



5

感覚生理学の基礎





感覚生理学の基礎知識



感覚の一般



感覚とは

感覚と知覚

感覚とは、身体の外または内部にくわえられた刺激によって引きおこされる意識内容をいう。ただし感覚にふくまれるものは、個々の具体的で要素的なもの（明暗・色・音など）のみであり、これに解釈や判断がくわわった場合はこれを知覚という。

ただし中枢にもたらされる感覚情報は、明確に意識できるものばかりでなく、血圧や血液中のpHなどのように意識にのぼりにくいものも多くあり、感覚を意識できるものとできないものに区分することは非常に困難である。このため、ここでは刺激によって中枢神経系にもたらされる求心性情報を、広く感覚としてあつかう。

注) 刺激： 刺激とは、生体に何らかの反応を引きおこすような外的な作用または生体内外の環境条件の変化をいう。これには機械的なもの・化学的なもの・光・熱・音などさまざまなものがある。

注) 知覚： しかし感覚と知覚の語が、このように厳密に区別されてもちいられることは少ない。

感覚の生ずる場

感覚は、刺激が感覚受容器・感覚神経または大脳皮質感覚野にくわわったときに生ずる。感覚は多くの場合、その刺激の源や、刺激がくわわった部位に生じたように感じられる。しかし実際に感覚が生じているのは大脳皮質感覚野であり、大脳皮質感覚野ニューロンが興奮することによっている。なお感覚が刺激部位に生じたように感ずることを感覚の投射という。たとえば、視覚では光源に、聴覚では音源に、触覚では皮膚の接触部位に感覚は投射される。したがって大脳皮質までの感

覚経路のどの部位が刺激されても感覚はおこるが 意識される感覚部位 感覚が投射される部位 はその受容器の存在場所である .

- 注) 投射: ここでいう投射とは、大脳皮質で生じる感覚がその刺激の源のある所に感じることをいっている。しかしこの語は、他にもいくつかの意味で用いられる。すなわち中枢神経系の特定部位の神経細胞群が他の部位の神経細胞群にシナプスをつくること。また精神医学領域では、不安などから逃れるために自分の態度や性質を他者におわせる自己防衛機制や妄想や幻覚などの内容に当人の思考や感情などが反映し表現されていることも投射という。
- 注) 感覚の投射: 感覚が大脳皮質で生じることをしめす例として幻肢がある。幻肢とは四肢を切断された場合に、うしなつた手足の感覚(触覚や痛覚など)が、しばらくのあいだ残る現象である。このような四肢断端では、神経腫とよばれる神経線維の異常なもつれが形成され、ここでインパルスが自発的にまたは圧迫刺激があつたときにおこり、幻肢があらわれる。ただし幻肢の発現メカニズムには中枢神経系内の可塑性も関与している。この現象は8~10歳以後での切断者に認められ、それ以下の場合は大脳皮質感覚野に身体像が完全に形成されていないためおこらない。

🔗 感覚受容器と感覚器

内外の刺激を最初に感知する細胞を **感覚受容器** または **受容器** という生理的な状態で感覚受容器は、**求心性神経線維(求心路)**の末梢端にある。またある種の感覚受容器は、**周囲の非神経性の細胞**とともに、**特定の刺激を受容するように発達・分化した器官**、すなわち**眼・耳・舌・鼻**などを形成する。このような器官をとくに**感覚器**という。

- 注) 受容器: 受容器は感覚刺激を最初に感知する細胞をいう。いっぽう受容体は細胞膜表面にあり特定の化学物質と結合してその細胞を活性化させるはたらきをもつ。受容体の例としてはシナプス後膜にある神経伝達物質の受容体、ホルモンの標的細胞の膜にある受容体、食細胞が抗原抗体複合体と結合する受容体などがある。

🔗 感覚の種類

🔗 感覚の種類

感覚の種類の違いは刺激の種類によるのではなく、受容器または求心路の違いによって生ずる。なお皮膚などの体性組織において同じ部位への刺激が、さまざまな種類の感覚を生じさせるのは、その部位に生じる**感覚の種類**にみあった複数の**感覚受容器**が分布しているからである。

