



4

## 自律神經系





## 自律神経系の構成



### 自律神経とは



### 自律神経とは



### 自律神経とは

生命の維持に必要とされる基本的な機能、すなわち呼吸・循環・消化・吸収・代謝・排泄・分泌・生殖・体温維持などを自律機能または植物機能という。これらの機能は、すべて平滑筋・心筋・腺の活動によって維持されている。**自律神経(植物神経)は平滑筋・心筋・腺に分布し、意識とは無関係に自動的にこれらを調節することにより、外的・内的環境に適応するために生体を一定の状態に維持する機能(ホメオスターシス)をはたしている神経系である。**

注) ホメオスターシス(homeostasis) ホメオスターシスは、キャノン(W.B.Cannon)により1932年に提唱された概念であり、生体恒常性ともいう。これは生体が外的・内的環境のたえまない変化に応じて、その形態的、機能的状態をある範囲の安定な状態に保持することをいう。これにはとくに自律神経系と内分泌系が関与している。



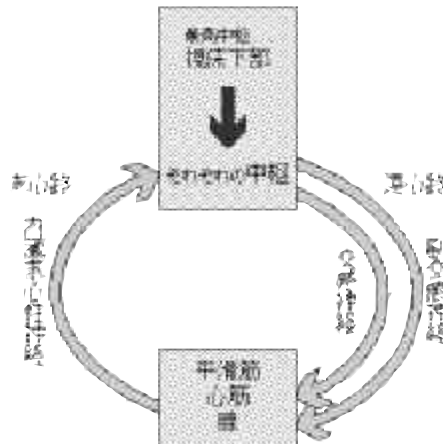
### 自律神経系の構成

自律神経系は、以下のように求心性神経(自律神経系求心路)と遠心性神経(自律神経系遠心路)とからなる。

- ・ **自律神経系求心路** ----- **平滑筋・心筋・腺**とこれらの表面をおおう粘膜に分布する感覚受容器におこったインパルスを中枢につたえる。これを**内臓求心性神経(一般臓性求心性線維)**と総称する。またそのインパルスが脳にもたらされて生じる感覚を**内臓感覚**という。内臓感覚は意識にのぼることは少ないが、自律神経反射をおこす求心性情報として重要な役割を果たしている。

- 自律神経遠心路 ----- 平滑筋・心筋・腺の活動を意識や意思に関係なく、不随意に支配する。これは交感神経系と副交感神経系の二系統からなり、原則的にひとつの効果器にこれら両方の系が分布（二重支配）し、相反する作用（拮抗支配）をおよぼしている。

自律神経系の構成



### 自律機能の中核

自律神経系の神経線維は、脳幹と脊髄から出入りする。ここには自律神経系ニューロンの細胞体があり、自律機能を調節している。おもな自律機能の中核は、以下の部位にある。

#### 1. 視床下部 <sup>67</sup>

- 体温調節中枢 (体温調節反射中枢)** ----- 内外の温度変化に対して熱放散と熱産生の反応を引きおこし、熱出納のバランスを維持し、核心温度を一定の範囲内にたもつ中枢である。また感染症や炎症性疾患において体内で産生される**内因性発熱物質**は、ここに作用して体温のセットポイントを上げる。体温や外部環境の温度が上昇したときにおこる**温熱性発汗**も体温調節中枢のはたらきによることから、これを**発汗中枢**ということもある。
- 血糖調節中枢** ----- 血液中のグルコー

#### 4. 自律神経系

ス(ブドウ糖)やインスリンなどの濃度に応じて、摂食行動を調節する中枢である。これには**摂食中枢**と**満腹中枢**があり、たがいに拮抗的にはたらいっている。これらの中枢は、結果的に血液中のグルコース濃度(血糖値)を調節していることから**血糖調節中枢**ともいう。

- ・ **体液量の調節中枢** ----- 体液の浸透圧を感受し、体液量の調節にはたらく中枢である。この中枢は、そのはたらきにより口渇感が生じることから**渇水中枢**とよばれたり、水の経口摂取をうながすことから**飲水中枢**とよばれたりするほか、**体液浸透圧の調節中枢**ともよばれる。
- ・ **視床下部ホルモンの分泌中枢** ----- 下垂体ホルモンの**分泌調節**をになう中枢としてはたらく。各種下垂体前葉ホルモンの**放出ホルモン**および**抑制ホルモン**、すなわち**視床下部ホルモン(向下垂体前葉ホルモン)**を下垂体門脈中に分泌するとともに、**下垂体後葉ホルモン**を産生することにより、下垂体ホルモンの分泌を調節する。

#### 2. 中脳<sup>60</sup>

- ・ **光反射(対光反射)中枢** ----- 光反射(対光反射)とは目に光が入るか、**光の強さが急に増加したときに両眼の瞳孔が縮小(縮瞳)し、光が弱くなると両眼の瞳孔が散大(散瞳)するものである。**

#### 3. 橋<sup>58</sup>

- ・ **排尿調節中枢** ----- 排尿は直接的には**腰髄・仙髄**にある**排尿中枢**によっておこなわれるが、この中枢はその上位中枢として**排尿を調節している。**

#### 4. 延髄<sup>54</sup>

- ・ **循環中枢(循環調節中枢)** ----- 心臓や血管の機能は、**血圧の変化などの変動要因に応じて、交感神経や副交感神**

経を介して調節される。これを全体的に調節する部位を循環中枢という。これは**心臓血管中枢**、**血管運動中枢**ともよばれ、**圧受容器反射**、**ペインブリッジ反射**の反射中枢でもある。

- ・ **呼吸中枢(呼吸調節中枢)** ----- 呼吸筋(横隔膜、外肋間筋など)を支配する運動ニューロンは頸髄・胸髄の前角にあり、これらは**延髄**にある**呼吸中枢(呼吸調節中枢)**によって周期的なインパルスを受けて呼吸のリズムをつくっている。呼吸中枢は延髄にある二種類のニューロン群、すなわち**呼息中枢**と**吸息中枢**からなる。またこれらは**ヘーリング・プロイエル反射**(肺迷走神経呼吸反射)の反射中枢でもある。
- ・ **嘔吐中枢(嘔吐反射中枢)** ----- <sup>おうと</sup>嘔吐は、胃内容物を食道、口腔を經由して強制的に排出させる反射運動である。嘔吐は嘔吐中枢(嘔吐反射中枢)の刺激によっておこる。
- ・ **嚥下中枢(嚥下反射中枢)** ----- <sup>えんげ</sup>嚥下においておこる三相の過程のうち、第2~3相は嚥下反射によっておこなわれる。この反射の中枢を嚥下中枢(嚥下反射中枢)という。
- ・ **唾液分泌中枢** ----- 唾液腺(耳下腺・舌下腺・顎下腺)における唾液の産生・分泌を調節する中枢である。
- ・ **咳反射中枢(咳嗽反射中枢)** ----- <sup>せき がいそう</sup>咳(咳嗽)は気道内分泌物や異物を除去するためにおこる反射運動であり、この反射の中枢を咳反射中枢(咳嗽反射中枢)という。

