

# 14

## 循環系

### 1. 心臓

#### 1) 構造

位置：胸腔内、両肺の間 第2肋骨と第5肋間

後方：食道、下方：横隔膜、両側：肺胞、前方：肋骨壁

心尖：左第5肋間 心臓の先端部

心底（心基部）：心臓の円錐部の底面（心房部位、第1肋間中央）

重さ：男性290 g 女性230 g

構造：粘 膜 単層扁平上皮

心筋層 心房は2層 心室は3層 左心室は右心室より3倍壁が厚い、横紋筋

心外膜 漿膜性心膜（壁側、臓側（心外膜））

線維性心膜（心嚢）

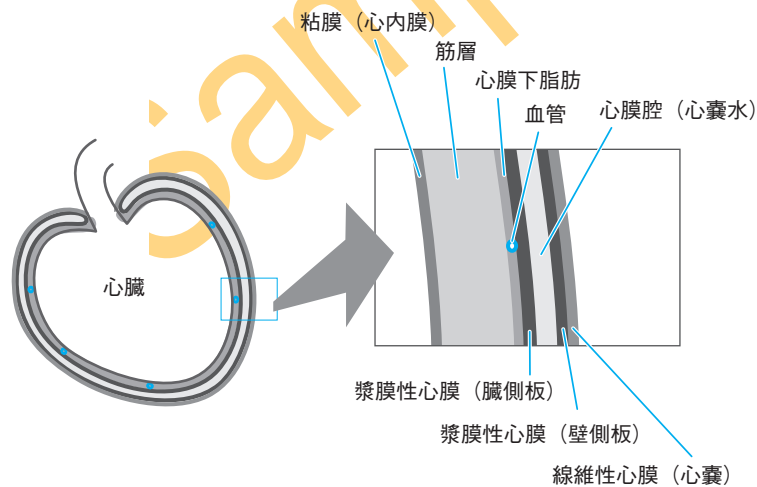


図14-1 心臓の構造

弁： 僧帽弁：左房室弁（二尖弁）

大動脈弁：左心室と大動脈の間、半月弁（3つ）

三尖弁：右房室弁

肺動脈弁：右心室と肺動脈の間、半月弁（3つ）

腱索有（乳頭筋の先端）

腱索無

腱索有（乳頭筋の先端）

腱索無

心房：心房中隔：卵円窩（卵円孔が生後閉鎖） 中隔鎌：左凸  
 心耳：左右：心房に耳たぶ状の突出部  
 心室：心室中隔 右凸

その他

Valsalva洞：大動脈の起始部

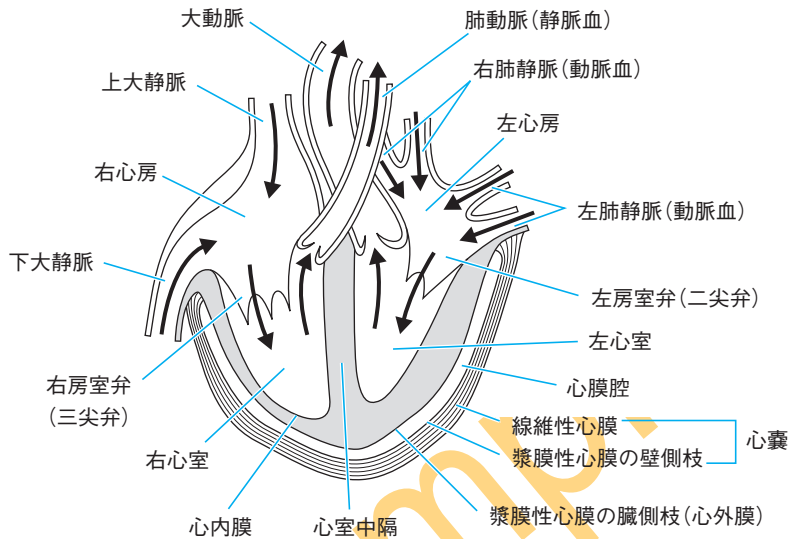
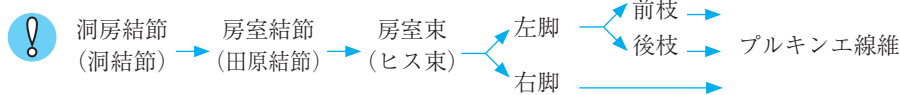


