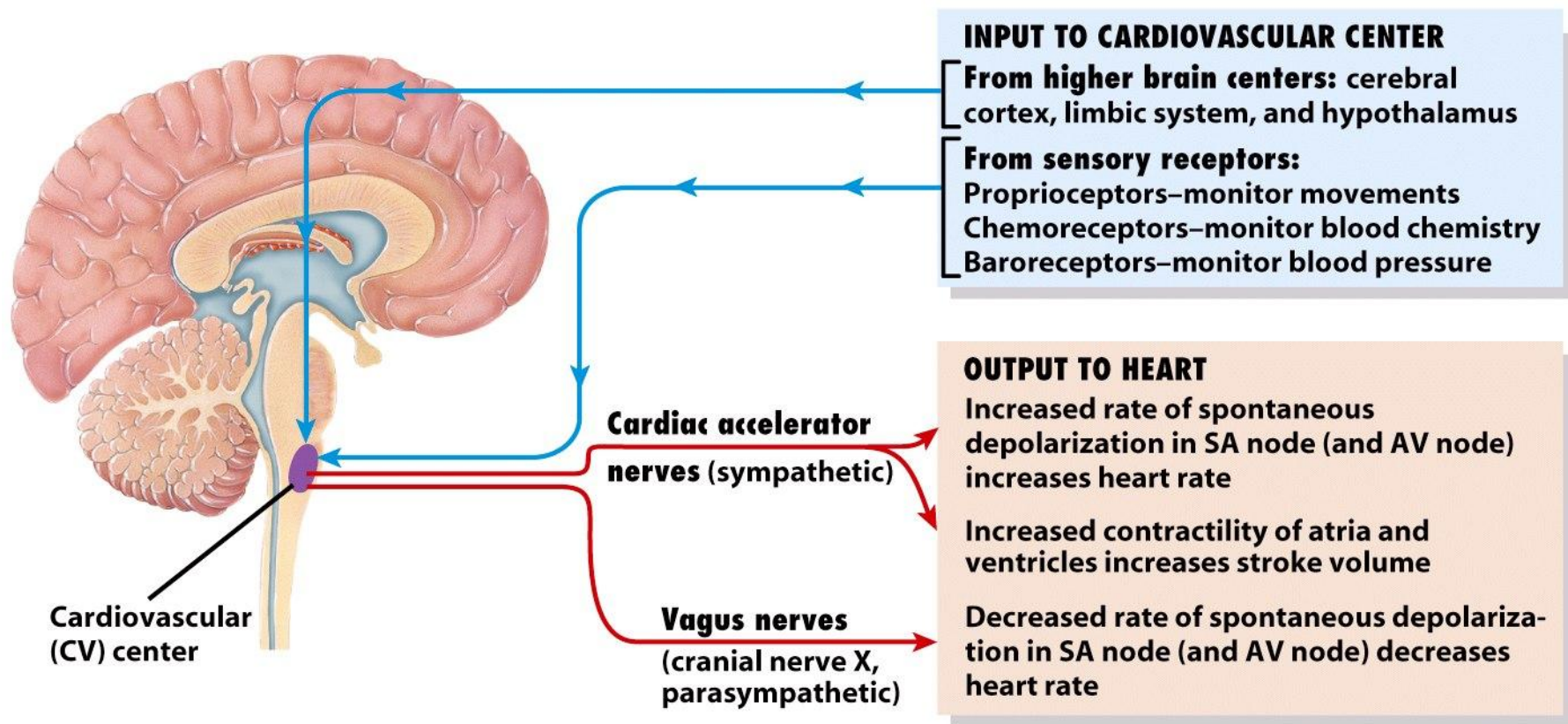
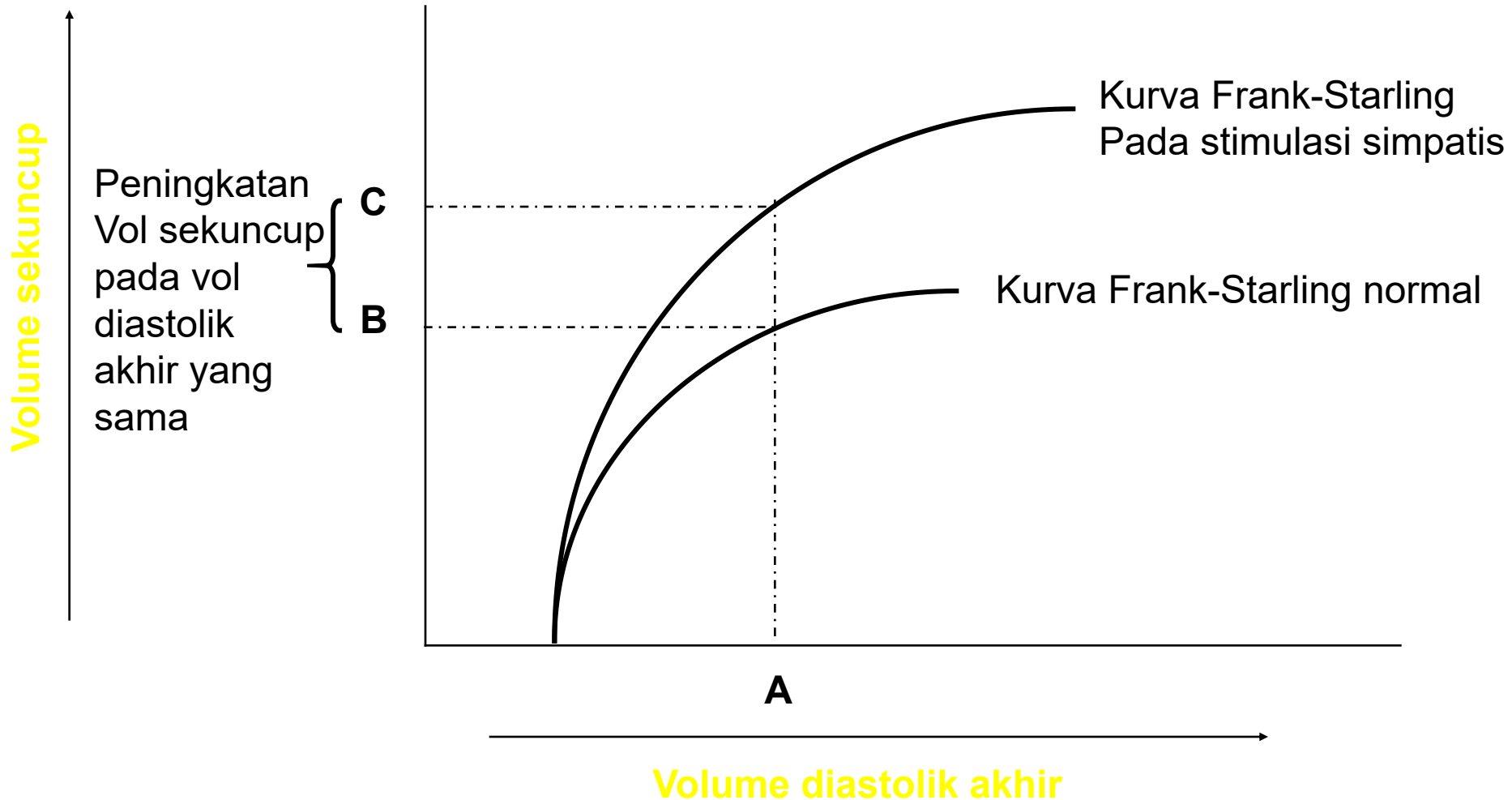


