

## 第5章 循環障害 2024

日本人の死因として、がん、心筋梗塞などの心疾患や脳梗塞・脳出血などの脳血管疾患が重要である。

心筋梗塞や脳血管障害が循環障害により生じる。

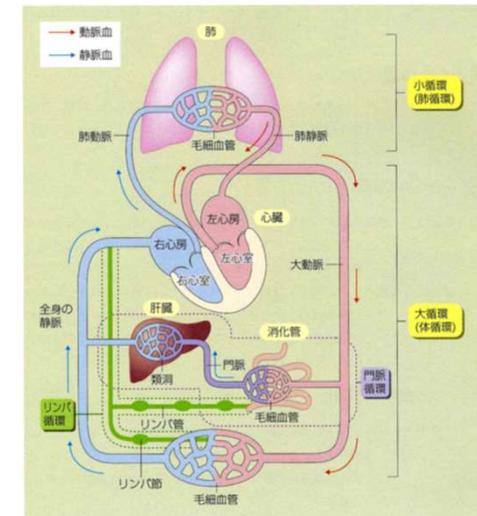
1

### A 循環系の概要

循環系は、全身の細胞や組織が正常に機能する為に必要な酸素や栄養を供給し、老廃物を運び出し、体液の恒常性（ホメオスタシス）を正常に保つたはらまがある。

血液循環  
 体循環（大循環）  
 肺循環（小循環）  
 門脈循環  
 2つの毛細血管網

リンパ循環



▶ 図 4-1 循環器系模式図

2

### B 浮腫（水腫）

血管から漏れ出した水分が、細胞内や組織間隙、あるいは体腔内（心膜内、胸腔、腹腔）に過剰に貯留した状態を、**浮腫（edema）**あるいは**水腫**と云う。心嚢水、胸水、腹水

全身浮腫（アナサルカ *anasarca*）：全身性の高度浮腫

#### ① 浮腫の原因

- 毛細血管圧の上昇**：うっ血性心不全（心原性浮腫）、静脈の圧迫、血栓による血流のうっ滞が毛細血管圧を上昇し、浮腫が生じる。
- 血漿膠質浸透圧の低下**：血漿タンパク質の量により、毛細血管の浸透圧（血漿膠質浸透圧）が変動し、水分が移動する。ネフローゼ症候群（低蛋白血症、低アルブミン血症）にて、浮腫（腎性浮腫）が生じる。
- 血管壁の透過性の亢進**：炎症や蛇毒。
- リンパ管の閉塞または狭窄**：がんにおけるリンパ節切除で、リンパ液のうっ滞が生じる。

#### ② 浸出液と漏出液

- 浸出液**：血管壁の透過性の亢進で、蛋白質含有の多い（リバルタ反応陽性）浸出液が血管外に出る。
- 漏出液**：炎症以外の原因でリバルタ反応陰性の漏出液がでる。

3

### C 充血とうっ血

① **充血**：局所の拡張した動脈内に血液量が増加した状態。

充血の原因：(1)筋肉などの組織の生理機能の亢進。(2)自律神経による動脈の拡張。(3)炎症に伴う。(4)温熱・紫外線によるもの。  
 皮膚の炎症での発赤と熱感。喜怒哀楽での顔面の発赤。