- 注) 受容器または求心路の違い: 感覚受容器がことなればその興奮をつたえる求心性線維のたどるルートもことなるため、感覚の種類の違いは求心路の違いということもできる。

5. 感覚生理学の基礎

注) 感覚受容器が分布: しかし組織学的に一種類の神経終末しかないような 部位への刺激で、複数の感覚がおこることも知られており、感覚受容器と感覚の種類の間関係については不明な点が多い。

🌀 感覚の分類方法

感覚は受容器のある組織により、以下のように大別される。

- ・ **体性感覚** ----- 体性組織 すなわち皮膚・内臓粘膜をのぞく体表粘膜・骨・骨格筋とそれらに關与する結合織にある感覚受容器の興奮によって生ずる。
- ・ **内臓感覚** ----- 内臓組織 すなわち平滑筋・心筋・腺・内臓粘膜にある感覚受容器の興奮によって生ずる。
- ・ **特殊感覚** ----- 感覚器(眼・耳・舌・鼻)に属する感覚受容器の興奮によって生ずる。

注) 体性感覚: 感覚を二種類に大別する場合、これは体性感覚と内臓感覚に分けられ、特殊感覚は体性感覚にふくめて考える。

感覚の分類

体性感覚		触覚 痛覚 痒覚 振覚 筋張覚 (千能覚)
内臓感覚	消化器	セ工覚 腸管痛覚 (腸管 痛覚) 腸管 (膨張覚)
	泌尿器	尿量覚 尿中痛覚 (尿中痛覚覚)
内臓感覚	呼吸器	呼吸器痛覚 痛覚 呼吸器痛覚 呼吸器痛覚
	生殖器	生殖器痛覚 痛覚 生殖器痛覚 痛覚

🌀 特殊感覚

特殊感覚は特定の刺激を受容するように発達・分化し、**身体の一部にある感覚器**によって受容される感覚の総称である。特殊感覚にふくまれるものは以下のとおりである。なお特殊感覚の求心性線維は、

すべて脳神経にふくまれている。

- **視覚** ----- 眼の網膜にある視細胞(桿状細胞・錐状細胞)で受容される。
- **聴覚** ----- 耳のコルチ器官にある有毛細胞で受容される。
- **前庭感覚(平衡感覚)** ----- 耳の前庭器官にある有毛細胞で受容される。
- **味覚** ----- 舌の味蕾にある味細胞で受容される。
- **嗅覚** ----- 鼻の嗅粘膜にある嗅細胞で受容される。

注) 特殊感覚: 感覚器が身体に限局した場所のみあるため特殊感覚と命名されている。これに対し、筋紡錘やゴルジ腱器官(腱紡錘)なども感覚器のひとつであるが、これらはすべての骨格筋に散在するものであり、特定の部位に局在するものではないため、これらによって生ずる感覚は特殊感覚ではない。

注) 平衡感覚: 身体が重力に対してかたむいているときや、運動しているときに生じる感覚を平衡感覚という。これはいくつかの感覚が複合しておこる感覚であり、前庭感覚・深部感覚・皮膚感覚・視覚などが関与する。平衡感覚は、内耳の前庭器で受容される前庭感覚と同義に用いられることが多いが、厳密にはこのように分けられる。

☉ 体性感覚

皮膚・内臓粘膜をのぞく体表粘膜(角膜、口腔粘膜、鼻粘膜、陰部の粘膜など)・骨・骨格筋とそれらに關与する結合織などを体性組織という。これら体性組織に広く散在する感覚受容器の興奮がひきおこす感覚を体性感覚という。また体性感覚をつたえる求心性ニューロンを体性感覚神経と総称する。

体性感覚には触圧覚・温度感覚(温覚と冷覚)・痛覚・位置覚・運動覚・振動感覚・骨格筋の張力や筋長の感覚などがふくまれる。これらは感覚受容器のある位置によって、以下のように分類される。

1. 表在感覚

表在感覚とは、皮膚および内臓粘膜をのぞく体表粘膜(角膜、口腔粘

膜、鼻粘膜、陰部の粘膜など)にある受容器によって受容される感覚をいう。また皮膚にある受容器によるものをとくに**皮膚感覚**ということもある。

表在感覚(皮膚感覚)には、**触圧覚・温度感覚**(温覚と冷覚)・**痛覚**・**搔痒感**(かゆみ)などがふくまれる。このうち痛覚については、皮膚・粘膜以外の受容器の興奮によっても引き起こされるため、皮膚・体表粘膜の受容器によるものをとくに**表在痛覚**という。

