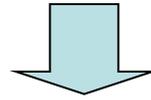


心臓・血管系の解剖・生理学②

7月28日
福永賀予

心筋の基本的なリズムや収縮は自動性だけで形成できる。



しかし、

心拍リズムや心拍出量は生体の置かれた状況に応じて、時々刻々と変化する。

心臓収縮のリズムや収縮力は
心臓を支配する2種類の自律神経によって調整されている。

1) 交感神経系 (ノルアドレナリン) (心房 < 心室)

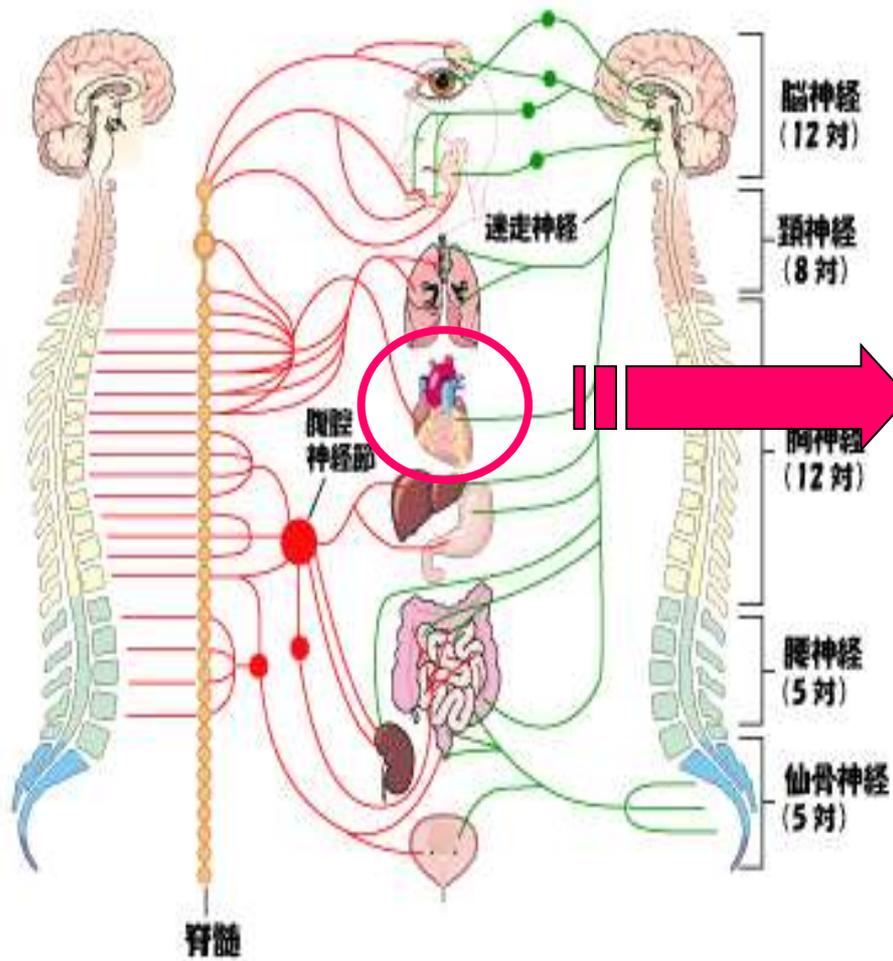
- ・心臓のアドレナリン受容体 (主に $\beta 1$)
- ・陽性変時作用 (心拍数)、陽性変力作用 (収縮力)、陽性変弛緩作用 (弛緩)
- ・運動時やストレス時に優位

2) 副交感神経系 (アセチルコリン) (心房 > 心室)

- ・心臓のムスカリン受容体
- ・心房: 抑制効果、心室: 陰性の調節効果
- ・安静時に優位

自律神経系

— 交感神経 — — 副交感神経 —



心臓、血管と自律神経	交感神経	副交感神経
心拍数	速くする	遅くする
心臓の収縮力	強める	弱める
房室結節の伝導時間	短縮	延長(ブロック)
心臓の電氣的興奮性	高める	弱める
血管の緊張	血管収縮	血管拡張