## 5. 腰仙髄

- ・ **排尿中枢** ----- 膀胱には、尿の貯留と排泄の機能があり、これには膀胱や尿道の平滑筋などが関与している。排尿中枢はこれらの機能をコントロールする部位である。なお腰髄・仙髄にある排尿中枢は**樞(排尿調節中枢)**からの神経支配も受けている。

注) 内因性発熱物質：発熱とは体温が平常時以上に上昇することをいい、通常37℃以上を発熱と

## 4. 自律神経系

することが多い。発熱は外因性または内因性発熱物質によりおこるがこれには細菌内毒素、外毒素、ウイルスなど感染病原体に由来するもののほか、薬物過敏症の薬剤や腫瘍からの分解産物などがある。感染症や炎症性疾患において体内で産生される内因性発熱物質には、インターロイキン1、インターロイキン6、TNF- などある。

- 注) 温熱性発汗: 発汗とは汗腺から汗を分泌する現象をいう。これには温度刺激により引きおこされる温熱性発汗と、温度刺激以外の刺激による非温熱性発汗(精神性発汗など)とがある。温熱性発汗の中樞は視床下部の体温調節中枢(発汗中枢)にあり、手掌、足底をのぞく全身でみられ、これにより体温を低下させる。いっぽう精神性発汗の中樞は大脳皮質にあり、体温調節に関係なく精神的に興奮したときに腋窩、手掌、足底にあらわれる。
- 注) 血液中のグルコース濃度(血糖値)を調節: 視床下部には血中のグルコース濃度を感知する受容器がある。これが血糖値の低下を感知すると、副交感神経系を興奮させ、膵臓のランゲルハンス島細胞にインパルスを送り、インスリン分泌が亢進する。
- 注) 摂食中枢: 実験動物の視床下部の外側野を破壊すると餌をとらなくなり、刺激すると餌をさらにとるようになる。このように視床下部の外側野は摂食行動を促進するので、摂食中枢とよばれている。
- 注) 満腹中枢: 実験動物の視床下部の腹内側野を破壊すると餌を際限なく餌をとりつづけ、刺激すると餌をとらなくなる。このように視床下部の腹内側野は摂食行動を抑制するので、満腹中枢とよばれている。
- 注) 体液の浸透圧を感受: 体液の浸透圧を感受する受容器は視床下部外側野にある。ここは浸透圧のみならず血中のアンジオテンシンII濃度を感受する受容器もある。なお体液の浸透圧を感受する受容器は視床下部のほか、口腔粘膜、咽頭粘膜、門脈流域、腎、心房などにもある。
- 注) 飲水中枢: 哺乳類には、その体液の浸透圧を一定に保つ機構が存在する。この浸透圧調節機構には視床下部に下垂体後葉系と渴・飲水中枢系のふたつの独立したメカニズムがある。下垂体後葉系は、視床下部視束上核、室傍核にある浸透圧受容体で浸透圧を感知し、ここからのびる軸索は下垂体後葉にいたる。これらのニューロンは抗利尿ホルモン(ADH)を分泌して体液量の調節をおこなう。いっぽう視床下部には細胞外液浸透圧上昇や循環血液量減少を感知する受容器があり、これらのニューロンへの刺激は飲水の衝動や欲求を引きおこす。
- 注) 体液量の調節: 体液量の調節中枢は、下垂体後葉から分泌されるバソプレシン(抗利尿ホルモン)の産生をつかさどる視索上核および室傍核のニューロンと密接な連絡をもつ。たとえば外部環境の温度上昇によって多量の発汗がおこると、体液量は減少する。このとき体液量の調節中枢はバソプレシン(抗利尿ホルモン)の産生・分泌を亢進し、尿量を減少させることにより、体液の喪失をふせぐようにはたらく。
- 注) 血管運動中枢: 皮膚・粘膜などの血管とくに機能的細動脈(抵抗血管)には、交感神経アドレナリン作動性血管収縮神経が密に分布し、血管平滑筋の収縮度を調節して末梢血管抵抗を制御している。この交感神経性血管収縮神経は安静時でも絶えず毎秒0.5~2回の割合でインパルスを発生させ、血管平滑筋を持続的に収縮状態においている。このインパルスの発射頻度は、延髄にある血管運動中枢(心臓血管中枢)で調節されている。
- 注) 圧受容器反射: 圧受容器反射は、時々刻々かわる動脈圧(血圧)を検出し、これに応じて動脈圧や循環血液量を、秒から分単位で調節する反射である。その受容器は頸動脈洞と大動脈弓部の動脈壁内に分布する伸展受容器であり、これは動脈圧を感知する。その求心性情報は延髄にある循環調節中枢に伝えられ、交感神経や副交感神経の緊張度合、副腎髄質からのカテコラミン分泌量を調節する。その結果、心臓からの血液拍出量や末梢血管抵抗が変化し、動脈圧が生理的範囲に調節される。健康人が臥位から立位になったとき、脳貧血におちらないのは、この反射がおこるからである。
- 注) ベインブリッジ反射(Bainbridge's reflex): 心房後壁大静脈(右房の中隔、肺静脈の心臓部などが)静脈還流量の増加によって引き伸ばされると、これらの部位に分布する伸展受容器が興奮し、迷走神経の心臓枝にふくまれる内臓求心性神経を求心路として、心拍数増加がおこる。これをベインブリッジ反射という。この反射は、静脈還流量が増せば心拍出量もそれに比例して増すというスターリングの法則を成立させる因子のひとつとなっている。

- 注) ヘーリング・ブロイエル反射(肺迷走神経呼吸反射): ヘーリング・ブロイエル反射(Hering Breuer reflex)は、吸息時に肺の膨張にともない肺胞壁の伸張受容器が興奮し、呼吸中枢の吸息活動を抑制して呼息に切りかえる反射をいう。また肺の縮小はこの反射を抑制して吸息活動を開始させる。
- 注) 嘔吐中枢(嘔吐反射中枢)の刺激: 嘔吐を引き起こす求心性情報は、胃・小腸などの内臓からの内臓求心性神経(迷走神経)や胸部・腹部交感神経と伴行)また咽頭・喉頭からの舌咽神経、前庭器官からの前庭神経、眼からは視神経などを経る。これら末梢からの刺激のほか、大脳皮質からの刺激も嘔吐中枢を刺激する。また、第四脳室底には化学受容体があって、種々の化学物質に反応して嘔吐をおこす。腎不全、妊娠中毒症、薬物による嘔吐はこの化学受容体を介した経路による。
- 注) 嚥下においておこる三相の過程: 嚥下は食塊の通過部位との関連で三相に分けられる。第1相は食塊が口腔から咽頭までの相で、舌と口腔底の挙上が起こる。第2相は咽頭から食道の入口までで、口峡部粘膜が刺激されることにより反射的に組織化された筋運動が起こり、食塊は食道の入口へ達する。このとき、咽頭と口腔の間が閉鎖されて食塊の逆流をふせぐ。同時に軟口蓋の挙上により、鼻腔との間は閉鎖され、さらに咽頭の挙上と声門の閉鎖が起こり、気道と分離されて呼吸は一時停止する。ついで第3相では食道の蠕動運動によって、食塊は食道を流下していく。第1相は随意的にも開始されるが、通常は反射的に進行する。その後はすべて不随意的で、咽頭まで送りこまれると嚥下を停止することはできない。以上をまとめて嚥下反射と呼び、その求心路は口・咽頭受容器から三叉・舌咽・迷走神経をとり、遠心路は第1および第2相では舌咽・迷走神経、第3相では迷走神経をとる。
- 注) 唾液腺(耳下腺・舌下腺・顎下腺): 唾液腺を支配する副交感神経線維は、舌下腺・顎下腺では顔面神経(第VII脳神経)にふくまれ、耳下腺では舌咽神経(第IX脳神経)にふくまれる。また頸部交感神経線維は、三つの唾液腺に分布する。
- 注) 咳反射中枢(咳嗽反射中枢): 咳は、咽頭、気管分岐部、気管支粘膜に存在する受容体の興奮が、迷走神経をとる求心路を介して咳反射中枢を刺激しておこる。咳反射の遠心路には肋間神経、横隔膜神経、反回神経などがある。なお咳は気道の刺激のほか、外耳炎などの耳性刺激、胸膜炎による胸膜刺激によっても生じる。