Figure 20-16 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

Figure 20-16 Nervous system control of the heart

PERGESERAN KURVA FRANK-STARLING KE KIRI OLEH STIMULASI SIMPATIS



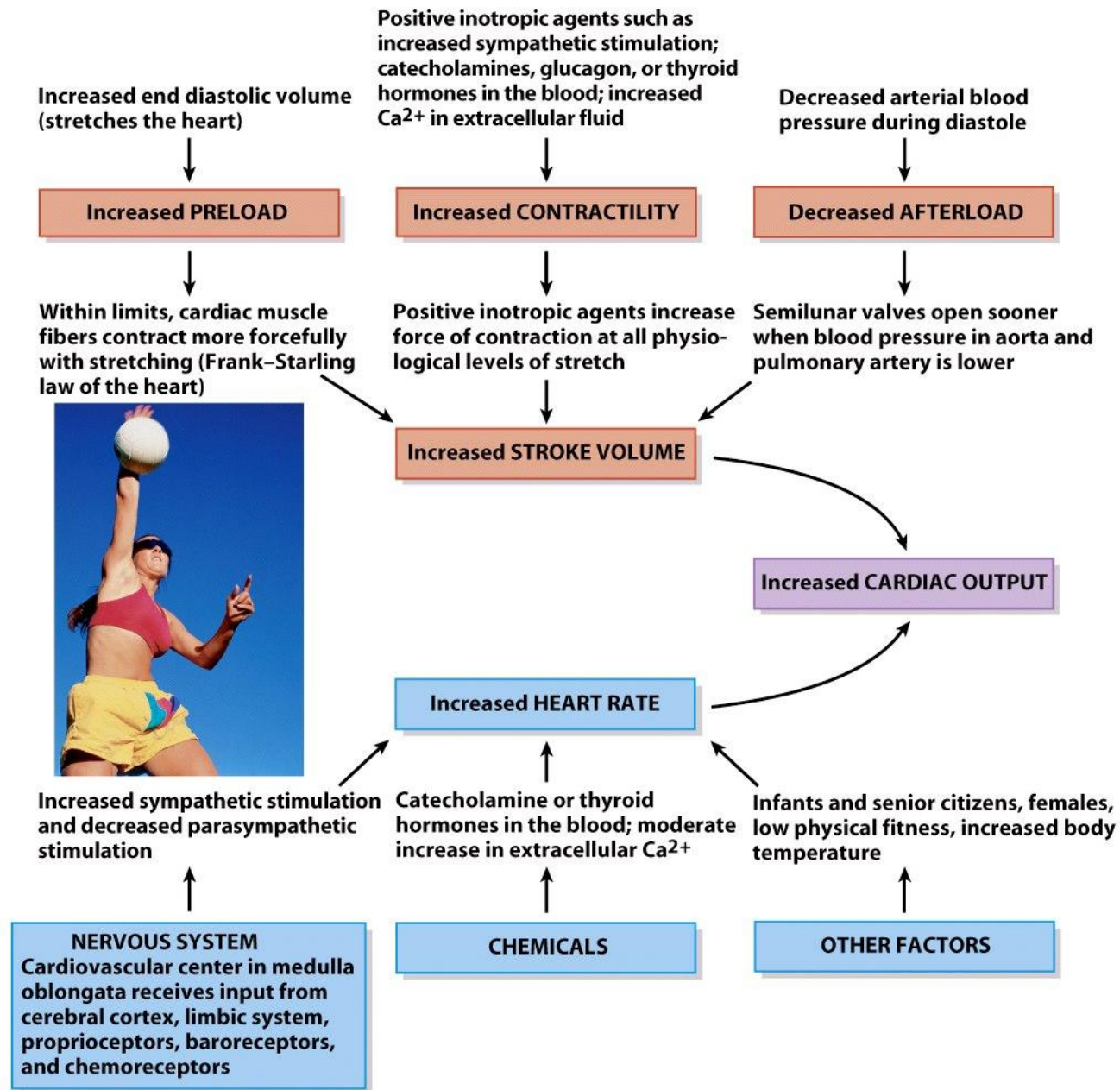
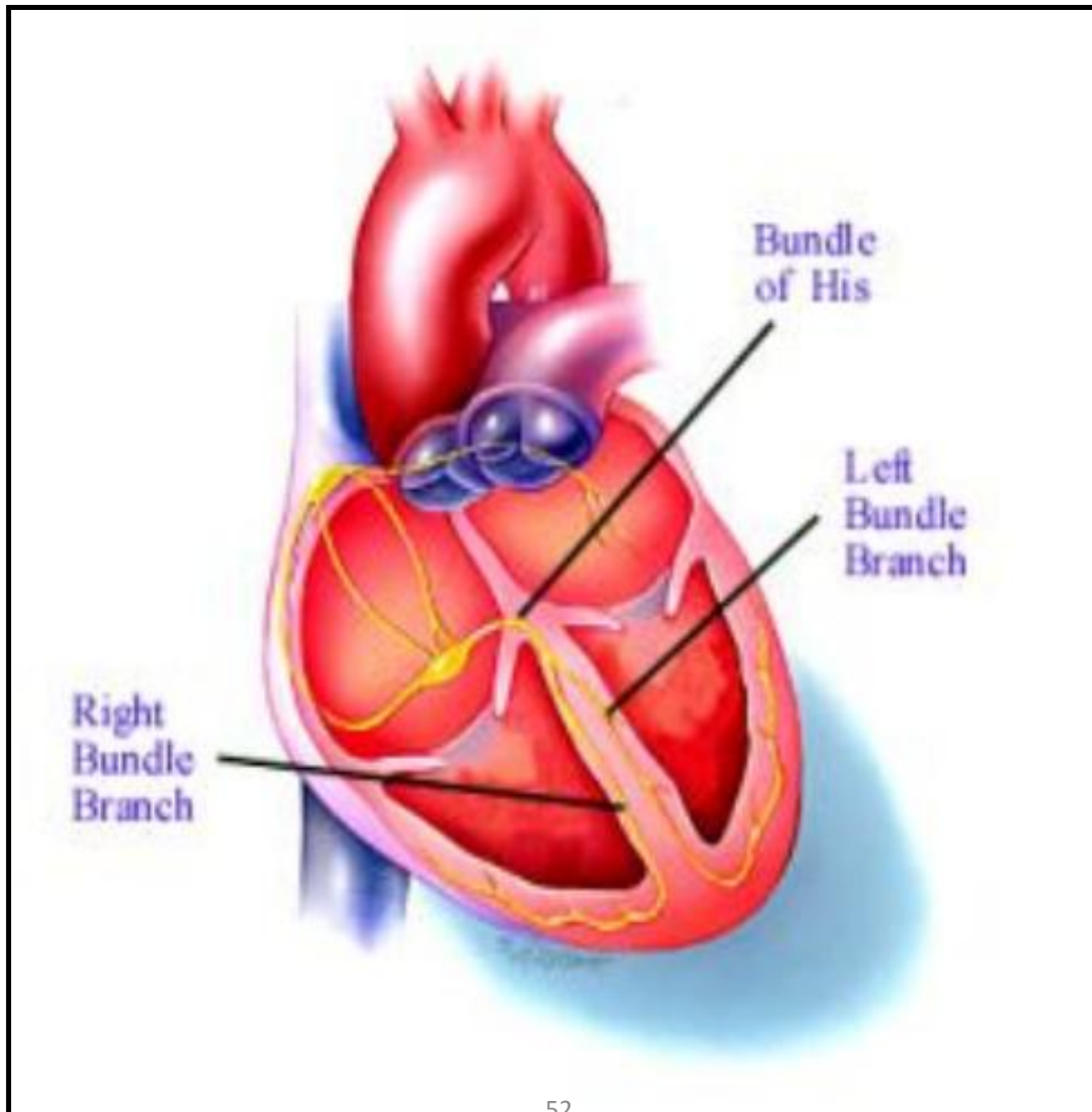
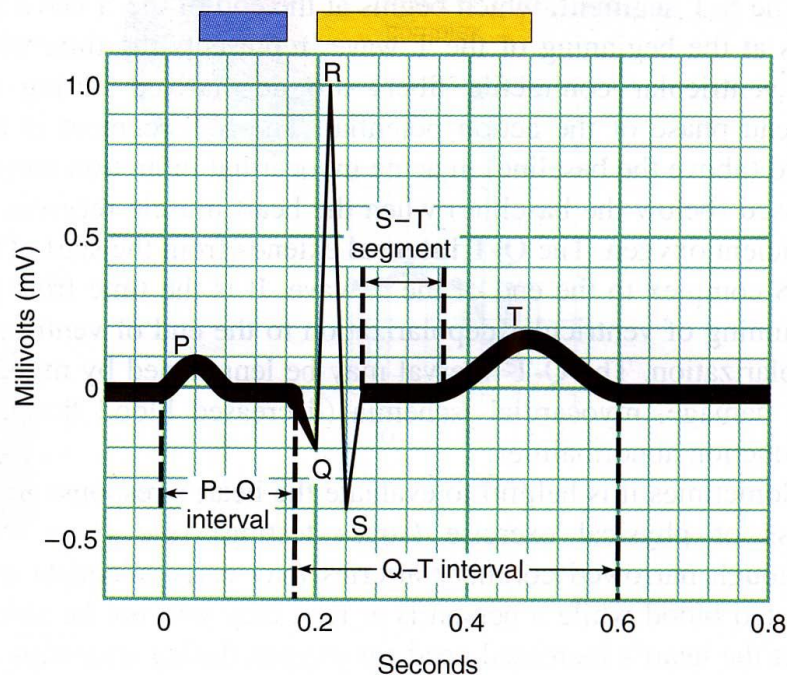