図 14-2 心臓と血管

心臓に出入する血管

- 入
  - 右心房：上大静脈、下大静脈、冠静脈洞
  - 左心房：左右2本ずつの肺静脈
- 出
  - 右心室：肺動脈
  - 左心室：大動脈

## 2) 刺激伝導系



房室系：房室結節以下をいう  
 洞房結節、房室結節は右心房にある。

## 3) 心臓の機能的活動

心臓の機能的活動 1周期 0.8秒

収縮期	等容性収縮期	心室筋の等尺性収縮	0.05 秒	房室弁閉鎖→大動脈弁開放
	駆出期	駆出	0.25 秒	大動脈弁開放→大動脈弁閉鎖
拡張期 (弛緩期)	等容性拡張期	容積変化なく弛緩	0.1 秒	大動脈弁閉鎖→房室弁開放
	充満期	血液が心室に	0.4 秒	房室弁開放→房室弁閉鎖
心房収縮期		心房が収縮		

## 4) 心臓の調節と中枢

心臓抑制中枢：副交感神経、迷走神経

心臓促進中枢：交感神経

心臓の調節

- (1) 変周期作用（変時作用） 心拍数の変化
- (2) 変力作用 心房心室の収縮力の変化
- (3) 変伝導作用 房室伝導の変化 PR間隔の変化
- (4) 変閾作用 心筋の興奮閾値の変化

循環中枢（心臓血管中枢）：延髄

	感受部位	感受刺激	反応	
化学調節	中枢（延髄）	CO <sub>2</sub> ↑、pH ↓	心拍 ↑	
	末梢 頸動脈小体 大動脈小体	O <sub>2</sub> ↓	心拍 ↑	
圧調節	頸動脈洞 大動脈弓	血圧 ↑	血圧 ↓	洞圧反射
	右房（拡大）	静脈還流 ↑	心拍 ↑、収縮力 ↑	Bainbridge 反射
張力	心室	心室伸展 ↑	心収縮力 ↑	Starling の法則
呼吸調整		吸気	心拍 ↑	
		呼気	心拍 ↓	
その他	眼球	圧迫	心拍 ↓	Aschner テスト
	胸腔内	胸腔内圧 ↑	BP ↑ 後 ↓、心拍 ↑	Valsalva 試験

表 心臓の調節

刺激因子	受容器の位置	求心路	中枢	効果
血圧低下／上昇	頸動脈洞	舌咽神経	延髄	動脈壁収縮／弛緩
	大動脈弓 心房	迷走神経		心機能（収縮力、心拍数）亢進／低下
血中O <sub>2</sub> 分圧低下	末梢 頸動脈小体 大動脈小体	舌咽神経 迷走神経	延髄	動脈壁収縮 心機能（収縮力、心拍数）亢進
脳脊髄液中pH低下 脳脊髄液中CO <sub>2</sub> 分圧上昇	中枢 延髄		延髄	動脈壁収縮 心機能（収縮力、心拍数）亢進

遠心路は全て迷走神経。頸動脈小体は頸動脈球ともいう。

表 心拍数の変化

	心拍数増加	心拍数減少
血圧、脳内圧	下降	上昇
運動	筋運動↑	安静
CO <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> ↑、O <sub>2</sub> ↓	CO <sub>2</sub> ↓、O <sub>2</sub> ↑
痛覚	激しい痛み	三叉神経、内臓痛
呼吸	吸気	呼気
体温	上昇	低下
薬物	カテコールアミン サイロキシン	アセチルコリン
自律神経	交感神経亢進	迷走神経亢進
感情	羞恥、怒、精神興奮	恐怖、悲
その他	貧血	

## 5) 心電図と心音

## (1) 心電図

## 誘導

- ① 標準双極肢誘導 3電極 縦断面で各方向より電位を測定  
I 左手-右手 II 左足-右手 III 左足-左手
- ② 単極肢誘導 3電極 縦断面で各方向より電位を測定  
aVR 右手 aVL 左手 aVF 左足
- ③ 胸部誘導 6電極 横断面で各方向より電位を測定  
V1～V6

P波	心房の脱分極 活動電位	0.1秒以内
PQ時間	房室伝導時間	0.12～0.20秒
QRS	心室の脱分極 活動電位	0.1秒以内
QRS時間	心室の興奮伝導時間	0.1秒以内
ST	脱分極の終了と再分極の開始	+0.1 mV～-0.005 mV
QT時間	収縮期時間	0.3～0.4秒
T波	心室の再分極 回復期	0.10～0.25秒
U波	プルキンエ線維の再分極	