< 主な循環調節に関する臓器における交感神経受容体 >

交感神経の受容体- α 受容体と β 受容体

β 1受容体: 心臓を刺激

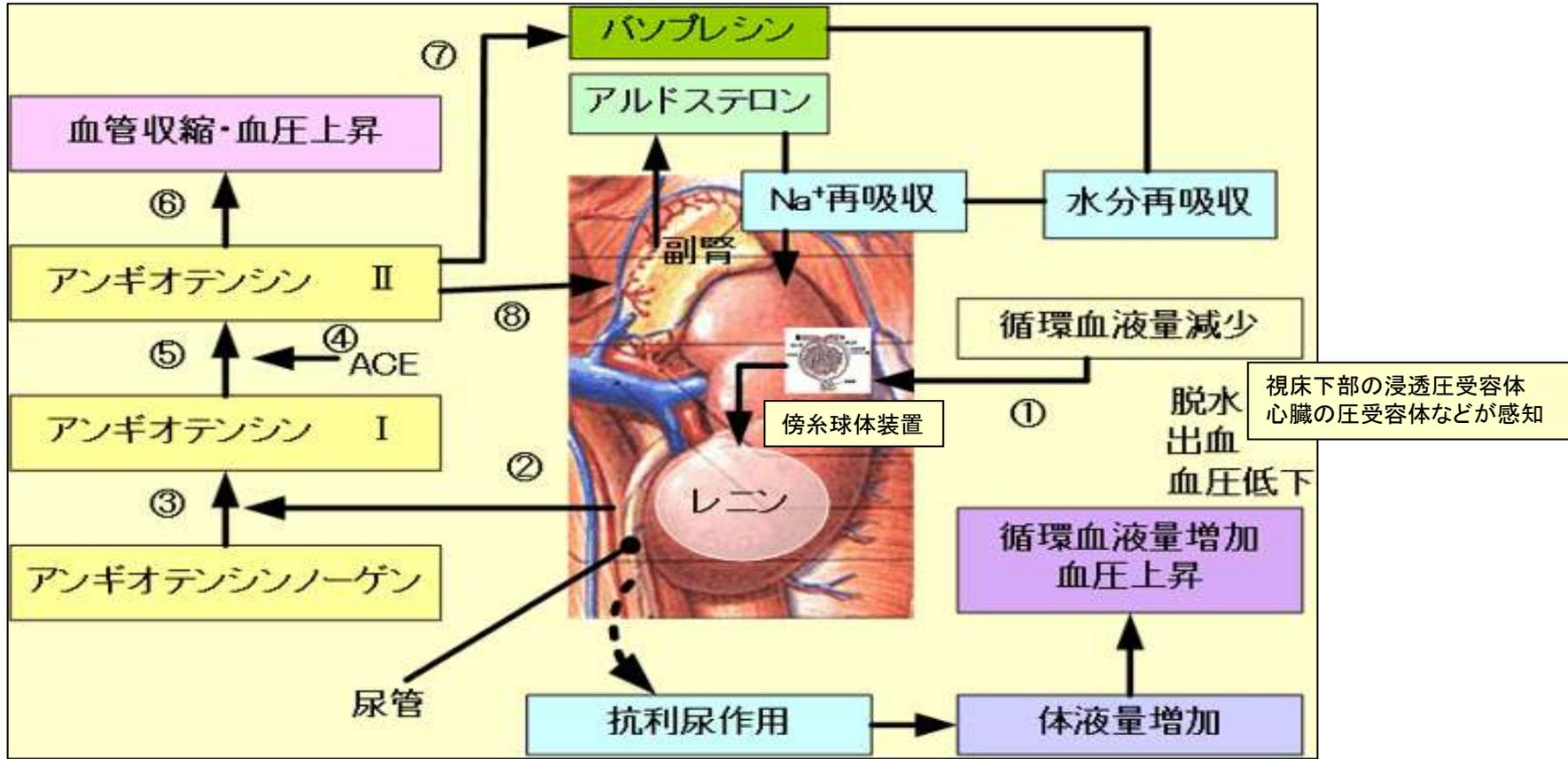
β 2受容体: 末梢血管や気管支等を拡張

α 1受容体: 末梢血管を収縮)

臓器	組織	受容体	機能
心臓	洞結節	β 1	心拍数増加
	心房	β 1	収縮性と伝導速度増加
	房室結節	β 1	自動能と伝導速度増加
	ヒス・プルキンエ線維	β 1	自動能と伝導速度増加
	心室	β 1	収縮性と伝導速度増加
細動脈	冠動脈	α 1	収縮
		β 2	拡張
	皮膚・粘膜	α 1	収縮
	骨格筋	α 1	収縮
		β 2	拡張