2. 深部感覚

深部感覚とは、皮膚・粘膜以外の体性組織にある受容器によって受容される感覚をいう。深部感覚には、**痛覚**・**関節の位置覚**・**運動覚**・**振動感覚**・**骨格筋の張力**や**筋長**の感覚などがふくまれる。深部感覚は、痛覚とそれ以外のものとは分けることができる。

- ・ 深部感覚に属する痛覚を とくに**深部痛覚**という。
- ・ 痛覚以外の深部感覚は、空間における身体の位置についての情報をもたらすものであることから、これらを**固有受容感覚**(**固有感覚**) または狭義の深部感覚という。

❖ 内臓感覚

内臓感覚とは、平滑筋・心筋・腺・内臓粘膜にある感覚受容器の興奮によって引き起こされる感覚をいう。また内臓感覚をつたえる求心性ニューロンを**内臓求心性神経**(一般臓性求心性線維)と総称する。

内臓感覚は痛覚とそれ以外のものとは分けることができる。

- ・ 内臓感覚に属する痛覚を とくに**内臓痛覚**という。
- ・ 内臓痛覚以外の内臓感覚を**臓器感覚**と総称する。これには、**空腹感**・**食欲**・**口渇感**・**悪心**・**便意**・**尿意**・**性感覚**などがふくまれる。

感覚の種類とその受容器

	感覚の種類	受容器	感覚受容器
感覚の種類	視覚	眼	杆状体細胞・錐状体細胞
	聴覚	耳 (コルチ器)	有毛細胞
	嗅覚	嗅粘膜	嗅細胞 (嗅線毛)
	味覚	味蕾	味細胞
	前庭感覚 (平衡感覚)	回転加速度 直線加速速度	耳 (半規管) 耳 (卵形蓋・球形蓋)
非特異性	触圧覚		マイスナー小体 メルケル盤 皮膚のパズニ小体 皮膚の非パズニ終末 毛包受容器
	温度感覚		自由神経終末
	痛覚		自由神経終末
	関節の位置覚・運動覚		関節囊の非パズニ小体 結合囊内のパズニ小体
	振動感覚		パズニ小体
感覚の種類	骨格筋の筋電	筋紡錘	神経終末
	骨格筋の張力	腱紡錘 (コルチ器)	神経終末
	動脈圧		動脈管・大動脈中の伸張受容器
	静脈圧		大静脈・心臓中の伸張受容器
	肺の膨張		肺動脈中の伸張受容器
感覚の種類	血管の温度		視床下部ニューロン
	動脈血の酸素分圧		動脈管・大動脈中のグロムス細胞
	血糖		視床下部ニューロン

 感覚の識別性による分類

 感覚の識別性

感覚において くわえられた刺激の位置や質を認識する能力を**識別性**または**局在性**(局在能)というこの識別性には 感覚の種類による差がありこれが高いものを**判別性感覚**(**識別性感覚**)といい 低いものを**原始的感覚**という。

- ・ 判別性感覚(識別性感覚) ---- 触圧覚, 視覚, 聴覚など .
- ・ 原始的感覚 ----- 痛覚, 温度感覚, 嗅覚, 臓器感覚など .



感覚受容器



感覚受容器とは

🔗 感覚受容器

内外の刺激を最初に感知する細胞を**受容器細胞**といい、この細胞のうち刺激を感受し、それによる活動性インパルスが発生する部位を**とくに感覚受容器**または**受容器**ということがある。生理的な状態で感覚受容器は、**求心性神経線維(求心路)の末梢端**にある。



感覚受容器と感覚の特殊性

🔗 適刺激

ひとつの感覚受容器はある特定の刺激に敏感に反応して活動性インパルスが発生するが、それ以外の刺激にはあまり反応しないという特性をもつ。このように、**その受容器が敏感に反応する刺激を適刺激(適合刺激)**という。