Figure 20-17 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e

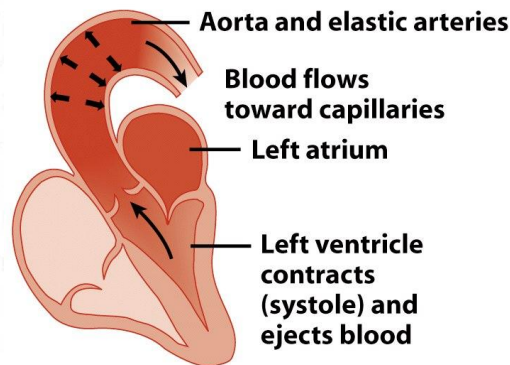
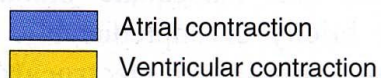
Tugas untuk semua mhs

1. Menulis semua jawaban soal uraian UTS , 3 Nop 2012 pada kertas folio, diserahkan , 13 Nop 2012 (saat kuliah)
2. Buat dalam bentuk tabel ukuran diameter pembuluh darah arteri dan vena lengkap dengan gambar
3. Gambarkan alur sirkulasi sstemik, pulmonal dan koroner



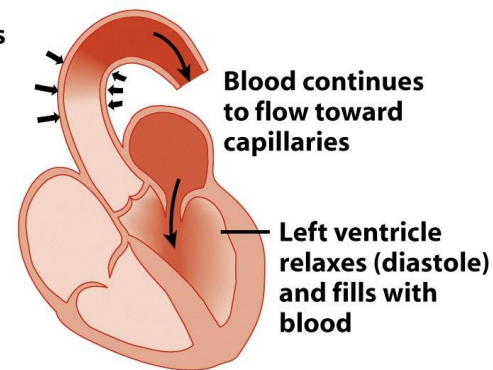


Key:



(a) Elastic aorta and arteries stretch during ventricular contraction

Figure 21-2 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons



(b) Elastic aorta and arteries recoil during ventricular relaxation

? What is the significance of an enlarged Q wave?