## 🌀 自律神経系の最高中枢

自律機能は多くの部位が協調的にはたらく必要がある。このため、中枢神経系にあるそれぞれの自律機能の中枢は、上位中枢からの重層的なコントロールをうけている。すなわち間脳の視床下部には、脳幹および脊髄に散在する自律神経中枢を統合するはたらきがある。このことから、**視床下部を自律神経系の最高中枢とよぶ。**

- 注) 視床下部: 視床下部は、自律機能の最高中枢として内部環境の恒常性を維持するばかりでなく、内分泌系をも統合する。

#### 4. 自律神経系

##### 自律機能の中樞

部位	自律神経
視床下部	自律神経系の最高中枢 体温調節中枢（体温調節反射中枢または温熱性発汗中枢） 血圧調節中枢（摂食中枢と満腹中枢） 体温度の調節中枢（過熱中枢と過冷中枢）。体温調節の調節中枢 視床下部ホルモンの分泌中枢（下垂体ホルモンの分泌調節中枢）
脳幹	光反射中枢（対光反射中枢） 呼吸調節中枢
延髄	循環中枢または循環調節中枢、心臓血管中枢、 血管運動中枢（任意経路反射中枢、ペインプリック反射中枢） 呼吸中枢または呼吸調節中枢（呼吸中枢と喘息中枢）、ペーシング・ブローカール反射中枢 嘔吐中枢または嘔吐反射中枢 腸下中枢または腸下反射中枢 唾液分泌中枢 収縮反射中枢または収縮反射中枢
脊髄	腰仙髄 排便中枢



### 自律神経遠心路



### 自律神経遠心路による支配様式



#### 二重支配と拮抗支配

自律神経遠心路の平滑筋・心筋・腺に対する支配様式には、原則的に以下のような特徴がある。

##### 1. 二重支配

自律神経遠心路はそれが支配するひとつの器官に対し、**交感神経系と副交感神経系の双方が分布して調節をおこなっている**。これを**二重支配**という。ただし例外的に、以下のように二重支配をうけない器官がある。

- ・ **交感神経単独支配** ----- 瞳孔散大筋（散瞳筋）副腎髄質、



脾臓 立毛筋 汗腺 大部分の血管 .

- ・ 副交感神経単独支配 ----- 瞳孔括約筋( 縮瞳筋 ) 鼻から咽頭粘膜にある腺 .

## 2. 拮抗支配

交感神経と副交感神経は、二重支配をうける器官に対し**相反する作用をおよぼす** これを**拮抗支配**というしたがって拮抗支配のもとでは、交感神経系の活動が亢進すると副交感神経系の活動は抑制され、副交感神経系の活動が亢進すると交感神経系の活動は抑制される。ただし拮抗支配には以下のような例外がある。

- ・ **唾液腺分泌** ----- 交感神経および副交感神経の刺激に対してともに促進する。

## 🌀 二重支配の様式

各器官にあらわれる交感神経と副交感神経による二重支配のパターンには、厳密な法則性がない。しかしあえてこれを一般化するならば、**副交感神経系**は日常生活における植物機能を亢進させる方向、すなわち**食物の消化・吸収を促進**するようにはたらく、**いっぽう交感神経系**は**身体的な運動をともなう活動に対処するための機能を亢進**させる方向にはたらく。

自律神経遠心路のそれぞれの効果器に対する二重支配は、以下のようにおこなわれる。

### 1. 眼

- ・ **瞳孔散大筋** ----- 交感神経活動により収縮し、瞳孔は散大( 散瞳 )する。なおこれは副交感神経の支配をうけない。
- ・ **瞳孔括約筋** ----- 副交感神経活動により収縮し、瞳孔は収縮( 縮瞳 )する。なおこれは交感神経の支配をうけない。
- ・ **毛様体筋** ----- 交感神経活動により弛緩し、遠

#### 4. 自律神経系

いところに眼の焦点があうようになる。いっぽう副交感神経活動により収縮し、近いところに眼の焦点があうようになる。

##### 2. 心臓

- ・ 洞房結節 ----- 交感神経活動により心拍数は増加し、心収縮力も増大し、刺激伝導速度が高まる。いっぽう副交感神経活動により心拍数、心収縮力は減少し、刺激伝導速度は低下する。

##### 3. 血管

- ・ 皮膚、粘膜の血管平滑筋 ----- 交感神経活動により収縮し、血管内腔がせばまることにより血管抵抗が増大し、血圧が上昇する。なおこれは副交感神経の支配をうけない。
- ・ 骨格筋の血管平滑筋 ----- 交感神経活動により拡張し、骨格筋への血液供給が亢進する。なおこれは副交感神経の支配をうけない。

##### 4. 呼吸器

- ・ 気管支平滑筋 ----- 交感神経活動により弛緩し、気道は広がる。いっぽう副交感神経活動により収縮し、気道は狭くなる。
- ・ 気管支腺 ----- 交感神経活動により粘液分泌は減少する。いっぽう副交感神経活動により粘液分泌は亢進する。

##### 5. 唾液腺

- ・ 唾液腺 ----- 交感神経活動により粘<sup>ねんちよう</sup>稠な唾液が少量分泌され、副交感神経活動により粘稠度の低い唾液、漿液性唾液が大量に分泌される。

##### 6. 胃腸管

- ・ 平滑筋 ----- 交感神経活動により弛緩し、消化管運動(蠕動運動)は低下する。いっぽう副交感神経活動により

収縮し 消化管運動 蠕動運動 は亢進する .

7. 胆嚢・胆管

- ・ 胆嚢・胆管 ----- 交感神経活動により弛緩し 副交感神経活動により収縮し 胆汁分泌を促進する .

8. 膀胱

- ・ 膀胱平滑筋(排尿筋) ----- 交感神経活動により弛緩し 排尿は抑止される ippou副交感神経活動により収縮し 排尿がうながされる .
- ・ 内尿道括約筋(膀胱括約筋) ----- 交感神経活動により収縮し 排尿は抑止される ippou副交感神経活動により弛緩し 排尿がうながされる .