② **うっ血**：静脈血が心臓に向かう血流が妨げられ、静脈血流が停滞し、静脈・毛細血管の拡張が生じ、静脈血が増加した状態。

#### (1) うっ血の種類

**局所性うっ血**：血栓などによる内腔の閉塞、腫瘍や妊娠子宮による外部からの圧迫、腸管の捻転等で生じる。包帯での圧迫での末梢のうっ血。

**全身性うっ血**：急性心不全にて、全身性うっ血、肺うっ血は顕著。

#### (2) うっ血による変化

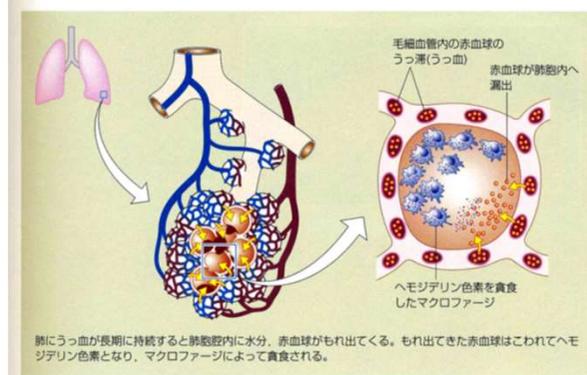
**うっ血の経過**：うっ血が持続すると、浮腫（水腫）が生じ、赤血球も漏出しヘモジデリンが沈着し、細胞や組織は酸素や栄養が欠乏し変性する。拡張した静脈周囲に結合組織が増殖し褐色硬化を示し、最終的には萎縮する。

**チアノーゼ**：皮膚などが、青紫色を示すことを云う。青紫色は、脱酸素化ヘモグロビンの増加による。

4

1

**肺うっ血**：肺うっ血の結果、肺胞内に水分や赤血球が漏出し、赤血球のヘモグロビンは、肺胞マクロファージに貪食される。この褐色の肺胞マクロファージを**心不全細胞**ないし**心臓病細胞**と呼ぶ。

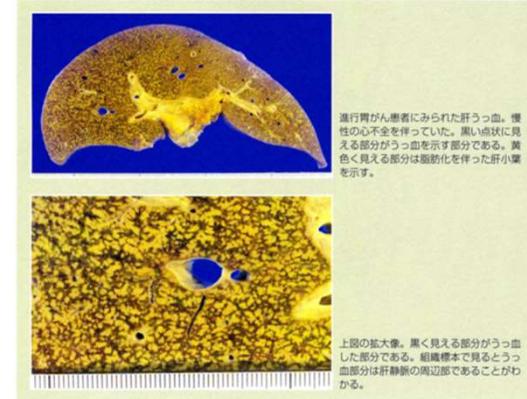


肺にうっ血が長期に持続すると肺胞腔内に水分、赤血球がもれ出てくる。もれ出てきた赤血球はこわれてヘモジデリン色素となり、マクロファージによって貪食される。

▶ 図 4-2 慢性肺うっ血(肺胞の模式図)

5

**肝うっ血**：長期化した全身うっ血（右心不全）で、肝小葉の中心部のうっ血による暗赤色と周囲の脂肪化による黄色の肝細胞の組み合わせの肉づく(ナツメグ)の断面の**肉づく肝**となる。



右心室－右心房の血圧が、右心不全では、直接、腹部大静脈に流れ込む肝小葉の中心静脈－肝静脈に影響する。

**肉づく肝**が長期化すると**心原性肝硬変**に至る。

▶ 図 4-3 肝うっ血

6

## D 出血

### ① 出血

出血は、血液の全成分が血管の外に流出することであり、破綻性出血と漏出性出血に大別される。。

- 破綻性出血**：血管壁が破れておこる出血。外傷や胃潰瘍、動脈・静脈の病変により、血管壁が壊れて、出血が生じる。  
例) 動脈瘤の破綻や高血圧による脳出血。
  - 漏出性出血**：血管壁は壊れずに、血管内皮の隙間から血液が血管外に出る出血。
    - 血管壁の脆弱性**：ビタミンCの欠乏（壊血病）
    - 血液凝固の異常**：
      - 血小板の減少（薬物、感染症、腫瘍等で、骨髄機能の障害）。
      - 血小板の寿命の短縮、血小板機能の障害、脾機能の亢進、凝固因子の生成異常（肝機能障害、ビタミンKの欠乏）、凝固因子の遺伝的欠乏（血友病）
- 出血性素因**：些細な外傷で出血し、なかなか止血しない状態。  
漏出性出血の形をとり、血友病、紫斑病、白血病等で生じる。