Figure 20-12 Normal electrocardiogram or ECG

P wave= atrial depolarization; QRS complex =onset of ventricular ;

T wave= ventricular repolarization

Listening the sounds within the body is called auscultation; it is usually done with a stethoscope

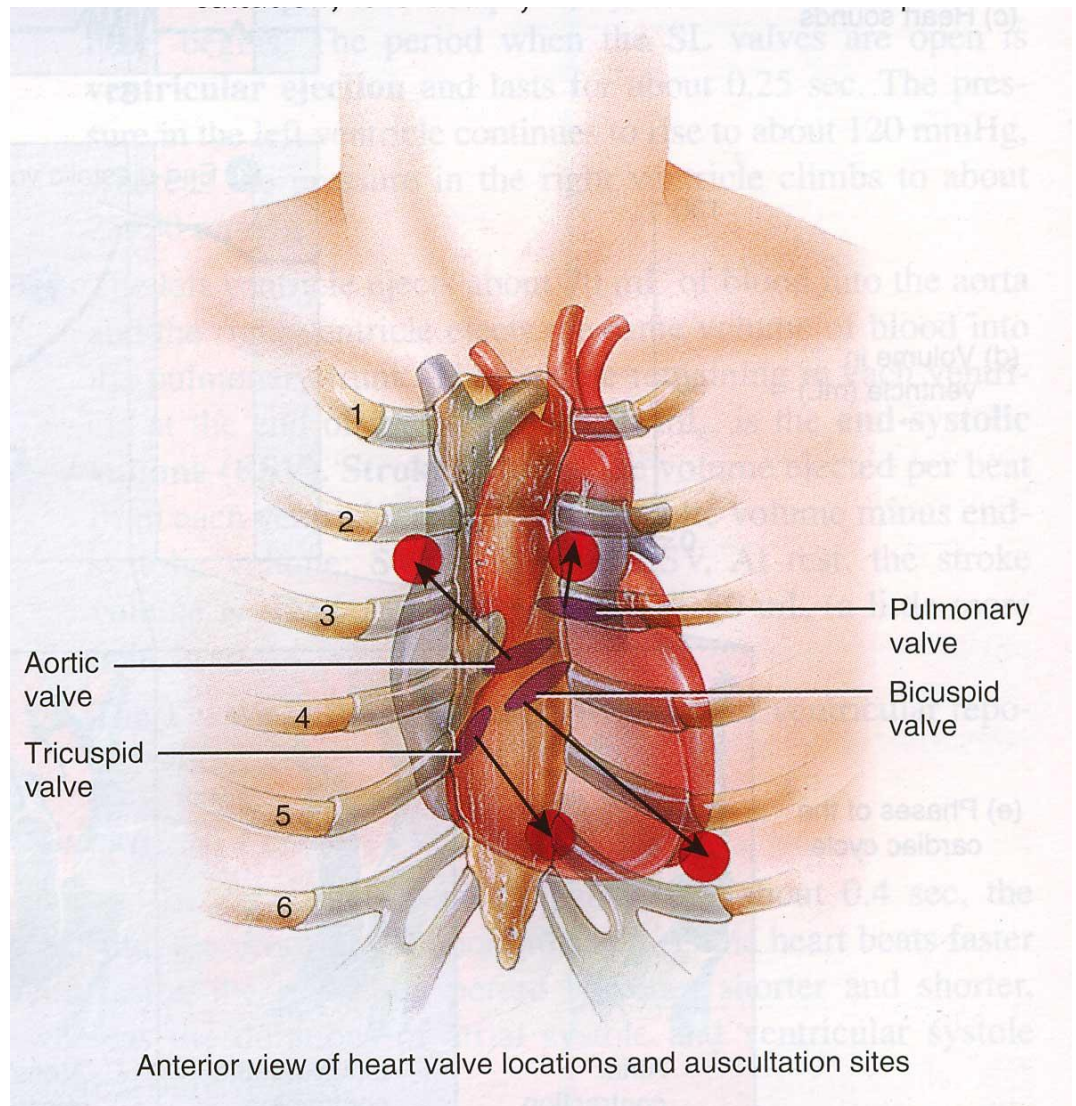


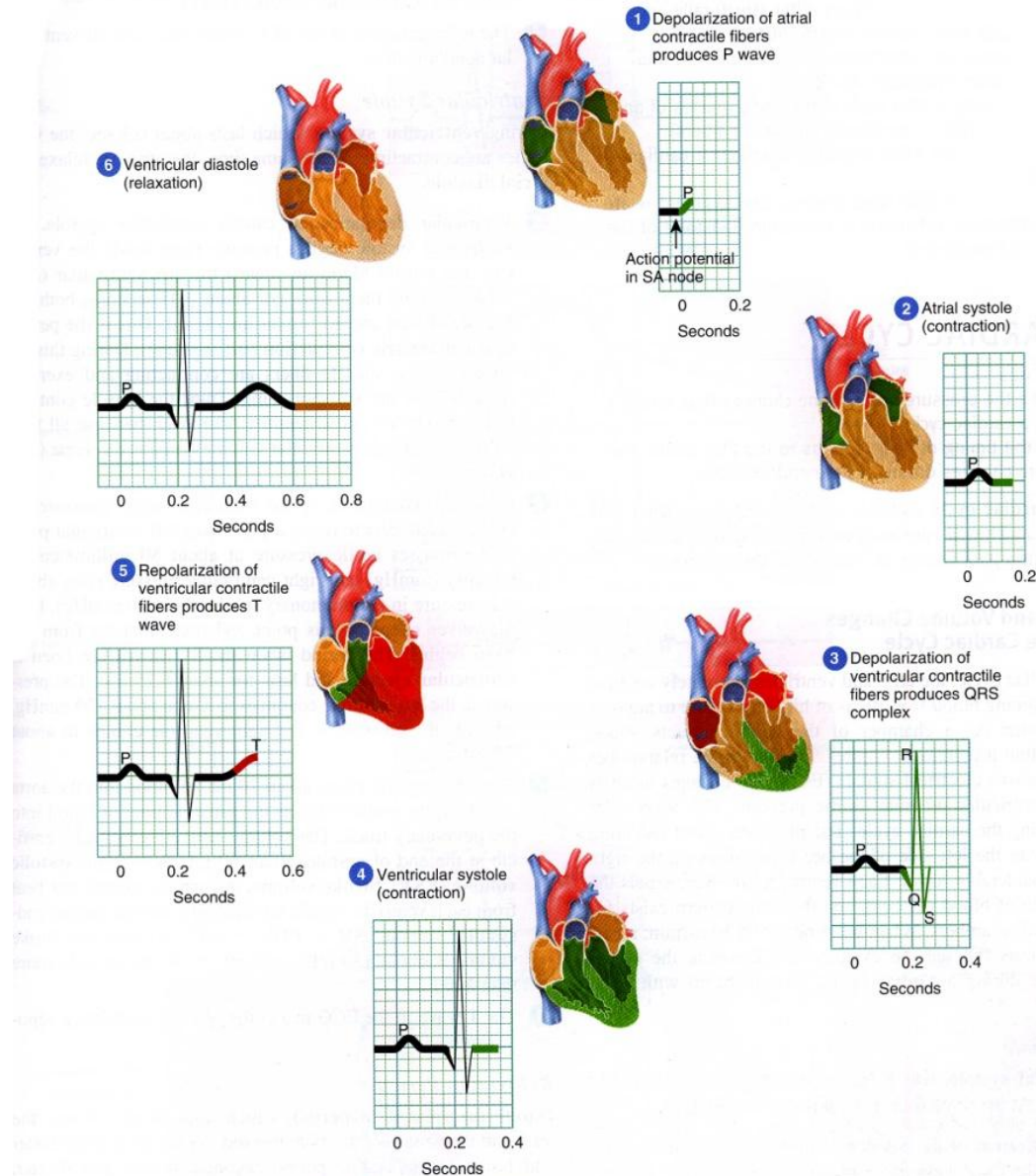
Figure 20-15 Heart sounds