9. 脾臓

- ・ 脾臓 ----- 交感神経活動により収縮する .  
なおこれは副交感神経の支配をうけない .

10. 副腎髄質

- ・ 副腎髄質 ----- 交感神経活動によりカテコラミン(アドレナリンなど)分泌が亢進する なおこれは副交感神経の支配をうけない .

11. 肝臓

- ・ 肝臓 ----- 交感神経活動によりグリコーゲン分解が促進され 副交感神経活動によりグリコーゲン合成が促進される .

12. 膵臓

- ・ 膵液(外分泌) ----- 交感神経活動により分泌が抑制され 副交感神経活動により分泌が促進される .
- ・ インスリン(内分泌) ----- 交感神経活動により分泌が抑制される ippou副交感神経活動により分泌が促進され 血糖値は

4. 自律神経系

低下する.

13. 皮膚

- ・ 汗腺 ----- 交感神経活動により分泌が亢進され、発汗が促進される。なおこれは副交感神経の支配をうけない。
- ・ 立毛筋 ----- 交感神経活動により収縮し、鳥肌が生じる。なおこれは副交感神経の支配をうけない。

自律神経遠心路の二重支配と拮抗支配

効果器		交感神経活動 に対する応答	副交感神経活動 に対する応答
眼	瞳孔括約筋	収縮 (弛緩)	∞
	瞳孔放散筋	∞	収縮 (弛緩)
	毛細汗腺	弛緩 (過剰分泌を促す)	収縮 (過剰分泌を促す)
心臓	心臓筋	↑	↓
	収縮力	↑	↓
	自律伝導速度	↑	↓
皮膚・粘汗の血管		収縮 (血管収縮)	∞
呼吸器	気管支平滑筋	弛緩 (気道拡大)	収縮 (気道狭小)
	気管支腺	分泌 ↓	分泌 ↑
胃・腸	平滑筋	弛緩 (消化管運動 ↓)	収縮 (消化管運動 ↑)
	分泌腺	分泌 ↓	分泌 ↑
胆嚢・胆管		弛緩	収縮
膀胱	平滑筋	弛緩 (排尿の抑制)	収縮 (排尿)
	括約筋	収縮 (排尿の抑制)	弛緩 (排尿)
膀胱		収縮	∞
副腎髄質		カテコールアミン分泌 ↑	∞
肝臓		グリコーゲン分解 ↑	グリコーゲン合成 ↑
膵臓	膵臓分泌	分泌 ↓	分泌 ↑
	インスリン分泌	分泌 ↓	分泌 ↑ (血糖値 ↓)
その他の腺	唾液腺	粘蛋白分泌 ↓	粘蛋白分泌 ↑
	汗腺	分泌 ↑	分泌 ↓
	歯、聴覚の腺	∞	分泌 ↓
	汗腺	分泌 ↓ (発汗)	∞
皮膚	立毛筋	収縮 (鳥肌)	∞

∞: 分泌しない

## 自律神経遠心路の構成

### 節前ニューロンと節後ニューロン

#### 自律神経遠心路の構成

自律神経遠心路(交感神経と副交感神経)は中枢神経系からでて平滑筋・心筋・腺に分布するまで、原則的に二個のニューロンからなる。すなわち自律神経遠心路は、その途中で一回ニューロンをかえる。このシナプスがある部位を自律神経節といい、これには交感神経節と副交感神経節とがある。

注) 二個のニューロン：末梢神経系の遠心性神経には自律神経遠心路と体性運動神経がある。このうち体性運動神経は、中枢をでて末梢効果器(骨格筋)にまで1個のニューロンで構成される。

#### 節前ニューロンと節後ニューロン

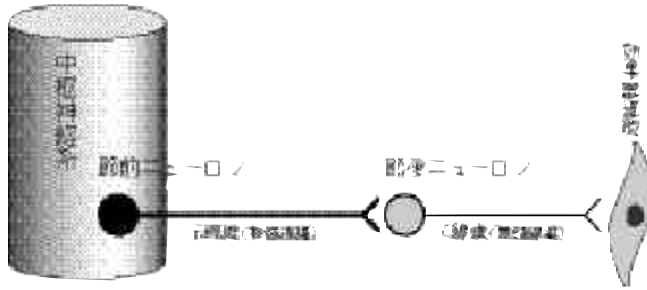
自律神経遠心路は、以下のように節前ニューロンと節後ニューロンからなる。なお例外として、副腎髄質に分布する自律神経遠心路は、1個の交感神経ニューロンで構成され、副腎髄質は節前ニューロンに支配される。

- ・ 節前ニューロン ----- その細胞体は脊髄では側角にあり、前角から中枢神経をでて自律神経節にいたり、節後ニューロンにシナプスする。節前ニューロンの神経線維を節前線維といい、その多くは有髄性のB線維である。
- ・ 節後ニューロン ----- その細胞体は自律神経節にあり、ここをでて効果器細胞にシナプスする。節後ニューロンの神経線維を節後線維といい、その多くは無髄性のC線維である。

注) 副腎髄質：副腎髄質は自律神経系の二重支配をうけない器官のひとつであり、交感神経のみ支配される。副腎髄質のカテコールアミン分泌細胞は交感神経節前ニューロンから直接シナプスをうける。このカテコールアミン分泌細胞は、軸索のない交感神経節後ニューロンであり、その血中への分泌により全身のカテコールアミン受容体をもつ細胞を支配していると考えられる。

#### 4. 自律神経系

##### 節前ニューロンと節後ニューロン



#### 自律神経遠心路の神経伝達物質

##### 自律神経遠心路の神経伝達物質

自律神経遠心路を構成するニューロンの神経伝達物質は、おもにアセチルコリンとノルアドレナリンである。一般に神経伝達物質が、アセチルコリンであるニューロンをコリン作動性ニューロン(コリン作動性線維)といい、ノルアドレナリンであるものをアドレナリン作動性ニューロン(アドレナリン作動性線維)という。

またアセチルコリンはシナプス後膜の受容体に結合した後、シナプス間隙においてアセチルコリンエステラーゼにより、すみやかに分解される。またノルアドレナリンはシナプス間隙においてモノアミン酸化酵素により分解される。

注) アセチルコリンエステラーゼ (acetylcholinesterase; AChE) アセチルコリンエステラーゼの作用、すなわちアセチルコリンの分解は、サリンによって強力に阻害される。このためサリンに暴露した場合には呼吸困難、倦怠感、多量の発汗、吐き気、嘔吐、筋肉の痙攣、無意識の排便・放尿、ひきつけ、よろめき、頭痛、錯乱、眠気、昏睡などがみられ、ほかに縮瞳して視力が低下する。重症となると呼吸停止から死にいたる。

##### 自律神経遠心路の受容体

自律神経遠心路における神経伝達物質の受容体には以下のようなものがある。

- ・ アセチルコリン受容体 ----- ニコチン受容体とムスカリン受

容体がある .

- ・ **ノルアドレナリン受容体** ----- **受容体**と **受容体**がある .