7

**脳出血**：通常の動脈よりも壁の薄い脳動脈の動脈瘤の破綻や、高血圧での血管壁の変性により、脳出血（破綻性出血）が生じる。



▶ 図 4-8 脳出血

8

### 3. 出血の種類と影響

**外出血**：身体外部への出血。  
**内出血**：身体内部への出血。  
**血腫**：組織内に出血し塊状にかたまった出血。  
**紫斑**：皮膚や粘膜の出血。小さな**点状出血**、大きな**斑状出血**

**出血の部位からの分類**  
**吐血**：胃などの上部消化管の終結を口から吐くもの。  
**下血**：血液が便に混じって肛門から出るもの。  
**喀血**：肺や気管支の出血した血液を痰と共に吐くもの。  
**血尿**：尿に血液が混じたもの。

9

### D 出血

#### ② 止血

**止血の機序**  
 止血は**血管**と**血液**の両面から生じる。

**血管が損傷**すると、その血管は**収縮**し、損傷部を小さくする。

損傷部に、**血小板が付着**し、**血液の凝固機序**で**フィブリン**が形成される。

止血を完全にする。

ローマ数字は凝固因子、aは活性化

●血液凝固の機序には内因性機序と外因性機序がある。  
 ●血管壁内の組織と血液との接触により組織トロンボプラスチンが、組織の摩擦により組織トロンボプラスチンが生じる。それがCa<sup>2+</sup>とともにはたらいて、プロトロンビン(II)をトロンピン(IIa)に変える。  
 ●トロンピンが血液中のフィブリン(III)を可溶性のフィブリンモノマーに変える。  
 XII因子、Ca<sup>2+</sup>のはたらきにより、可溶性フィブリンは不溶性のフィブリン鎖となる。  
 ●血友病では、VIIIまたはIX因子が欠損する。

▶ 図 4-9 血液凝固機序

10

### E 血栓

正常状態では、血液は、心臓や血管内ではかたまらない。しかし、何らかの原因でできた血液のかたまりを**血栓 (thrombus)**と云い、心臓や血管内で血栓が形成されることを**血栓症 (Thrombosis)**という。

a. 動脈血栓症  
 下肢の動脈に生じた動脈血栓症。動脈硬化症のために内臓は著しく肥厚し、内腔に赤色血栓(★)が形成されている。内腔(☆)はそのため閉塞している。

b. 静脈血栓症  
 上大静脈に生じた血栓症。この患者は静脈内にカテーテルを留置しており、そのためそこに血栓(矢印)が生じた。血栓部分がなにかの刺激ではかれると肺塞栓症などの血栓塞栓症を引き起こす。

▶ 図 4-5 血栓症

11

### E 血栓

#### ① 血栓の種類

- 1) **白色血栓**：血小板とフィブリンから成り、赤血球は少ない。
- 2) **赤色血栓**：大部分が赤血球から成る。
- 3) **混合血栓**：白色血栓と赤色血栓が混合したもの。
- 4) **フィブリン血栓**：播種性血管内凝固症候群(DIC)で見られる。心臓の内面に付着してできる**壁在血栓**  
 血管の内腔を閉塞する**閉塞性血栓**  
 心臓の弁に付着する血栓を**疣贅 (ゆうぜい)**と云う。

▶ 図 4-6 血栓の形成過程(模式図)

12

## E 血栓

## ② 血栓症の原因

1) **血管壁の変化**：血管内皮が傷害を受け、血小板が傷害部位に付着し凝集し、血小板から血液凝固因子が放出され血液凝固が起こり、赤血球やフィブリンなどが付着して血栓が形成される。