Location of valves (purple) and auscultation sites (red) for heart sounds.

Figure 20-13

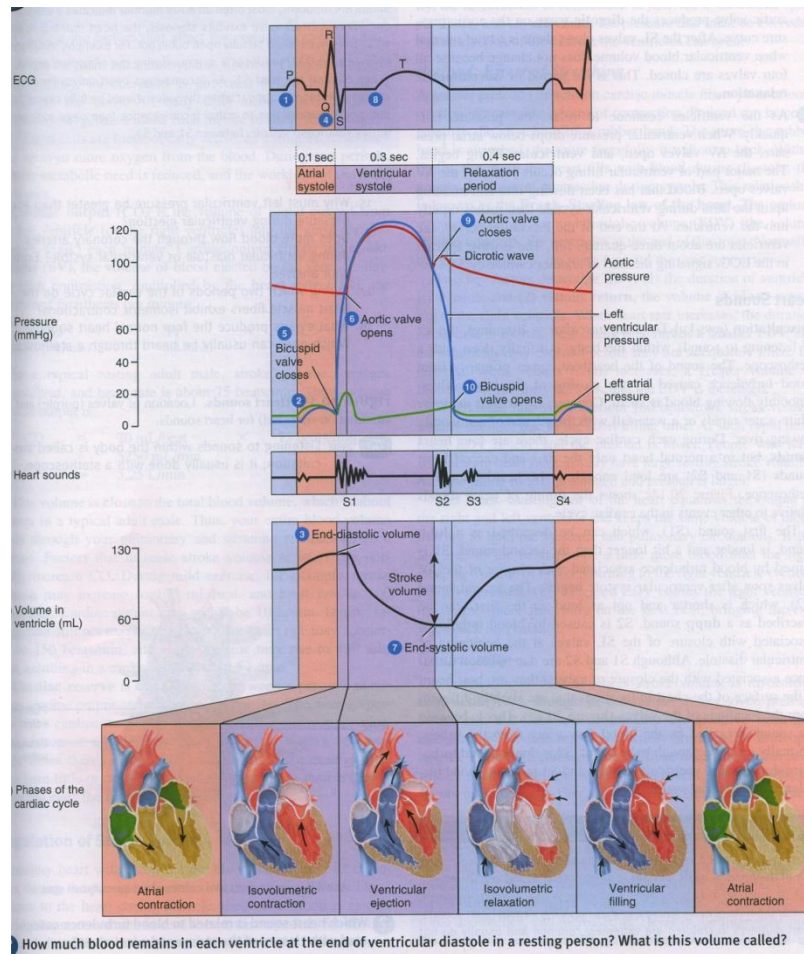
Timing and route of action potential depolarization and repolarization through the conduction system and myocardium.

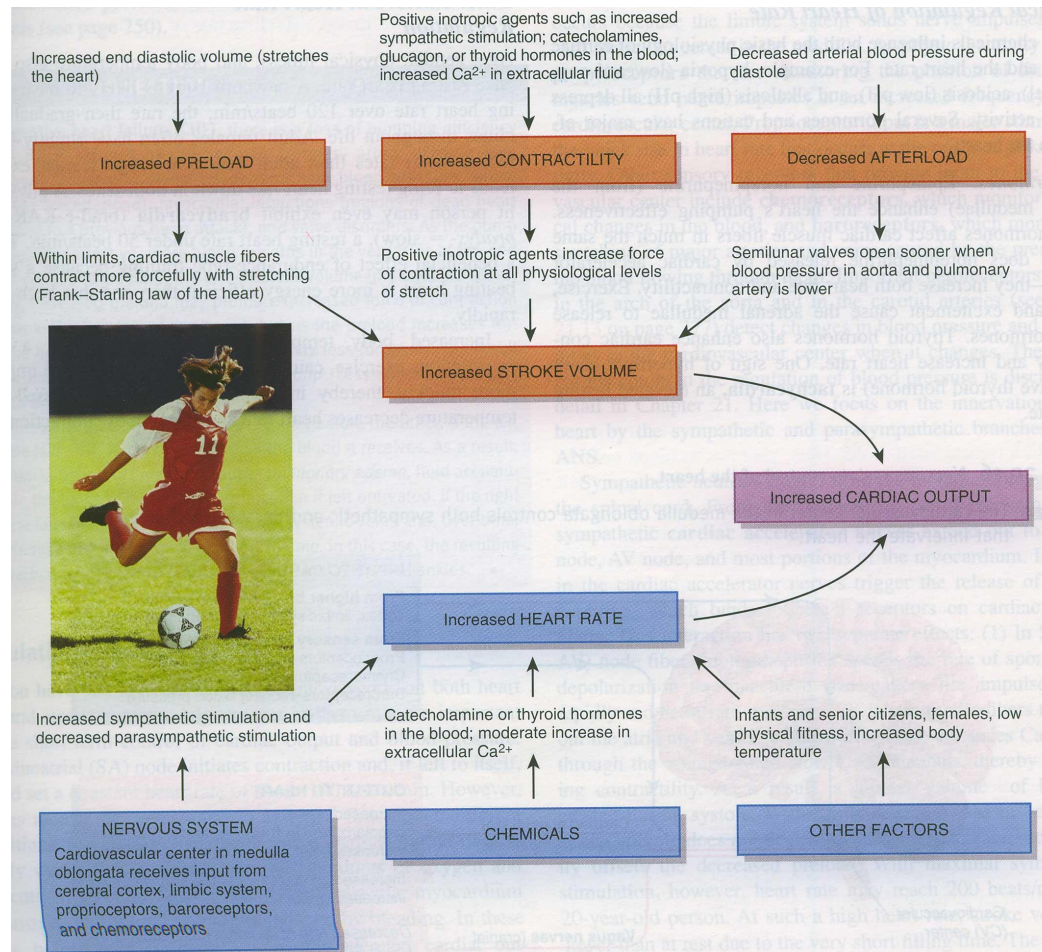
Green indicates depolarization and red indicates repolarization