注) アセチルコリン受容体: これは電気生理学的、薬理的性質からこのように分類される .

注) 受容体と 受容体: 受容体と 受容体はともにカテコラミン受容体の一種である。これらはいずれもアドレナリンとノルアドレナリンと結合するため、これらの受容体をもつ細胞は自律神経系の影響を受けるばかりでなく、副腎髄質からのアドレナリンの影響をもうける .

### 🌀 節前ニューロンの神経伝達物質とその受容体

交感神経系・副交感神経系のいずれにおいても、自律神経節にある節前ニューロンの軸索末端(シナプス前終末)から放出され、節後ニューロンの膜上にある受容体に作用する神経伝達物質は**アセチルコリン**である。したがって交感神経節前ニューロンと副交感神経節前ニューロンはともに**コリン作動性ニューロン**である .

また節後ニューロンの膜上(シナプス後膜)にあるアセチルコリン受容体は、交感神経・副交感神経のいずれにおいても**ニコチン受容体**である .

### 🌀 節後ニューロンの神経伝達物質とその受容体

節後ニューロンの軸索末端(シナプス前終末)から放出される神経伝達物質と、効果器細胞の膜上にある受容体は、以下のとおりである .

#### 1. 交感神経節後ニューロン

- ・ **交感神経節後ニューロン**から放出され、効果器細胞に作用する神経伝達物質は**ノルアドレナリン**である。したがって交感神経節後ニューロンは **アドレナリン作動性ニューロン**である .
- ・ 交感神経に支配される効果器の細胞膜上にあるノルアドレナリン受容体には、**受容体**と **受容体**がある .
- ・ 上記の例外として、**汗腺と骨格筋の血管を拡張させる交感神経節後線維**の神経伝達物質は **アセチルコリン** である .

#### 4. 自律神経系

##### 2. 副交感神経節後ニューロン

- ・ **副交感神経節後ニューロン**から放出され、効果器細胞に作用する化学伝達物質は**アセチルコリン**である。したがって副交感神経節後ニューロンは**コリン作動性ニューロン**である。
- ・ 副交感神経に支配される効果器の細胞膜上にあるアセチルコリン受容体は**ムスカリン様受容体**である。アセチルコリンのムスカリン様受容体に対する作用は**アトロピン**によって阻害される。

注) 受容体と 受容体: 受容体と 受容体とは 結合によっておこる受容体細胞の反応様式がことなるしたがってノルアドレナリンをうけたシナプス後細胞の反応は、受容体・受容体のいずれがその膜状にあるかによって異なったものとなる。

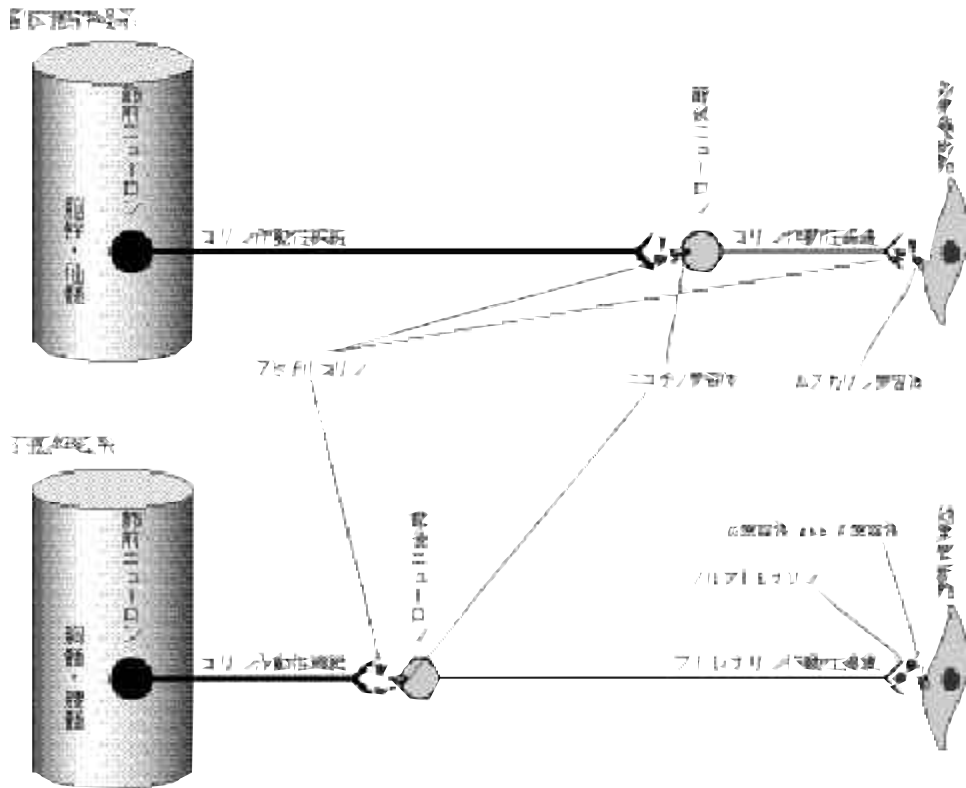
注) アトロピン(atropine) アトロピンはペラドンナ、ロト、マンダラ、ヒヨスなどのナス科植物の根や葉にふくまれるアルカロイドである。これは副交感神経節後線維支配器官に対するアセチルコリンの作用を競合的に遮断するため、アトロピンの投与は散瞳、遠視性調節障害、眼内圧上昇、消化管の運動と消化液分泌の抑制、心機能の抑制と末梢血管の抵抗を低下させる。

##### 自律神経系遠心路の特徴

	交感神経	副交感神経	
	コリン作動性ニューロン		
節前ニューロン	細胞体所在部位	脳幹、腰髄	脳幹、仙髄
	神経線維の種類	白線維	
	神経線維の長さ	短い	長い
	神経伝達物質	アセチルコリン	
効果器の種類	ニコチン受容体		
	アドレナリン作動性ニューロン	コリン作動性ニューロン	
節後ニューロン	細胞体所在部位	交感神経節など	副交感神経節、自律神経節など
	神経線維の種類		白線維
	神経線維の長さ	長い	短い
	神経伝達物質	ノルアドレナリン	アセチルコリン
効果器組織	α受容体、β受容体	ムスカリン様受容体 (この時伝達物質はムスカリン)	



自律神経系遠心路



自律神経系遠心路の走行

交感神経線維の走行

中枢神経系から出る高位

交感神経系に属する節前ニューロンの細胞体は **第1胸髄から第3腰髄の側角**にある。このように交感神経線維のほとんどは **胸髄と腰髄**からであるため、交感神経系のことを**胸腰系**ともいう。

## 🔗 交感神経幹

**交感神経幹**は、第2頸椎から尾骨まで**椎体の前外側面に**そって縦走する左右一対の鎖状の索状物である。交感神経幹には**幹神経節**(椎傍神経節)とよばれる20個程度のふくらみがみられ、ここには**交感神経節**がある。幹神経節は交通枝(白交通枝と灰白交通枝)によって脊髄神経と連絡している。