2) **血流の変化**：血流が遅くなり、停滞し、よどみ、乱流が生じ、血管内皮が傷害されて、血栓が形成される。

3) **血液性状の変化**：血小板の増加、血液粘稠性（ねんちゅうせい）の増加、血液凝固促進因子が放出されて血栓ができる。手術後、出産後、がんやショック。

**好発部位**：冠状動脈、心臓弁膜、脳動脈、下肢静脈など。

③ 血栓症の転帰 新鮮な血栓は繊維素溶解等で溶かされ、  
大きな血栓は血管内腔を閉塞させる。

**血栓の器質化**：血管壁から血栓内に、線維芽細胞や平滑筋が侵入し、血栓が吸収されて、毛細血管や線維組織ができ、器質化が生じる。

**血栓の再疎通**：血管を閉塞した血栓も、形成された毛細血管で再び血流が生じることがあり、血栓の再疎通と云う。

13

## F 塞栓症

心臓や血管内で出来た血栓や、血管外からの遊離物が、血流で運ばれ、末梢の血管腔を閉塞した状態を塞栓症（Embolism）と云う。

## ① 血栓塞栓症

**動脈血栓塞栓症**：心臓や大きな動脈内で出来た血栓が、血流で運ばれ、末梢の血管腔を閉塞した状態を血栓塞栓症という。

脳、腎臓、消化管、脾臓  
**静脈血栓塞栓症**：下肢などの静脈に生じた血栓が、右心室を通過して肺に運ばれて、肺血栓塞栓症を生じる。

肺血栓塞栓症は、ガス交換を障害し、突然に死亡することが多い。  
帝王切開、大きな手術（整形外科領域等）

14

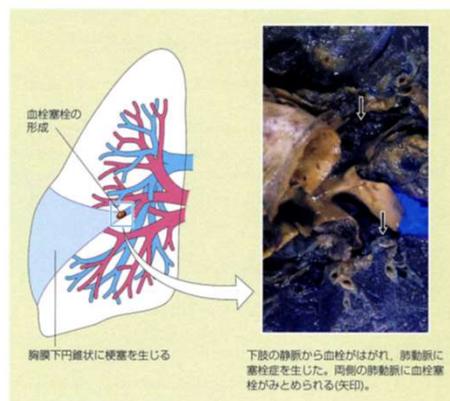
## F 塞栓症

## ② 肺血栓塞栓症/深部静脈血栓症

長時間、脚を動かさず同じ姿勢をとること、下肢静脈にうっ血が生じて血栓が出来、急に姿勢を変えたり、立ち上がったことを契機に血栓が剥がれて、肺動脈に塞栓を生じる。

## エコノミー症候群

長時間の飛行機での移動や、被災地での車中泊等で発症する。



▶ 図 4-7 肺塞栓症

15

## F 塞栓症

③ **空気塞栓症**：手術や外傷で大静脈を損傷すると、空気が大静脈に吸引されて、空気塞栓症を生じる。

緊急輸血時に、加圧静脈内注射で、誤って空気が注入されることもある。

**潜函病**：潜水士に見られる空気塞栓症で、深い水中で、高圧酸素を呼吸して、急に浮上すると、血液中に溶け込んだ空気（主に窒素）が気化することによる。予防するには、水深10mのところまで1時間程過ごし、浮上する。または、浮上後、高圧酸素室で、徐々に減圧する。

④ **羊水塞栓症**：妊娠中の母体に生じ、羊水が血液に混入し、呼吸障害（肺）や血液凝固異常（血中）が生じて、しばしば死亡する。

⑤ **脂肪塞栓症**：脂肪組織の外傷等で、脂肪組織が損傷した静脈に吸引されて、肺に脂肪塞栓症を生じる。大腿や臀部の大きな外傷や骨折時に生じる。

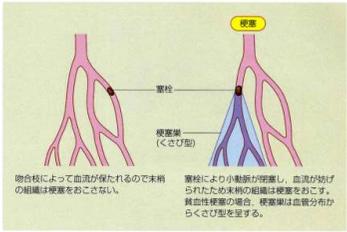
16

### G 虚血と梗塞

① **虚血**：動脈性血流が減少し、細胞や組織の機能が低下した状態。

1) **側副循環（血行のバイパス）**：血流が一部で妨げられた場合、その血流が悪い部位の前後を結ぶバイパス（**吻合枝**）があれば、阻害された血流を補うことができる。一般に、動脈には吻合枝が少なく、静脈では多い。

2) **虚血による変化**：酸素供給量の減少と老廃物の蓄積で、細胞や組織の機能障害が生じ、一般に細胞は容積が小さくなり、虚血がゆっくり生じその程度が軽度の場合には、細胞、組織、臓器の**変性と萎縮**が生じ、虚血の程度が高度になると細胞・組織は**壊死**に陥る。**心筋細胞、腎臓の尿細管上皮、脳の神経細胞**は、**酸素欠乏に感受性が高く、壊死に陥り易い。**