Depolarization causes contraction and repolarization causes relaxation of cardiac muscle fibers



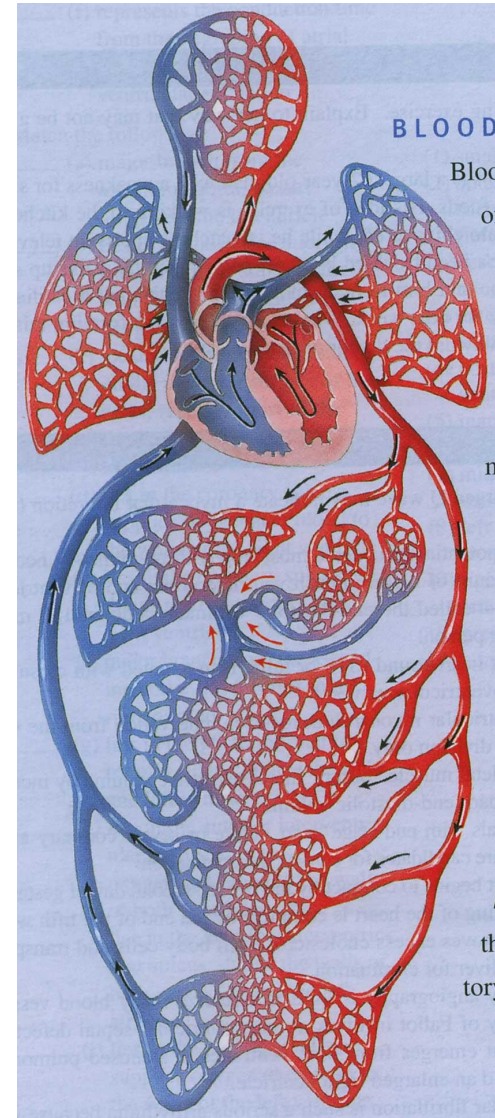
? Where in the conduction system do action potentials propagate most slowly?