ホルモン性調節

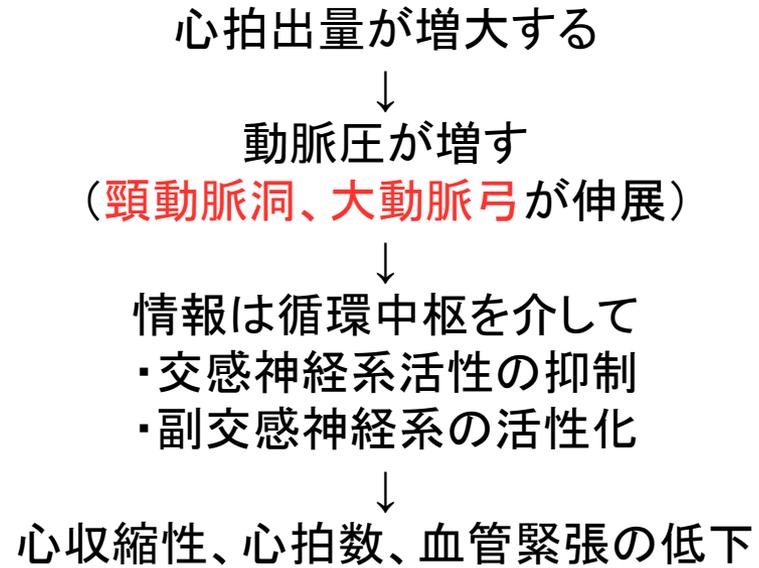
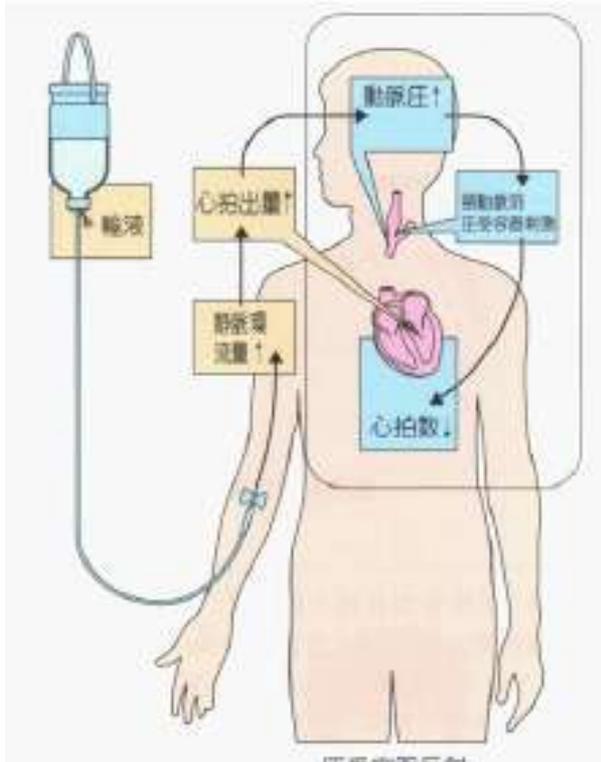
☆レニン・アンギオテンシン・アルドステロン系