注) 交感神経幹: 交感神経幹は第2頸椎から尾骨まで縦走するが、交感神経節前ニューロンは第1胸髄から第3腰髄の側角にあり、両者の分布におおきな違いがある。

注) 交通枝: 交通枝は同高位の脊髄神経と交通する交感神経の線維束である。これには白交通枝と灰白交通枝がある。このうち白交通枝を構成するのは、交感神経節前線維であり、これらは有髄神経線維であるため白色を呈する。いっぽう灰白交通枝を構成するのは、交感神経節後線維であり、これらの多くは無髄神経線維であるため灰白色を呈する。

## 🔗 中枢神経系から末梢までの走行

交感神経節前線維は、脊髄神経の前根から中枢神経をでて、脊髄神経から白交通枝をとおり交感神経幹にはいる。交感神経線維はこのあと以下の経路のいずれかにわかれる。

1. 幹神経節でニューロンをかえて 頭部・胸部にいたるもの
  - ・ 節前線維は幹神経節の節後ニューロンにシナプスし、その節後線維は、**頭頸部**および**胸部**の効果器に分布する。
  - ・ 頸部交感神経幹のうち下頸神経節と第1胸神経節は、吻合して扁平な星状を呈する**星状神経節(頸胸神経節)**を形成する。星状神経節は第7頸椎横突起前面にあり、ここには**頭部・顔面・頸部・肩部・上肢・胸部・心臓・気管支・肺**など、多くの部位に分布する**交感神経線維**がとる。
2. 幹神経節でニューロンをかえて、脊髄神経とともに末梢に分布するもの
  - ・ 節前線維は幹神経節の節後ニューロンにシナプスし、その節後線維は、灰白交通枝をとおって脊髄神経にもどり、その中を走行して汗腺、立毛筋、皮膚や骨格筋の血管に分布する。

## 3. 椎前神経節でニューロンをかえて、腹部の効果器にいたるもの

- ・ 節前線維は交感神経幹でニューロンをかえずに通過し、腹部にある神経叢や神経節でニューロンをかえて節後線維となり、腹部および骨盤内臓器の平滑筋、腺、血管に分布する。
- ・ **副腎髄質は、例外的に交感神経節前ニューロンに直接支配されている。**

注) 頭頸部：頭頸部でこれらの交感神経線維は、上・中下頸神経節をとり、鼻腔・口蓋の血管、顎下腺、舌下腺、耳下腺、瞳孔散大筋、心臓に分布する。

注) 胸部：胸部でこれらの交感神経線維は、10～12個の胸神経節をとり、肺、食道に分布するとともに、大・小内臓神経となって横隔膜をつらぬいて腹腔にいたる。

注) 星状神経節(頸胸神経節)：星状神経節は第7頸椎横突起前面にある。ここは頭部から胸部にかけての多くの部位に分布する交感神経線維がとおる。このため顔面神経麻痺、帯状疱疹、頸肩腕症候群、突発性難聴、アレルギー性鼻炎、頸性頭痛、カウザルギーなどのように頭部から上肢にかけての疼痛や血行障害に対して、星状神経節のブロック療法をおこなうことがある。

注) 腹部にある神経叢や神経節：腹部にある神経節は神経叢の中にあることが多い。その代表的なもの、椎前神経節である。椎前神経節は椎体の前にある交感神経節であり、これには腹腔神経節(太陽神経節)、上腸間膜動脈神経節、下腸間膜動脈神経節などがある。なお椎前神経節には交感神経線維のシナプスのみならず、副交感神経線維のシナプスもふくまれている。

## 副交感神経線維の走行

### 中枢神経系から出る高位

副交感神経系に属する節前ニューロンの細胞体は、**脳幹部にある脳神経核と第2～4仙髄の側角**にある。このように副交感神経線維のほとんどは、**脳幹と仙髄**からでるため、副交感神経系のことを**頭仙系**ともいう。

注) 副交感神経線維はおもに脳幹と仙髄からでる：副交感神経の起始核は中脳・延髄・仙髄のほかにも、全脊髄をおしてわずかながら存在するといわれる。

### 中枢神経系から末梢までの走行

中枢神経系を出た副交感神経線維は、以下のように走行する。なお副交感神経節の多くは、その効果器の近傍または消化管などの壁内

#### 4. 自律神経系

にある。

##### 1. 脳幹部から出るもの

- ・ 中脳から出る**動眼神経(第III脳神経)**にふくまれる節前ニューロンは、毛様体神経節で節後ニューロンにシナプスする。その節後線維は**瞳孔括約筋(縮瞳)**および**毛様体筋(水晶体の屈折力増大)**に分布する。
- ・ 橋から出る**顔面神経(第VII脳神経)**にふくまれる節前ニューロンは、顔面神経管にはいる。これはその後ふたつにわかれ、そのひとつは**翼口蓋神経節**で節後ニューロンにシナプスし、その節後線維は**涙腺(分泌促進)**に分布する。もうひとつは**鼓索神経(舌下神経の枝)**となり、**顎下神経節**で節後ニューロンにシナプスし、その節後線維は**顎下腺**と**舌下腺(分泌促進)**に分布する。
- ・ 延髄から出る**舌咽神経(第IX脳神経)**にふくまれる節前ニューロンは、耳神経節で節後ニューロンにシナプスする。その節後線維は、**耳下腺(分泌促進)**に分布する。
- ・ 延髄から出る**迷走神経(第X脳神経)**にふくまれる節前ニューロンは、**頸静脈孔**から**総頸動脈**にそって下行し、**胸郭上口**から**縦隔**をとり、**食道**とともに**横隔膜**の**食道裂孔**をぬけ、**腹腔内**まで分布する。その経路上で、**胸部**、**腹部内臓**にむけて分枝し、各臓器の周囲にある神経節で節後ニューロンにシナプスする。その節後線維は、その臓器に分布する。
- ・ **消化管の副交感神経(迷走神経)支配**は、**横行結腸の中央**が分岐点となる。それより口側は**迷走神経支配**で、それより**肛門側**は**骨盤内臓神経(骨盤神経)支配**である。

##### 2. 仙髄から出るもの

- ・ 第2~4仙髄の側角におこる節前ニューロンは、**仙髄前角**からでて、**下下腹神経叢**で節後ニューロンにシナプスする。その節後線維は**骨盤内臓神経(骨盤神経)**をとって**骨盤内臓器(横行結腸から肛門)**に分布する。

## 門までの消化管 膀胱 生殖器など ) に分布する .

注) 鼓索神経: 鼓索神経は 顔面神経の垂直部から分岐して鼓室後方からツチ骨・キヌタ骨の間をとおって前方に達し , 三叉神経第3枝の舌神経とともに , 口腔内に分布する枝をだす .