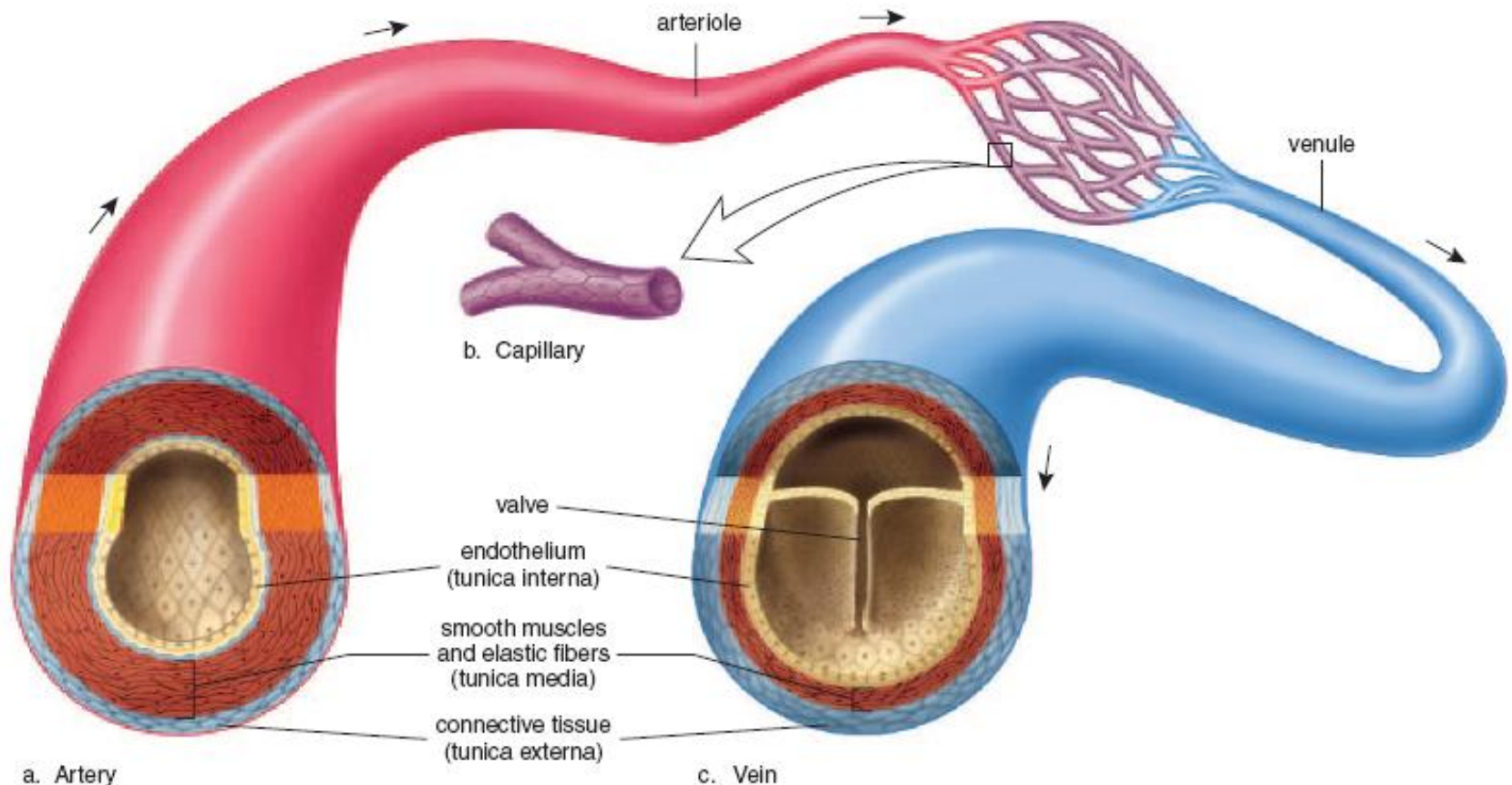


Blood vessel dan hemodinamika

- Struktur & Fungsi P. Darah
- Distribusi darah
- Hemodinamika
- Faktor yang mempengaruhi aliran darah
- Pengontrolan aliran darah
 - baroreseptor refleks
 - Chemoreseptorrefleks
 - Hormonal



ANATOMI PEMBULUH DARAH



Blood vessels. The walls of arteries and veins have three layers. The tunica interna is an endothelium with a basement membrane; the tunica media is smooth muscle tissue and elastic fibers; the tunica externa is composed of connective tissue. **a.** Arteries have a thicker wall than veins because they have a thicker middle layer than veins. **b.** Capillary walls are one-cell-thick endothelium. **c.** Veins are larger in diameter than arteries, so collectively, veins have a larger holding capacity than arteries.

- Arteri bercabang-cabang ke seluruh tubuh yang disebut **arteriol** dan akhirnya akan menjadi **kapiler** (pembuluh darah rambut).
- Arteri mempunyai dinding yang kuat dan tebal serta elastis, terdiri atas:
 - **Tunika intima/interna**: terdiri atas jaringan endotel dan merupakan lapisan terdalam.
 - **Tunika media**: lapisan tengah dan terdiri atas jaringan otot polos sehingga dapat elastis.
 - **Tunika eksterna/adventitia**: lapisan luar sekali yang terdiri atas jaringan ikat untuk menguatkan arteri.
- Arteri dapat mengecil (**vasokonstriksi**) dan melebar (**vasodilatasi**) oleh pengaruh saraf dari sistem saraf otonom.