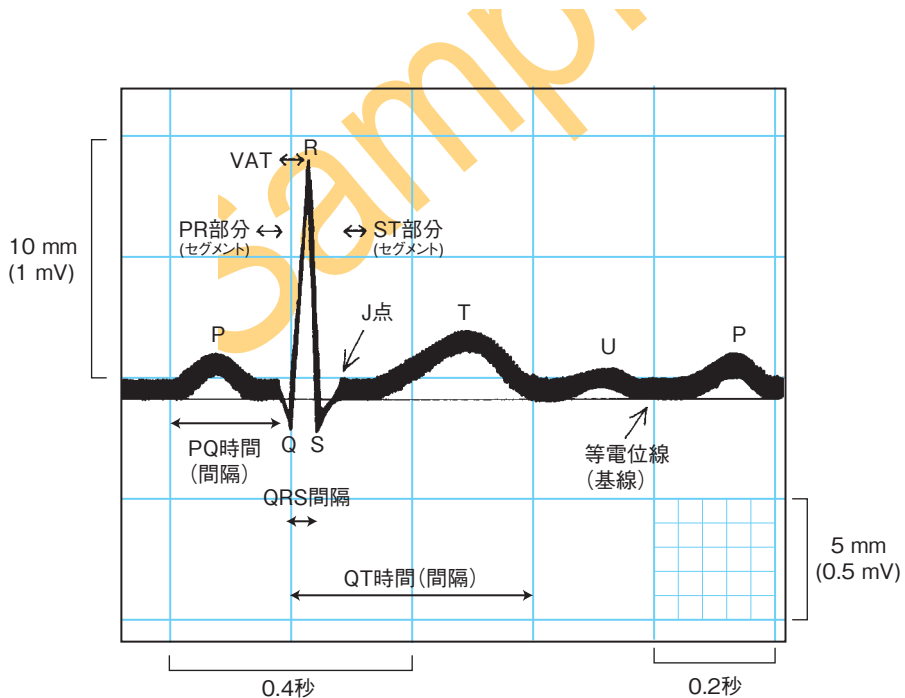


図14-3 心電図の波形

## 標準的な心電図

感度 (校正) 1 mV 1 cm  
 掃引速度 1 秒 2.5 cm

## 異常波形

心房細動 (絶対不整脈)

上室性期外収縮

心室性期外収縮

房室ブロック: 1度

2度 I型: Wenkebach (ウエンケバッハ) 型 II型: Mobitz (モビッツ) 型

3度 完全房室ブロック

脚ブロック: 左脚、右脚ブロック

心筋梗塞: 異常Q波の出現、STの上昇

心室肥大:

右室肥大:  $V_1$ のR/S > 1、 $RV_1 > 5$  mm

左室肥大:  $SV_1 + RV_5 \geq 35$  mm、ST降下、左軸偏位

頻脈 (100拍/分以上)

徐脈 (50、または60拍/分以下)