☆心房性ナトリウム利尿ペプチド

- ・血管内容量増加に反応して、心房、その他の臓器にから分泌される。
- ⇒血管拡張と糸球体濾過を増加させて、Naと水の腎排泄を促す。

☆ 圧受容体反射



※低血圧の場合はこの逆の現象

* 揮発性麻酔薬、Ca拮抗薬、ACE阻害剤はこの反射を抑制するため、慢性HTのPtは周術期に循環虚脱に注意が必要。

☆ Bainbridge 反射

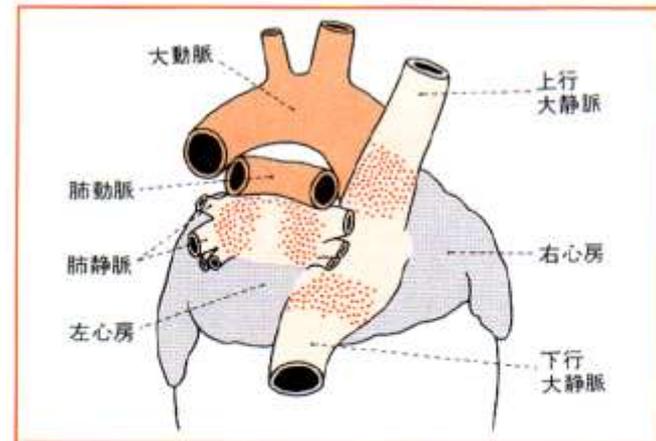
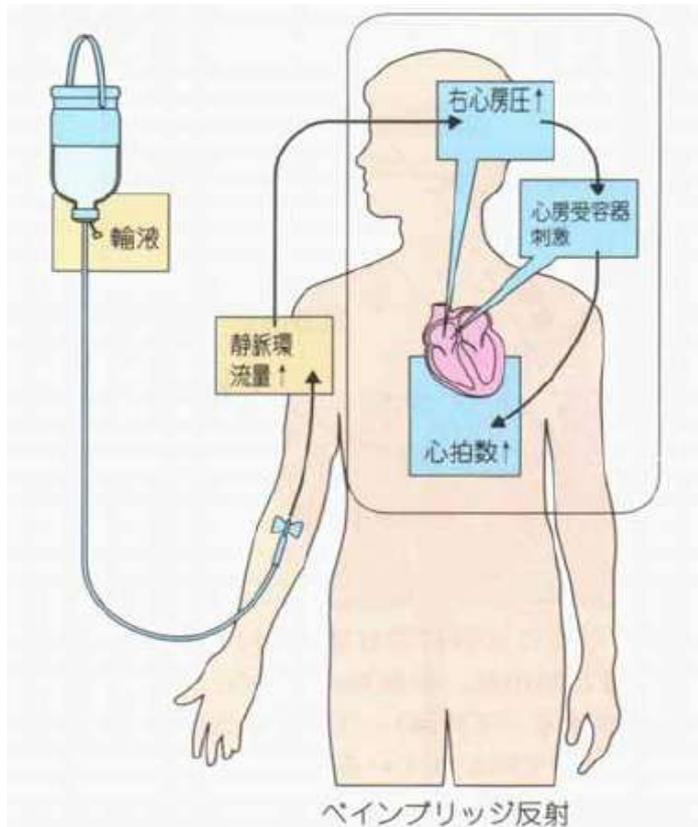


図 9-131 心肺部圧受容器(心房圧受容器)の分布
ネコの心肺部を背側からみたもの。受容器の分布を・印で示す。そのほとんどは圧受容器である。受容器は、心房壁よりは「右心房-大動脈」「左心房-肺静脈」の接合部に多くみられる。

右心房に流れてくる静脈環流量が増大



右心房圧が増す
(心房圧受容器が伸展される)



情報は循環中枢を介して
・副交感神経系の活動を抑制



心拍数が増加

☆化学受容体反射(化学感受性の細胞は、**頸動脈体**と**大動脈体**に存在)

pHと血液の酸素分圧の変化(PaO₂:50mmHg以下、アシドーシス)

- 化学感受性の細胞が反応
- 延髄の呼吸中枢を刺激
- 換気駆動を増加
 - 副交感神経系の活性化
- 心拍数、心収縮力減少

☆Bezold-Jarisch(ベツォルド-ヤーリッシュ)反射

低血圧、徐脈、有害な心室刺激による冠動脈拡張の3主徴を左室壁の化学受容体や機械的受容体が感知

- 迷走神経に伝達
- 反射的に副交感神経系が緊張
- 徐脈

嚥下性失神(swallow syncope)