吻合枝によって血流が保たれるので末梢の組織は梗塞をおこさない。 塞栓により小動脈が閉塞し、血流が妨げられたため末梢の組織は梗塞をおこす。真性性梗塞の場合、梗塞は血管分布からくさくさを認める。

▶ 図 4-10 梗塞の発生

### G 虚血と梗塞

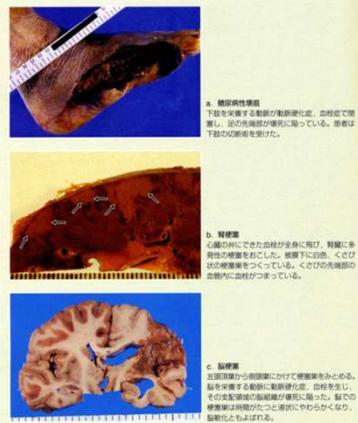
② **梗塞 (Infarction)**：吻合枝や側副循環を持たない動脈が、**血栓**や**塞栓**で閉塞すると、その血管の末梢で酸素や栄養を供給されている組織が壊死に陥る。これを**梗塞**と云う。

機能性収縮(攣縮)、**圧迫**、**捻転**、**血管の炎症(血管炎)**でも梗塞が生じる。

**貧血性梗塞(虚血性梗塞、白色梗塞)**：腎臓、脾臓、心臓に生じる。

**出血性梗塞(赤色梗塞)**：肺のような血管の二重支配組織や吻合枝の発達した腸で、**出血**を生じる。

**梗塞の転帰**：周囲に肉芽組織、壊死部は**繊維組織・瘢痕**が生じる。脳の梗塞は、**融解壊死し、嚢胞状の脳軟化**する。皮膚は、**壊疽**する。



▶ 図 4-11 梗塞

心臓や脳の広範な梗塞は致死적であり、肺でも出血を生じて致死적である。腎臓や脾臓の梗塞は致死적でない。

### H 側副循環による障害

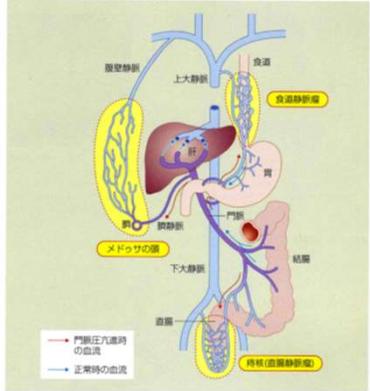
側副循環は、血流の障害が生じている前後を連絡し、虚血や梗塞を免れる仕組みであるが、**側副循環そのものでも障害が生じる。**

**門脈圧亢進症**  
肝硬変では、門脈-肝臓-肝静脈の血流が阻害されると、門脈圧亢進症が生じる。

**食道静脈瘤**：胃噴門部-食道粘膜下の静脈・奇静脈-上大静脈の側副血行路で、食道粘膜下静脈が怒張し、粘膜が盛り上がり、食道静脈瘤が生じる。

**メドゥーサの頭**：閉鎖している臍静脈と臍周囲皮下静脈、腹壁静脈の側副血行路が怒張した状態。

**痔核**：直腸・肛門周囲静脈-下大静脈の側副血行路で、痔静脈叢が瘤状に怒張し、痔核（直腸静脈瘤）が生じる。



▶ 図 4-4 側副循環模式図

### J 高血圧

体循環の動脈血圧が高い状態を**高血圧 (Hypertension)**と云う。  
(日本高血圧学会)  
成人で、**収縮期血圧が140mmHg以上、拡張期血圧が90mmHg以上。**

分類	診察室血圧(mmHg)		家庭血圧(mmHg)	
	収縮期血圧	拡張期血圧	収縮期血圧	拡張期血圧
正常血圧	<120	かつ <90	<115	かつ <75
正常高値血圧	120-129	かつ <90	115-124	かつ <75
高値血圧	130-139	かつ 80-89	125-134	かつ 75-84
		または かつ 90-99		または かつ 85-89
I型高血圧	140-159	かつ 100-109	145-159	かつ 90-99
II型高血圧	160-179	かつ 110-119	160-179	かつ 100-109
		または かつ 120-129		または かつ 110-119
III型高血圧	≥180	かつ ≥110	≥160	かつ ≥100
(孤立性) 収縮期高血圧	≥140	かつ <90	≥135	かつ <85