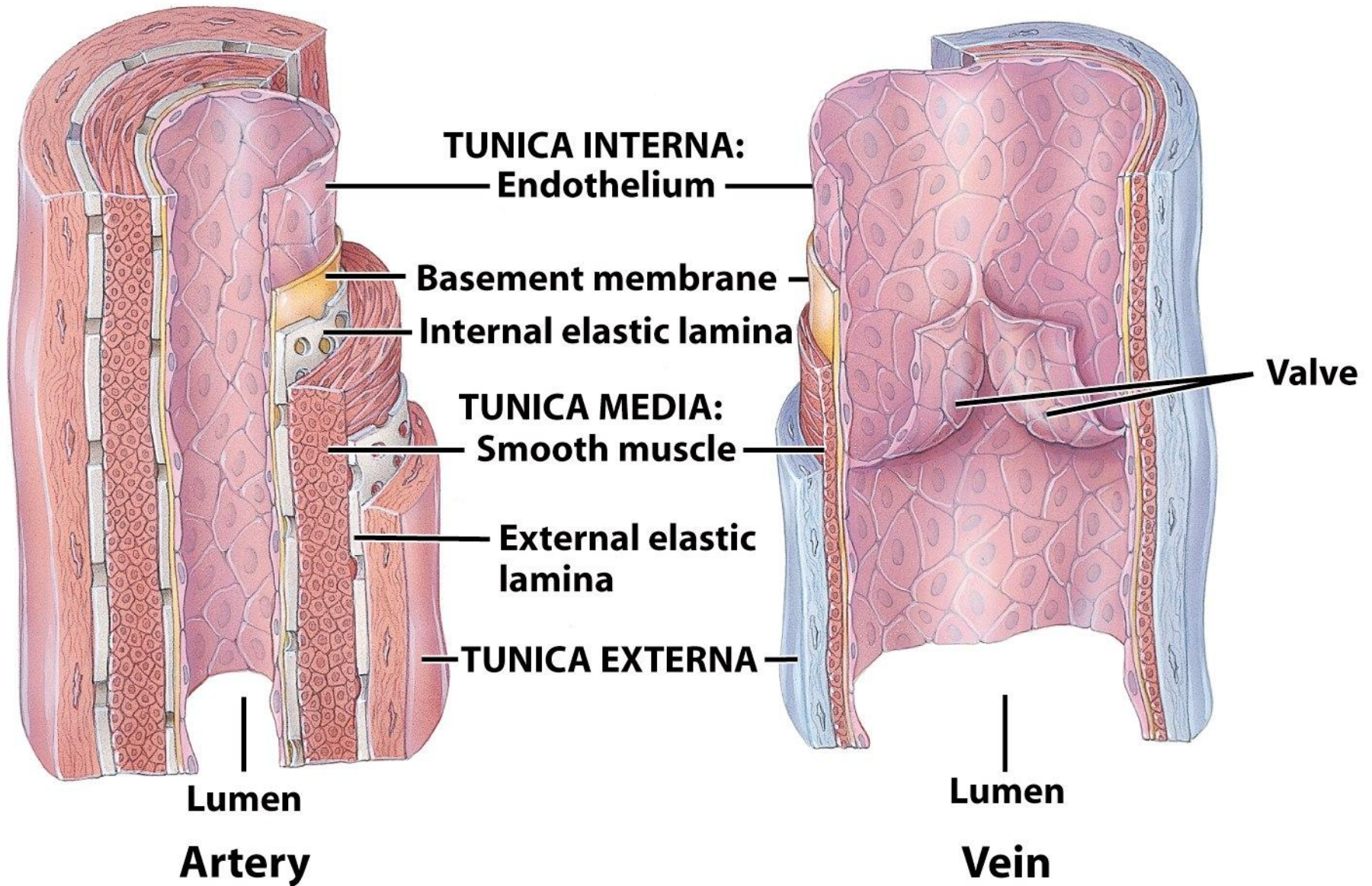
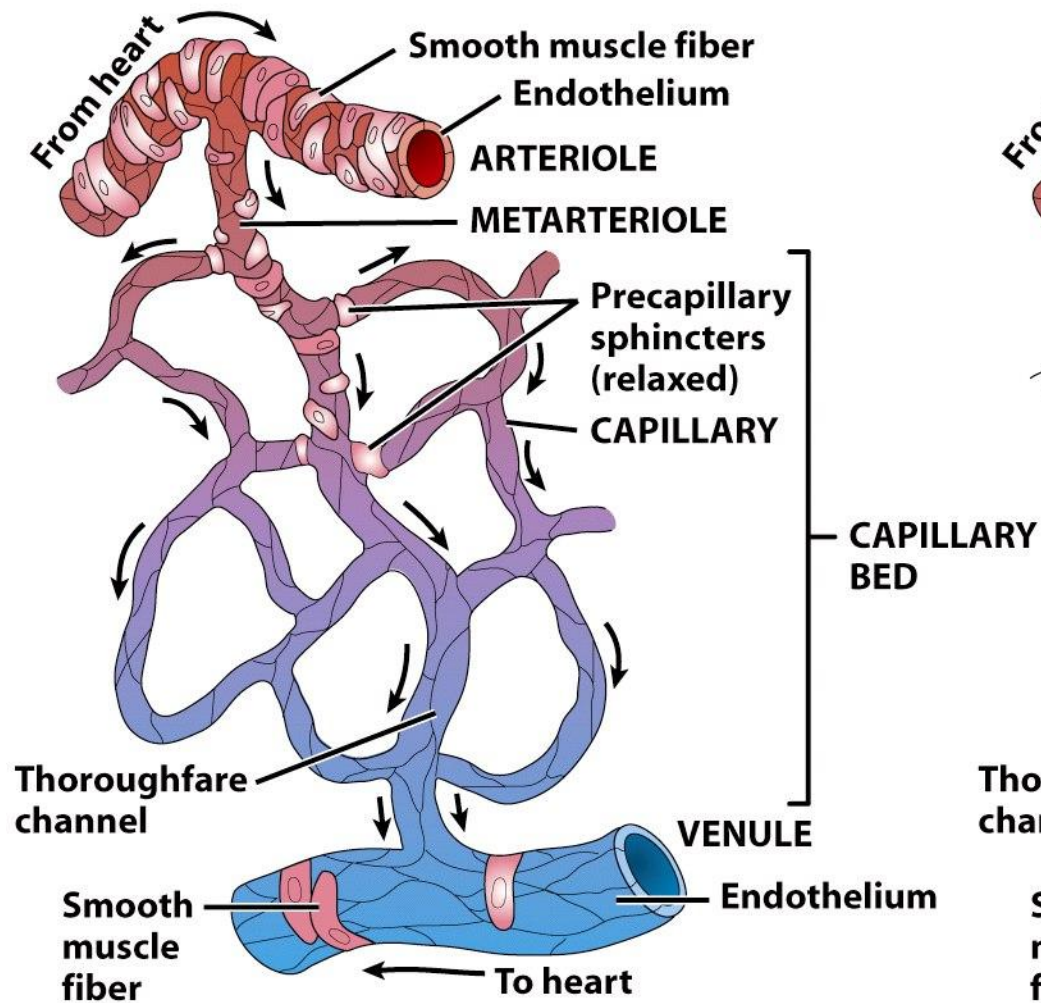
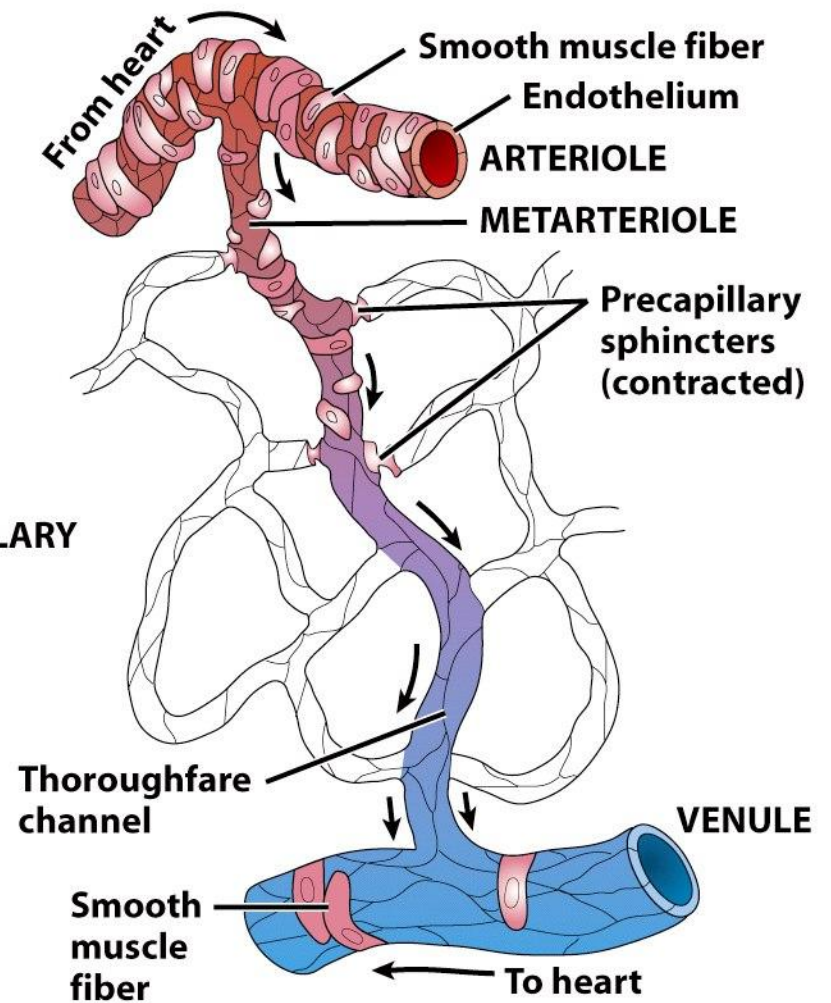


Figure 21-1ab Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons



(a) Sphincters relaxed: blood flowing through capillary bed



(b) Sphincters contracted: blood flowing through thoroughfare channel