### 副交感神経の分布領域

神経節	根性神経節	分布領域
頸部	頸交感神経	瞳孔括約筋, 心臓, 肺
	頰交感神経	涙腺, 顎下腺, 舌下腺
	舌下神経節	舌下腺
	迷走神経節	肺, 心臓, 胃腸 (迷走神経節は下交感神経と交感神経を介して)
腰部	腰交感神経 (腰交感神経節)	横行神経節から腹門までの消化管, 膀胱, 生殖器など

## 腸壁内神経叢

### 腸壁内神経叢

**腸壁内神経叢**は腸管壁内にあつて 網目状に腸管全周を取りまく神経組織である。ここで網状に走る神経線維の合流点には 多数の神経節が存在する。腸壁内神経叢には交感神経 副交感神経双方の神経線維が混在しており これらは腸管の平滑筋や腺を支配し , 各種腸運動反射や腸腺の分泌などの調節・制御に関与している。なお消化管に分布する交感神経・副交感神経線維を切断しても , 腸管の蠕動運動が消失することはない。

代表的な腸壁内神経叢には以下のようなものがある。

- ・ **マイスネル神経叢** ----- 粘膜下層に存在する**粘膜下神経叢**である。
- ・ **アウエルバッハ神経叢** ---- 輪走筋と縦走筋の両筋層間に存在する**筋層間神経叢**である。

注) 多数の神経節: ここにある神経細胞は 約1億個と概算されており , 脊髄中の神経細胞数に匹敵するといわれている。



## 自律神経に支配される効果器の応答



### 交感神経支配と効果器



### 緊急反応



#### 緊急反応

**ウォルター・キャン**<sup>1)</sup>は、交感神経系のはたらきを**緊急反応**としてとらえた。緊急反応は、高度の**ストレス**や**生存の危機**をもたらすような刺激にさらされたときにおこる。これにより交感神経系は、危機的状況に積極的に立ちむかい、または全面的に**退避**<sup>たいひ</sup>するための行動をとりやすくするように作用すると考えられる。

注) ウォルター・キャン( Walter Bradford Cannon; 1871-1945 ) :アメリカの生理学者であり、ホメオスタシス( homeostasis ) という概念を提出し、ホメオスタシスの動的調節系の一例として緊急反応の重要性に言及した。

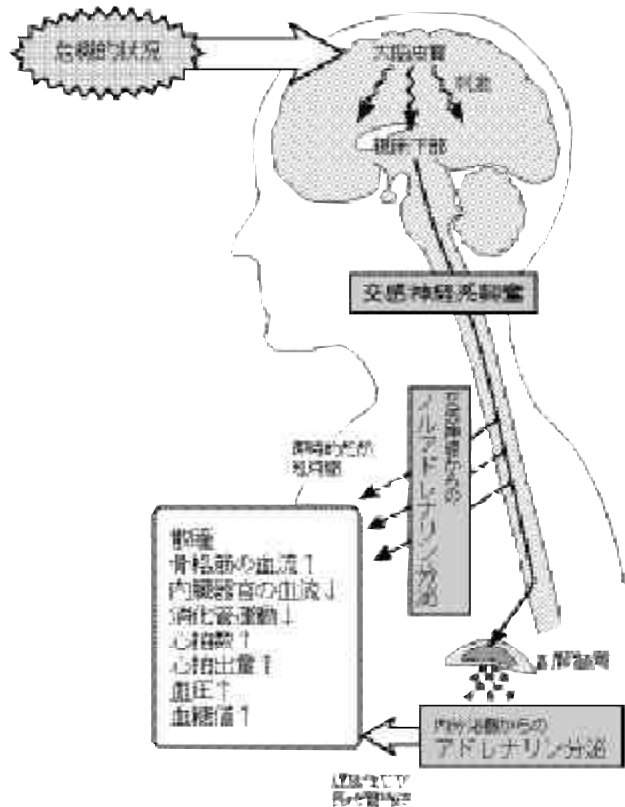


#### 交感神経-アドレナリン系

緊急反応において、高度の**ストレス**や**生存の危機**をもたらすような刺激は**交感神経系**を興奮させる。これは交感神経節後線維が支配する器官に効果をおよぼすばかりでなく、節前線維の直接支配をうける**副腎髄質**を刺激して**アドレナリン**<sup>2)</sup>などの副腎髄質ホルモンの分泌を亢進させる。このことから緊急反応は**交感神経-アドレナリン系の緊急反応**ともよばれる。

交感神経-アドレナリン系の緊急反応によってあらわれる現象としては、**瞳孔散大**(散瞳)、**腱反射亢進**、**骨格筋への血液供給量の増加**、**腹部内臓器への血液供給量の減少**、**唾液・消化液の減少**、**消化管運動の抑制**、**気管支拡張**、**心拍数増大**(頻脈)、**心拍出量増加**、**血圧上昇**、**手掌・足底などの多汗**、**立毛筋収縮**、**血糖値上昇**などがある。

## 交感神経-アドレナリン系の緊急反応



- 注) アドレナリン： アドレナリンは副腎髄質でのみ合成され、血中に分泌されるカテコラミンの一種である。その受容体には、 $\alpha$ 受容体と  $\beta$ 受容体とがある。受容体におよぼす作用(作用)は、血管平滑筋収縮による血圧上昇などであり、 $\beta$ 受容体におよぼす作用(作用)は、心収縮力増大・心拍数増加などである。平常時のアドレナリンの血漿中濃度はノルアドレナリンの1/10くらいであるが、ストレスなどにより急激に上昇する。
- 注) 副腎髄質ホルモン： 副腎髄質ホルモンにはアドレナリン(エピネフリン)とノルアドレナリン(ノルエピネフリン)がある。生体内においてはL-チロシンからL-ドーパとなりドパミン、さらにノルアドレナリン、最後にアドレナリンにいたる経路で合成される。ノルアドレナリンはおもに交感神経系で、一部は副腎髄質で生成される。しかし、ノルアドレナリンをアドレナリンに変換する酵素は副腎髄質にしかないため、アドレナリンは副腎髄質でのみ生成される。

## カテコラミン受容体

### 受容体と 受容体

カテコラミン 受容体は カテコラミン(カテコールアミン)類に対する受

#### 4. 自律神経系

容体である カテコラミンには、ノルアドレナリン アドレナリン ドパミンがふくまれる カテコラミン 受容体である 受容体と 受容体は、ノルアドレナリン アドレナリン のいずれの物質にも感受性をもつ。

注) 感受性: カテコラミン受容体をもつ細胞は、交感神経系のアドレナリン作動性ニューロンの興奮によって活動するばかりでなく、副腎髄質から循環血液中に分泌されるアドレナリンの影響も受けている。また交感神経節前線維は、副腎髄質にシナプスしてその活動を調節している。このように交感神経系の活動は、副腎髄質のはたらき(内分泌)とリンクして営まれている。これに対して、副交感神経節後ニューロンから分泌されるアセチルコリンは、すみやかに分解され、循環血液中にはでない。このため副交感神経系の活動は、限局した部位に短時間の効果をおよぼすという特徴がある。

### 作用と 作用

自律神経系の支配をうける効果器の応答は、神経伝達物質によって決まるのではなく、効果器の細胞膜上にある受容体のタイプによって決まる。

交感神経に支配される効果器細胞の膜上には、受容体と 受容体のどちらか、または両方がある。したがって交感神経節後ニューロンの興奮に対し、効果器細胞にどのような反応があらわれるかは、その細胞膜上にどの受容体が多くあるかによってことなる。このため、カテコラミンが 受容体に結合したときにみられる反応を 作用といい、受容体に結合したときにみられる反応を 作用という。