**(孤立性) 収縮期高血圧**：収縮期血圧が高く、拡張期血圧が低い。高齢者で、動脈硬化により大動脈の進展性が低下するために生じる。

### J 高血圧

#### ① 血圧の調節

血圧は、心臓の拍出量（循環血液量）と末梢の血管抵抗により規定される。

#### レニン- アンジオテンシン-アルドステロン系

▶ 図 5-11 レニン-アンジオテンシン-アルドステロン系による血圧の調整

### J 高血圧

#### ② 高血圧の分類

原因不明の高血圧を**本態性高血圧**と云い、高血圧が特定の疾患に伴って発症するものを**続発性（二次性）高血圧**と云う。

分類	亜分類
本態性高血圧	1. 良性高血圧 2. 悪性高血圧（短時間で進行、網膜症、心不全、腎不全、脳症を合併して死亡する。）
続発性（二次性）高血圧	1. 腎性高血圧 <ul style="list-style-type: none"> <li>1 腎実質性疾患（慢性糸球体腎炎など）</li> <li>2 腎血管性疾患（腎動脈硬化症など）</li> </ul> 2. 内分泌性高血圧 <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 褐色細胞腫</li> <li>2) クッシング症候群</li> <li>3) 原発性アルドステロン症</li> </ul> 3. 心臓血管性高血圧 <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 大動脈炎症候群</li> <li>2) 大動脈硬化症など</li> </ul> 4. 神経性高血圧 <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 頭蓋内圧亢進（脳腫瘍、脳出血など）</li> <li>2) 血管運動神経刺激など</li> </ul> 5. その他 <ul style="list-style-type: none"> <li>妊娠高血圧症候群など</li> </ul>

### J 高血圧

#### ③ 高血圧による変化と治療

1) 病理所見：高血圧の結果引き起こされる変化は、腎臓などの全身臓器の**細動脈硬化症**と**心肥大**である。大動脈や中動脈の内皮が傷害されて、**粥状（動脈）硬化症**が生じる。  
最初に生じる末梢血管抵抗の上昇の機序は未だ不明。

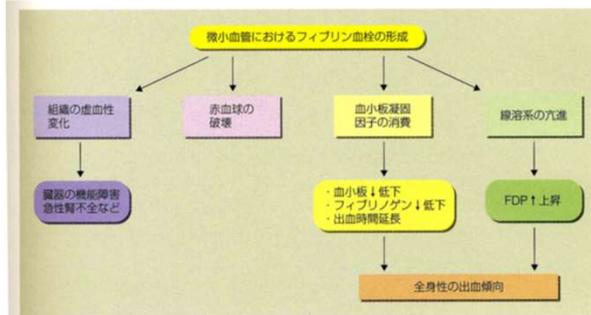
**細動脈硬化症**：臓器内の血液量と末梢血管の血圧は、臓器の細動脈の収縮・弛緩で調節される。高血圧の細動脈の血圧調節の負担が重く、**細動脈の内膜の硝子変性と肥厚**を示す。腎臓や脳で多く見られ、腎硬化症や脳出血の原因になる。  
また、硬化の程度が進むと、フィブリノイド変性を示し、悪性高血圧の時に認められる。

高血圧の治療	
生活指導	精神的緊張状態（ストレス）は血圧上昇の原因となる。ストレス予防の生活様式の指導。適度な運動と休養。寒冷刺激を避ける。
食事療法	塩分摂取量を6g/日以下に制限。肥満の予防。飲酒の制限や体重の管理。
薬物療法	生活療法や食事療法で血圧が十分にコントロールできない場合。
利尿剤	循環血液量を減少
交感神経刺激遮断薬	α1遮断薬: アドレナリンがα1受容体を刺激すると血管を収縮させて、血圧上昇。これを遮断する。 αβ遮断薬: α1遮断による血管の拡張とβ遮断による心臓を休める。
カルシウム拮抗剤	心筋のカルシウム依存性収縮力の増強を抑制し、末梢血管の筋細胞からのカルシウム放出を抑制して拡張させる。
アンジオテンシン転換酵素（ACE）阻害剤	レニンによって増加したアンジオテンシン I を II に変換する酵素を阻害して、アンジオテンシン II を減少させて、その末梢血管の収縮作用を弱めて、血圧を下げる。
アンジオテンシン II 拮抗剤	アンジオテンシン II による末梢血管の収縮に拮抗して、血圧を下げる。