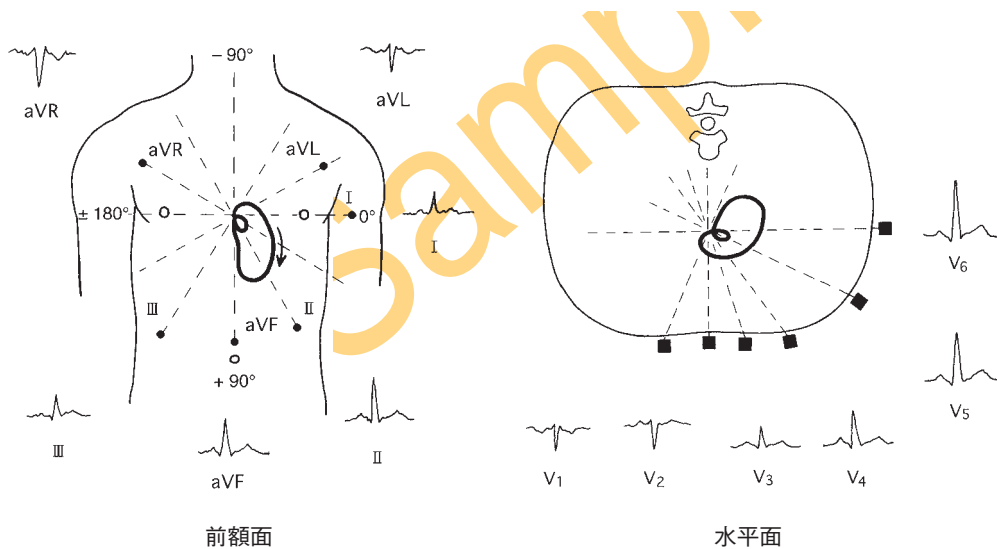


図14-4 誘導と心電図波形

(2) 心音

① 第1心音：

長くて低い鈍い音  
 心室収縮の初期  
 房室弁閉鎖  
 大動脈弁開放

② 第2心音：

短くて高く鋭い音  
 心室拡張の初期  
 大動脈弁閉鎖  
 房室弁開放

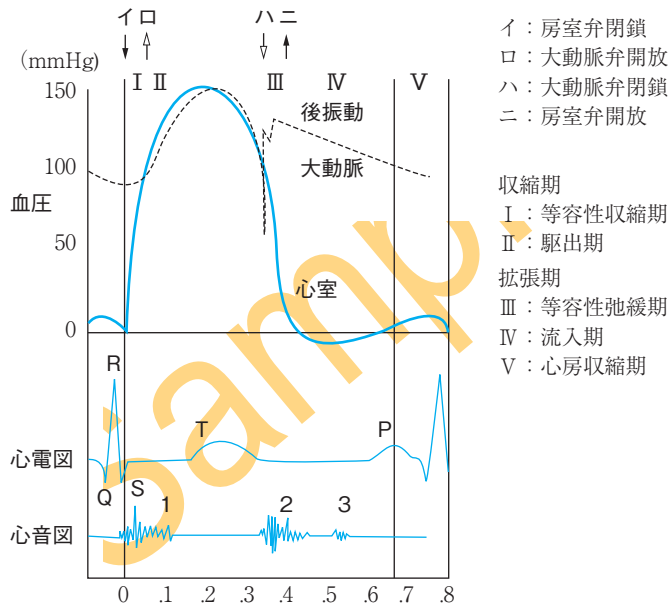


図14-5 心臓拍動に伴う諸現象（血圧、心電図、心音図）

## 2. 血管

### 1) 構造

動脈、静脈 3層

内 膜：内皮 単層扁平上皮 静脈には弁有り

中 膜：平滑筋と弾性線維

外 膜：

毛細血管 2層

内皮

基底膜

リンパ管

弁有り

### 2) 全身循環

体循環（大循環）：左心室→大動脈→毛細血管 →大静脈→右心房

肺循環（小循環）：右心室→肺動脈→肺毛細血管→肺静脈→左心房

### 3) 動脈

上行大動脈→大動脈弓→胸大動脈→腹大動脈→総腸骨動脈→外腸骨動脈→大腿動脈→\*

5～6 cm 第2胸肋 Th4 Th12 L4 仙腸J 鼠径靱帯 内転筋腱裂孔

\* →膝窩動脈  
 前脛骨動脈→足背動脈  
 後脛骨動脈→内・外足底動脈

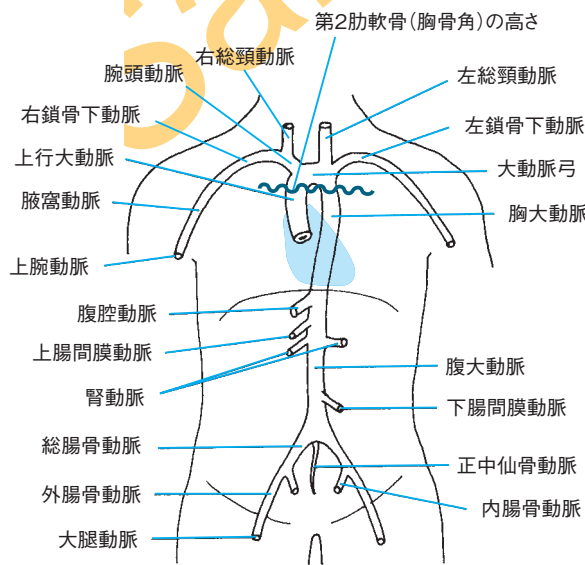


図 14-6 動脈の本幹（大動脈）



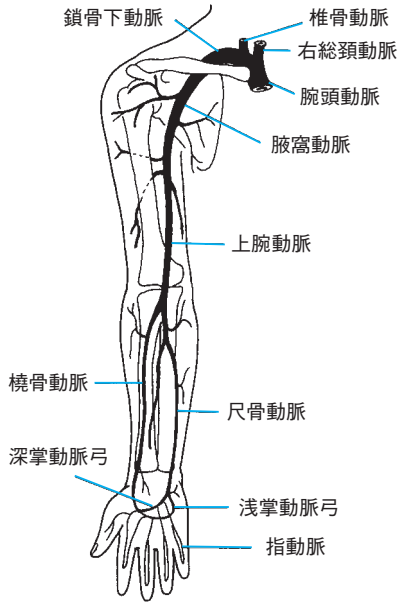


図 14-7 右上肢の動脈

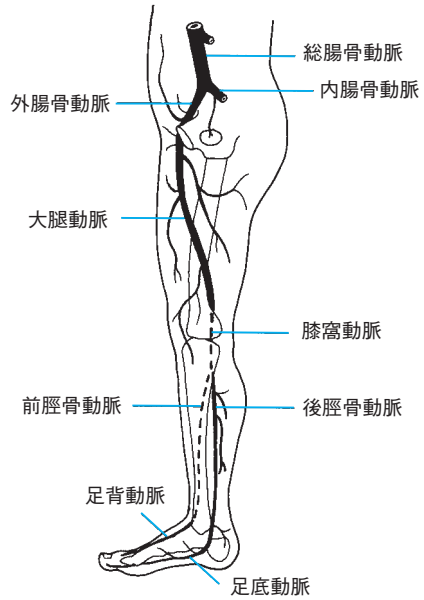


図 14-8 右下肢の動脈

大動脈弓の分岐（左肺の内側面に接する）

腕頭動脈（右総頸動脈、右鎖骨下動脈） 1本

左総頸動脈

左鎖骨下動脈

鎖骨下動脈→腋窩動脈→上腕動脈→（橈骨動脈、尺骨動脈）

冠状動脈（左右の動脈は吻合がある）

左冠状動脈

前下行枝（前室間枝） 左室前壁、中隔前2/3、乳頭筋心尖