☆Cushing反射

頭蓋内圧亢進による脳虚血

- 交感神経系が賦活
- 心拍数、血圧、心収縮性の増加(脳還流を改善しようとする)
- 圧受容体を介した反射性の徐脈

☆眼球心臓反射

眼球への圧迫、その周辺構造の牽引

- 外眼筋の伸展受容体が活性化
- 毛様体神経→三叉神経→Gasser神経節
- 副交感神経緊張
- 徐脈

※眼科手術中のこの反射の出現率は30～90%に及ぶ。

循環動態の考え方

$$\text{心拍出量 (CO)} = \text{一回拍出量 (SV)} \times \text{心拍数 (Heart Rate: HR)}$$

☆約4～5 l/min

☆心係数 (CI) = 心拍出量 / 体表面積

⇒約3.5 l/min/m²

①収縮力

Frank-Starlingの機構

サルコメアがのばされると心筋の収縮特性が増強し、収縮力が増大するという心筋固有の特性である。

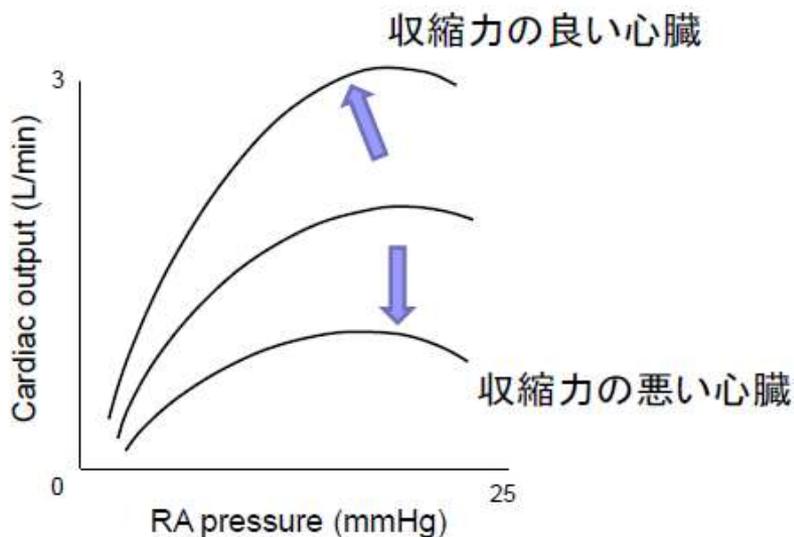
☆室内へ流入する血液量が増加したとき

→心室壁の伸長→心室収縮の増強→一回拍出量の増加

☆心拍数が低下したとき

→拡張期の延長→心室への一回流入量の増大→一回拍出量の増加

⇒心臓の流入量と流出量のバランスをとるという自己調節能のメカニズム



↓ 荷
浄脈還流量

こかかる負荷

前負荷 (Preload)

後負荷 (Afterload)

収縮力 (Contractility)



☆血圧は、心拍出量と末梢血管抵抗に大きく影響を受ける。

スワンガンツカテーテル

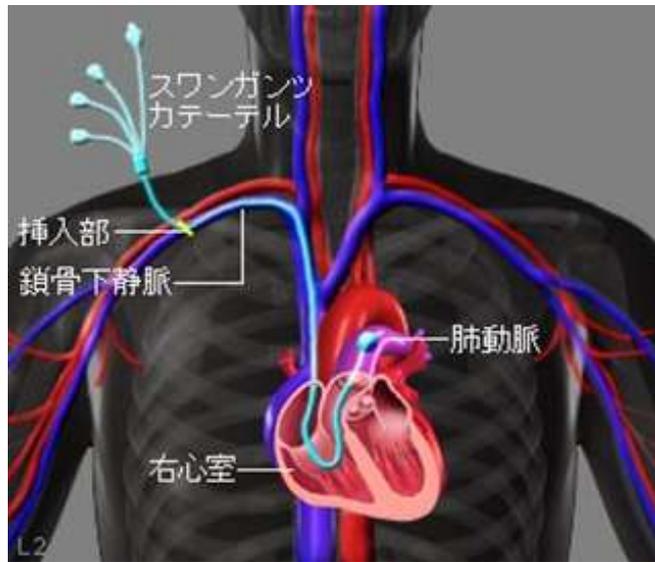
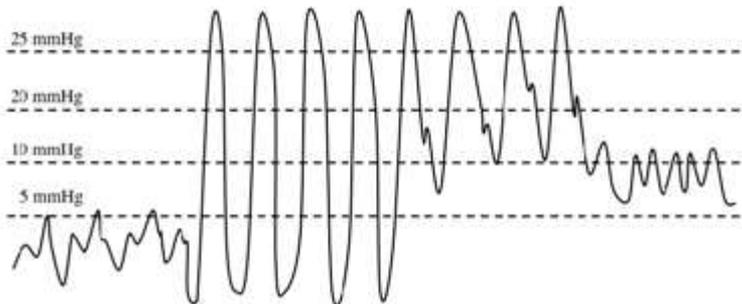


図5



右心房圧 右心室圧 肺動脈圧 肺動脈楔入圧

測定項目	右房圧 (RAP)	<正常値> 1~5mmHg
	右室圧 (RVP)	収縮期 18~30mmHg 拡張期 2~6mmHg
	肺動脈圧 (PAP)	収縮期 18~30mmHg 拡張期 6~13mmHg 平均 10~18mmHg
	肺動脈楔入圧 (PCWP)	2~13mmHg
	心拍出量 (CO)	3.5~7.0L/分
	混合静脈血酸素飽和度 (SVO ₂)	65~70%
	右室駆出率 (RVEF)	50~80%
計算項目	心係数 (CI) = CO/BSA	
	1回拍出量 (SV) = CO/HR	
	1回拍出係数 (SVI) = CI/HR	
	体血管抵抗 (SVR) = (mAP - mRAP) × 80 / CO	
	肺血管抵抗 (PVR) = (mPAP - PCWP) × 80 / CO	
	全肺抵抗 (TPR) = mPAP × 80 / CO <正常値 150~230dyne·s·cm ⁻⁵ >	
右室仕事量 (RVSW) = (mPAP - mRAP) × SV × 0.0136		
左室仕事量 (LVSW) = (mPAP - PCWP) × SV × 0.0136		