### K 播種性血管内凝固症候群 (DIC)

血液凝固の促進により、全身の微小血管内で多発性に小血栓が形成される。凝固系の亢進と同時に、線溶系の亢進も生じて、フィブリン溶解（繊維素溶解、線溶）が見られる。

診断には、FDP（D-ダイマー）の上昇を用い、治療にはヘパリンが用いられる。

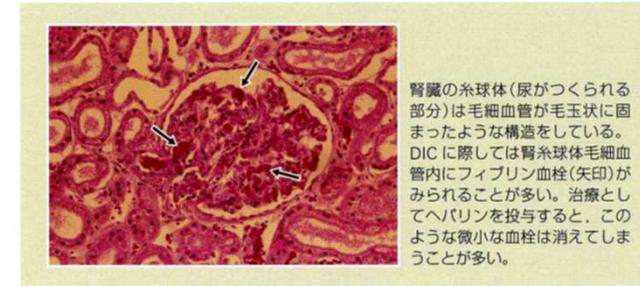


▶ 図 4-14 DIC の病態

25

### K 播種性血管内凝固症候群 (DIC)

DICが生じると、腎臓の糸球体の血管内に、フィブリン血栓を認める。



腎臓の糸球体(尿がつくられる部分)は毛細血管が毛玉状に固まったような構造をしている。DICに際しては腎糸球体毛細血管内にフィブリン血栓(矢印)がみられることが多い。治療としてヘパリンを投与すると、このような微小な血栓は消えてしまうことが多い。

▶ 図 4-13 DIC をおこした腎糸球体

26

### I ショック

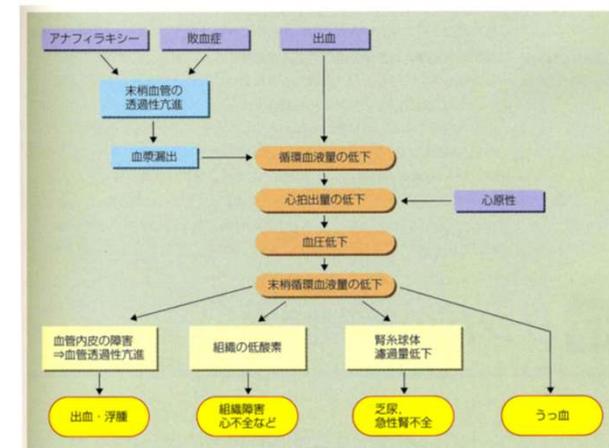
広範に臓器や組織への血流が著しく減少し、低酸素・低血圧となり全身の臓器・組織が障害された状態をショック (shock) と云う。

#### ① ショックの分類

分類	機序
出血性（低容量性）ショック	急激な大出血。動脈瘤の破裂、事故での内臓破裂、激しい下痢、熱傷。
心原性ショック	心拍出量が急激に低下して血圧低下。心筋梗塞などで心臓の収縮力の低下するなどポンプ機能の喪失。
エンドトキシンショック	細菌からのエンドトキシンで、ヒスタミンやサイトカインが分泌され、毛細血管拡張・血管抵抗の減少で、血圧が低下。敗血症
アナフィラキシーショック	I型アレルギーでヒスタミンなどの分泌により毛細血管拡張・透過性亢進により血圧低下。

\* 神経原性ショック：上位胸椎以上の高位の脊髄損傷によるショック。本態は、自律神経系失調による末梢血管弛緩による血圧低下であり、血液分布異常性ショックの一つである、

27



▶ 図 4-12 ショックの病態

28