回旋枝 左室側壁、左房、左後壁

右冠状動脈

後下行枝（後室間枝） 右房、右室、下壁、後壁  
洞結節、房室結節、中隔後1/3

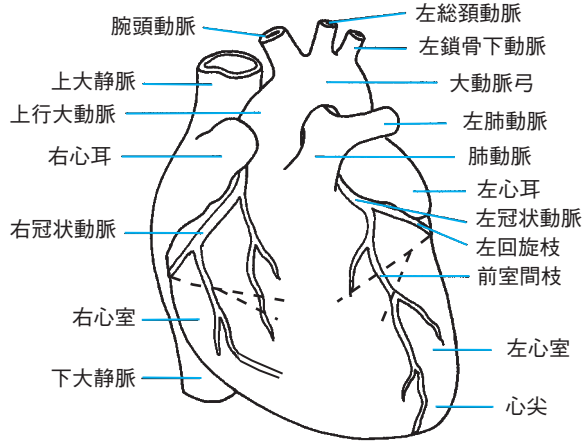


図 14-9 心臓の前面

#### 各臓器別血管

腹腔動脈：肝臓、胆嚢、脾臓、胃、膵臓、十二指腸

上腸間膜動脈：小腸、盲腸、上行結腸、横行結腸、膵臓、十二指腸

下腸間膜動脈：下行結腸、S状結腸、直腸

腎動脈：腎臓

内腸骨動脈：直腸、膀胱、子宮

外腸骨動脈：下肢

#### 副腎への血管

下横隔動脈、大動脈、腎動脈から分岐する上・中・下副腎動脈

右：副腎静脈→下大静脈

左：副腎静脈→左腎静脈→下大静脈

#### 膀胱への血管

内腸骨動脈→上・下膀胱動脈

#### 子宮への血管

内腸骨動脈→子宮動脈

#### 肝臓への血管

機能血管：門脈：脾静脈、上腸間膜静脈、下腸間膜静脈、胃静脈

栄養血管：大動脈→腹腔動脈→総肝動脈→固有肝動脈

肝静脈→下大静脈

食道下部：食道静脈→奇静脈→上大静脈

短胃静脈→脾静脈→門脈

直腸：上直腸静脈→下腸間膜静脈→門脈

中・下直腸静脈→内腸骨静脈→下大静脈

#### 膵臓への血管

腹腔動脈→総肝動脈→胃十二指腸動脈→膵臓

腹腔動脈→脾動脈→膵臓

## 4) 静脈

腕頭静脈（2本） 左右対称

鎖骨下静脈+内頸静脈=腕頭静脈→上大静脈

門静脈に注ぐ静脈：胃、小腸、大腸、膝、脾……腎と副腎は下大静脈へ

- ① 脾静脈
- ② 上腸間膜静脈
- ③ 下腸間膜静脈
- ④ 胃静脈

心臓へ入る（右心房）静脈

- ① 上大静脈
- ② 下大静脈
- ③ 冠状静脈洞

奇静脈：脊柱の右側を走行し、右肋間静脈と時に気管支静脈と合流→上大静脈

皮静脈（表在静脈）

- ・ 下肢：大伏在静脈（足背静脈網、足底静脈網→内果の前→膝の内側→大腿の内側）  
小伏在静脈（足の外側縁→外果後ろ→膝窩）
- ・ 上肢：橈側皮静脈、前腕正中皮静脈、尺側皮静脈