- ・ 作用 ----- 末梢血管の平滑筋収縮(血管収縮)、血圧上昇、消化管の平滑筋収縮、瞳孔散大筋収縮(散瞳)、汗腺分泌亢進、立毛筋収縮など。
- ・ 作用 ----- 気管支拡張(気管支平滑筋の弛緩)、心筋収縮力増大、心拍数増加、消化管の平滑筋弛緩、骨格筋の血管拡張など。

注) 作用: 一般に、受容体はノルアドレナリンに対し親和性が高く、受容体はアドレナリンに対し親和性が高い。このため交感神経節後線維の興奮によりその神経終末からノルアドレナリンが放出された場合、効果器細胞のある器官には、作用がより強くあらわれることが多い。

### 作用と 作用

作用	末梢血管の平滑筋収縮(血管収縮)、血圧上昇、消化管の平滑筋収縮、瞳孔散大筋収縮(散瞳)、汗腺分泌亢進、立毛筋収縮など
作用	気管支拡張(気管支平滑筋の弛緩)、心筋収縮力増大、心拍数増加など



## 血管運動

### 血管運動

血管壁を構成する血管中膜には**血管平滑筋**があり、その収縮により血管内径は細くなり、弛緩すると、その内径は太くなる。このような血管の収縮と拡張を**血管運動**という。このような血管の拡張と収縮は、細動脈などでは自律神経遠心路によって、毛細管においては組織液内の化学物質によって調節されている。血管運動を支配する自律神経遠心路を**血管運動神経**といい、血管運動中枢は**延髄**にある。

注) 血管壁： 内膜・中膜・外膜の三層により構成され、一般に内膜は内皮細胞からなり、中膜は平滑筋と弾性線維、外膜は膠原線維などの結合組織からなる。

### 細動脈

さまざまな血管のうち**抵抗血管**ともよばれる**細動脈**は、血管中膜の平滑筋層がよく発達しており、**血管運動神経が豊富に分布している**。なお細動脈における血管内径の変化は**血圧の変動に大きな影響**をあたえる。

注) 細動脈： 細動脈とは、小動脈が毛細管にわかれる前の血管であり、直径0.5mm以下のものが多い。その中膜は1~5層の輪走する平滑筋細胞からなっており、外膜の発達は悪い。細動脈は、血管のうちもっとも抵抗を生じやすい部分であり、高血圧により動脈硬化を発生しやすい。

注) 血管内径の変化は血圧の変動に大きな影響をあたえる： 血圧は心拍出量と末梢血管抵抗により規定される変数である。このうち末梢血管抵抗は血管内径に反比例し、そのわずかな変化も血管抵抗の大きな変化を引き起こす。

### 血管運動神経


血管運動神経は、血管収縮神経と血管拡張神経とからなるが、**血管運動の主役**をなすものは**交感神経**に属する**アドレナリン作動性血管収縮神経**である。これは、**全身の皮膚・粘膜などの血管にひろく分布し、血管のトーンスを維持し、血管壁の緊張を一定レベルにたもつ機能**をはたす。その節後線維末端からは**ノルアドレナリン**が放出され、血管平


平滑細胞の **受容体** に作用して血管収縮をおこす なおこの血管のトーン維持は、**圧受容器反射** などによって調節されている。

- 注) 血管拡張神経: その興奮により血管内径を広くする作用をもつものをいうしかし血管拡張神経は全身の血管に分布しているのではなく、特定の組織・器官にのみ分布している。たとえば骨格筋には アセチルコリンを神経伝達物質とする交感神経コリン 作動性血管拡張神経が分布している。また唾液腺や膵外分泌腺 陰茎や陰核などの生殖器には アセチルコリンなどを神経伝達物質とする副交感神経性血管拡張線維が分布している。
- 注) トーン(s tonus): 筋細胞や神経細胞などの興奮性細胞は、生きていくがぎりつねに一定の緊張状態を保っている。これは中枢神経系が、末梢の組織・器官につねに一定のインパルスを送ることによっている。このような自発性活動をトーンという。血管壁のトーンは、延髄にある心臓血管中枢(血管運動中枢)の自発的インパルス(安静時で毎秒0.5~2回)によって維持されている。
- 注) 圧受容器反射: 血管壁のトーンを維持する交感神経アドレナリン 作動性血管収縮神経のインパルスの頻度は、圧受容器反射(動脈圧受容器からの情報)によって制御されている。このような神経支配があるために、血管拡張神経がなくてもインパルス頻度の低下で血管内径は拡張することができる。
- 注) 受容体: 血管平滑筋の細胞膜上には、受容体と 受容体の双方が存在する。このうち 受容体は 交感神経アドレナリン 作動性血管収縮神経のシナプスをうけ、その興奮により血管を収縮させる。これに対し、受容体はいずれの神経支配もうけておらず、副腎髄質から分泌されるアドレナリンに反応し、血管拡張にはたらく。

鍼灸刺激による心血管系への影響

反射	手攣さる血管は一瞬的に収縮し、その後拡張する 心拍数は減少する
反射	手攣さる血管は一瞬的に拡張し、その後収縮する 血圧は一瞬的に上昇し、その後低下する 一瞬性の血圧上昇は、心臓からの刺激によるものと考えられる

 汗腺・立毛筋の応答

 汗腺に対する自律神経支配

汗腺は皮膚にあり、汗を分泌する外分泌腺である。これには形態のことなる二種類のもの、すなわち小汗腺と大汗腺がある。

すべての汗腺は自律神経遠心性線維の支配をうけるが、これには以下のような特徴がある。

- ・ 汗腺は交感神経線維にのみ支配される。
- ・ 汗腺を支配する交感神経の節後線維は、コリン作動性ニューロン

である。

- ・ 汗腺の活動は おもに視床下部にある体温調節中枢の統御を受ける。

注) 汗腺: 細長い管状腺。その分泌能力は暑熱経験に大きく影響され、個人差も大きい。

注) 小汗腺: エクリン汗腺 eccrine gland ともいう。ヒトでは全身に分布する。液体のみを分泌し、細胞の有形成分は分泌しない。大量の水分を分泌して体温調節に関与する。

注) 大汗腺: アポクリン汗腺 apocrine gland ともいう。ヒトでは退化し、わずかに身体の一部に毛髪とともに同在する。腋窩にもっとも多く、そのほか乳首・陰部・下腹にもある。希薄な汗を分泌するほかに、その細胞の一部が破片となって液の中に混じる。成分が複雑で特殊の臭気をもつことがあり、青春期に近く分泌がはじまる。

### ❁ 立毛筋に対する自律神経支配

立毛筋は毛髪<sup>もうぼう</sup>の毛包にある平滑筋であり、その収縮により毛髪は立ちあがり、いわゆる鳥肌<sup>とりうし</sup>が生ずる。立毛筋は交感神経にのみ支配される。

注) 鳥肌: 立毛筋の機能は、その収縮により体表面における毛髪がつくる空気層の厚さを増し、体熱の放散を防止することにある。

#### 4. 自律神經系