## 5) リンパ組織、リンパ節とリンパ管

## 1) リンパ組織

- 一次リンパ組織：リンパ球の産生  
骨髄、胸腺、(脾臓)
- 二次リンパ組織：免疫作用の場  
リンパ節、扁桃腺、脾臓、腸管のパイエル板

## 2) リンパ節

- ・ 皮質と髓質
- ・ 作用：免疫器官、異物の関所



## 3) リンパ管の分類

- ① 毛細リンパ管：弁なし、単層の内皮細胞
- ② リンパ管：弁あり
- ③ リンパ本幹：
  - 右リンパ本幹（右頸、右鎖骨下、右気管支縦隔のリンパ本幹） →合流角へ
  - 胸管（左右腰、腸のリンパ本幹）+左頸、左鎖骨下 →合流角へ
 静脈に合流場所：鎖骨下静脈（内頸静脈との合流部）合流角または静脈角

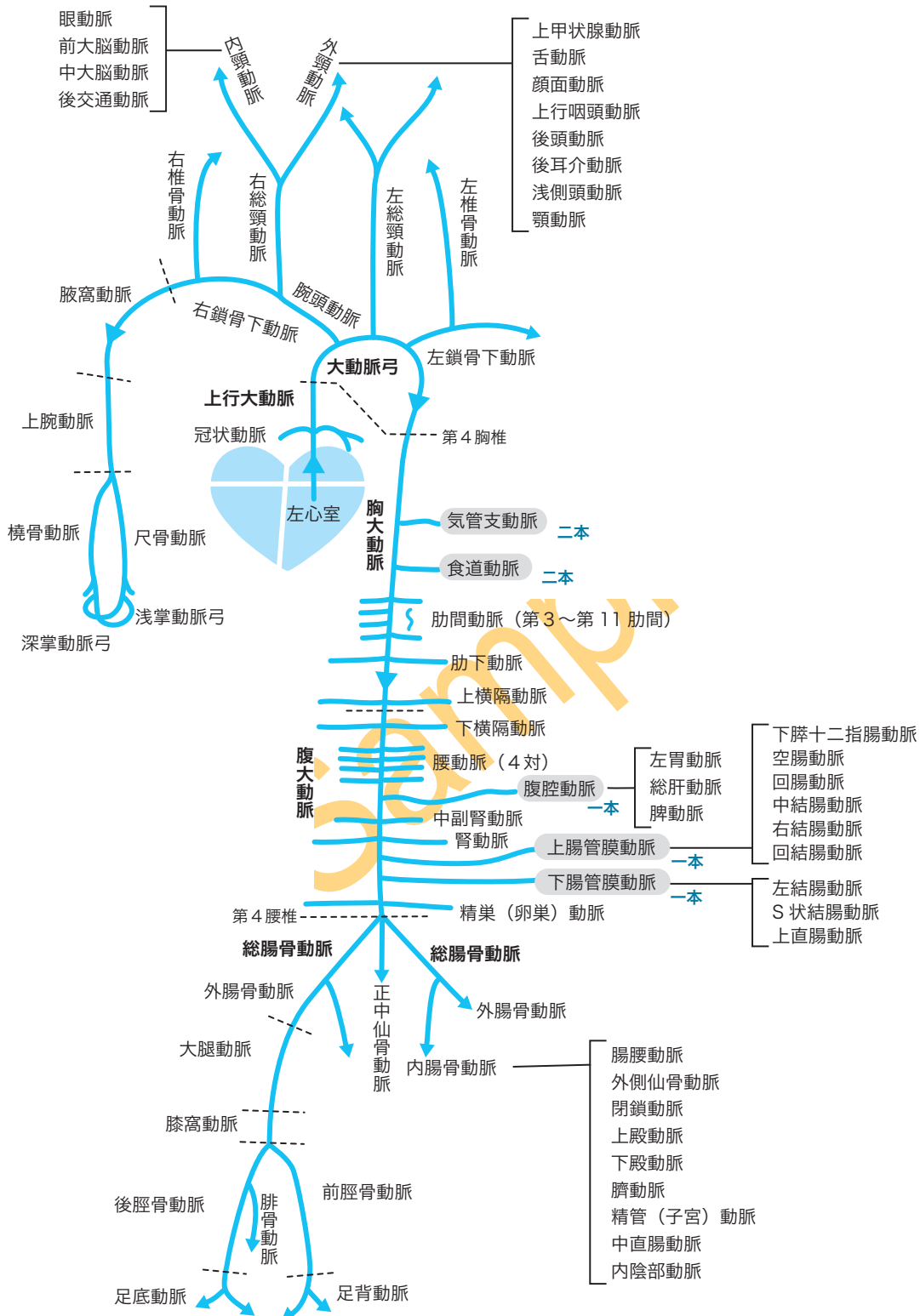


図 14-10 動脈の分枝

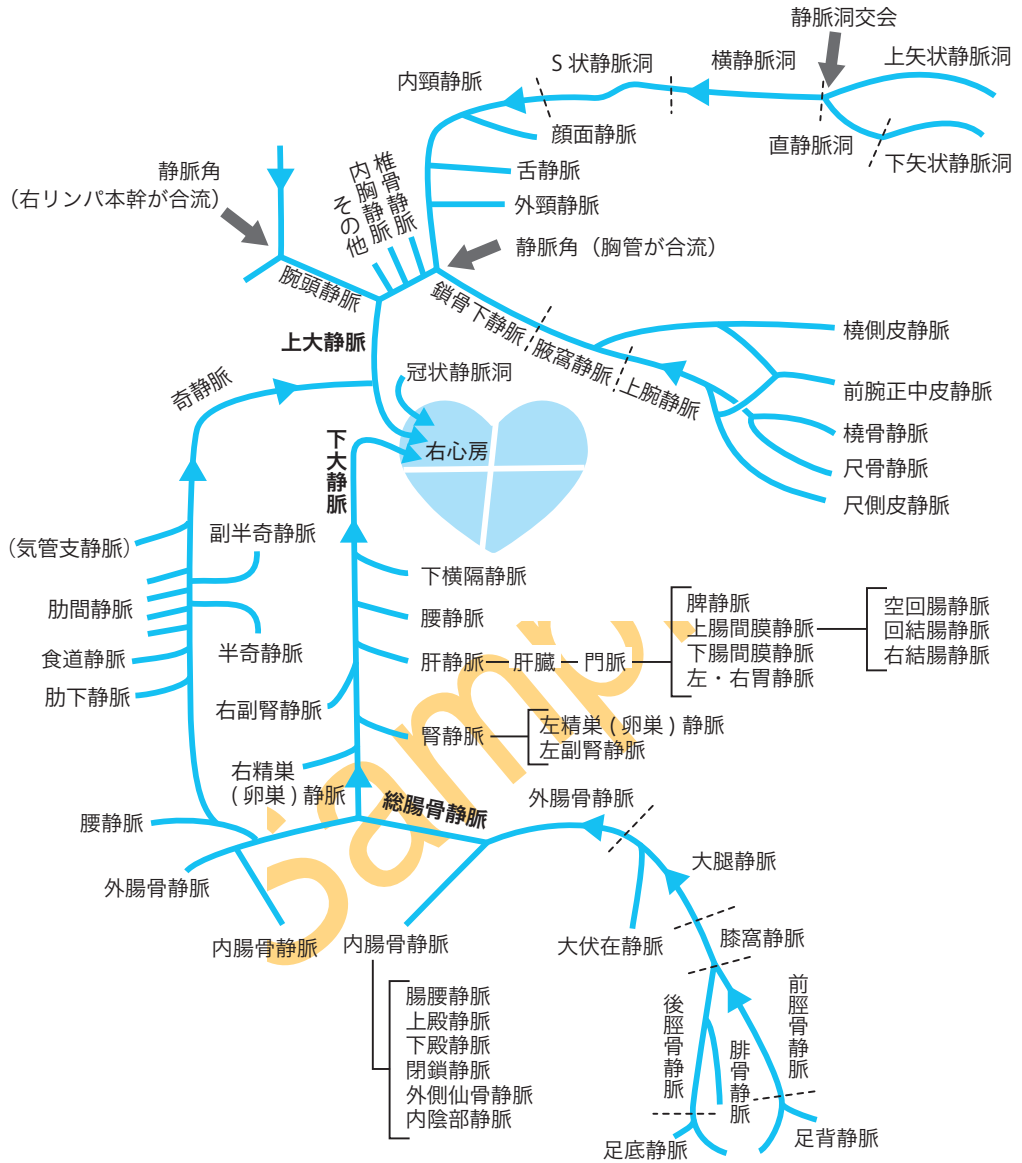


図 14-11 静脈の分枝

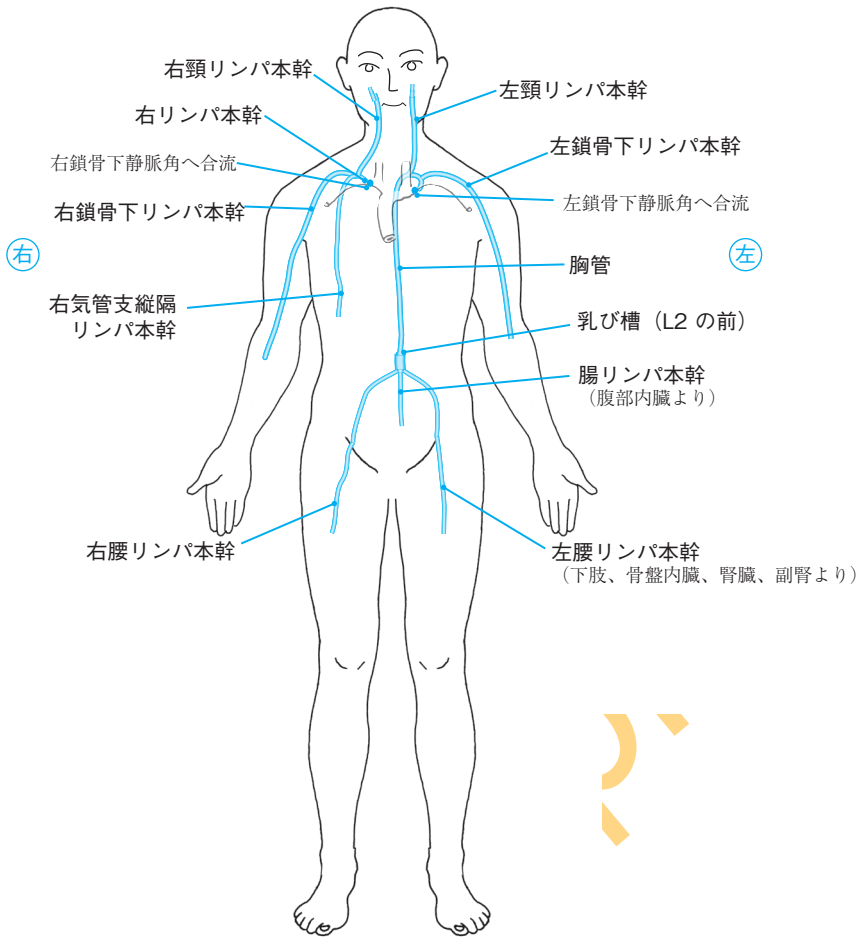


図 14-12 リンパ本幹

## 6) 胎児の循環

- ① ボタロー管（肺動脈と大動脈弓）
- ② 卵円孔（心房中隔）：右心房と左心房をつなぐ孔。胎児のときに肺呼吸せず肺に血液を送らない。下大静脈から右心房に入った血液が右心室に向かわず卵円孔を通して左心房から左心室へと流れる。  
卵円孔は出生後2～3日で閉鎖する。
- ③ 静脈管（アランチウス管）肝臓をバイパス、門脈と下大静脈を結ぶ管
- ④ 臍動脈2本（内腸骨動脈の分枝） 臍静脈1本（門脈と下大静脈に合流）（ $O_2$  栄養多い）

胎盤（子宮の上部に形成）：受精後約5週目から始まり、13週頃に完成

役割：代謝産物交換、ガス交換、免疫機能支援

出生後：

臍静脈→肝円索

静脈管→静脈管索

母親側：子宮動脈が胎盤へ

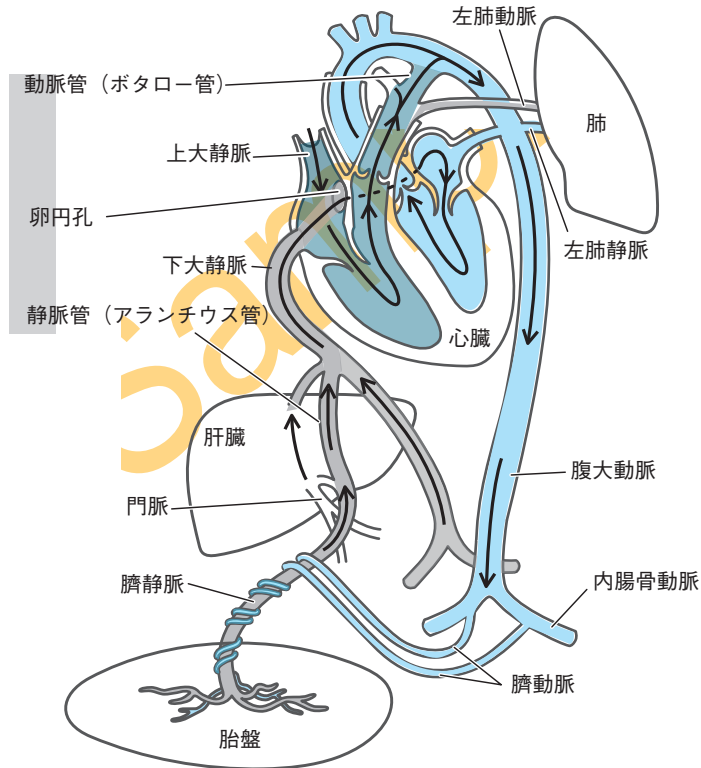


図14-13 胎児の循環