🔗 感覚の強さ

感覚の受容器細胞は、**全か無の法則**にしたがって活動性インパルスが発生する。このようなデジタル情報は、単一の信号でその強さをあらわすことができない。このため刺激の強さが**感覚の強さ**に反映されるのは、**ひとつの受容器細胞が発するインパルスの頻度と興奮する受容器細胞の数**によっている。

🌀 感覚の順応

ある部位に持続的な刺激がくわえられると、刺激強度に変化がなくても、感覚がしだいに弱まってくることもある。これは、持続的刺激によって受容器細胞におこるインパルスの頻度が低下する生理的現象であり、これを感覚の順応という。

順応は多くの種類の感覚でおこるが、その程度は感覚の種類により、大きくことなっている。一般に触圧覚・嗅覚は順応がおこりやすいが、組織に障害をもたらすような刺激、すなわち侵害刺激によっておこる痛覚では非常におこりにくい。

🌀 受容野

一般に一個の受容器細胞の軸索は、末梢において複数の枝にわかれ、その末端にある複数の感覚受容器を支配している。このため、一個の感覚受容器細胞が反応をおこすその受容面上の領域を**受容野**^{じゅようや}という。なお一般に、受容面上で隣接するおのおのの受容野には重なりがある。

注) 受容野：視覚系ニューロンの受容野は網膜に、皮膚の感覚ニューロンの受容野は皮膚表面にそれぞれ投射される。聴覚系ニューロンの受容野は蝸牛基底膜上の部位が音の周波数に対応するので、音の強さと周波数で決定される座標で表される。

🌀 感覚点

皮膚上には、触圧刺激・温刺激・冷刺激・痛み刺激に対しよく応答する点が個別に分布している。これらはそれぞれ触点・温点・冷点・痛点と呼ばれ、これらを**感覚点**と総称する。それぞれの感覚点は特定の感覚受容器の受容野に一对一に対応していると考えられている。なお全身の感覚点のうち、**もっとも多くあるのは痛点**である。

注) 全身の感覚点：全身の感覚点の数は、触点50万、冷点25万、温点3万、痛点200万であるといわれている。

🌀 周辺抑制

周辺抑制とは、あるニューロンの興奮によってそれに隣接するニューロンの活動が抑制されることをいう。たとえばある受容野において、そこにある受容器細胞の興奮が、その周辺領域の刺激をうける他の感覚受容器あるいは求心性神経線維の活動を抑制する。したがって周辺抑制は、感覚の分解能をよくしていると考えられている。

🌀 感覚受容器の分類

🌀 感覚受容器の機能的分類

感覚受容器は、適刺激の種類によって機能的に分類することができる。この分類方法により、受容器は機械受容器・温度受容器・化学受容器・^{しんがい}侵害受容器などに分類される。

たとえば^{しんがい}刺入鍼による刺激は機械受容器や^{しんがい}侵害受容器を興奮させ、接触鍼による刺激は機械受容器を興奮させる。また灸による刺激は温度受容器や侵害受容器を興奮させる。

1. 機械受容器

機械受容器は、接触・圧迫・張力などの機械的な刺激を感受する受容器である。機械受容器は以下のように身体のさまざまな部位に分布する。

1. 皮膚感覚に關与する機械受容器

表在感覚に關与する機械受容器には、反応する刺激強度がことなる二種類のものがある。

- ・ 弱い機械刺激に反応するものを^{ていいきち}低閾値機械受容器 といい、その興奮は触圧覚を生じさせる。
- ・ 強い機械刺激に反応するものを^{こういきち}高閾値侵害受容器 または高閾値機械受容器といい、その興奮は痛覚を生じさせる。

2. 伸張受容器

深部組織や内臓組織にあって 機械的な引っ張り刺激に対して感受性をもつ機械受容器を伸張受容器しんちよう伸展受容器しんちんじようという。代表的な伸張受容器には以下のようなものがある。

- 骨格筋に分布するゴルジ腱器官けんぼうすい（腱紡錘けんぼうすい）や筋紡錘きんぼうすい は骨格筋に発生した張力を感知する伸張受容器であり、その興奮は固有感覚を生じさせる。
- 内臓では、心臓・血管・肺・気管・胃・腸・膀胱などに伸張受容器が分布する。これらの興奮は内臓求心性神経によって中枢にもたらされ、さまざまな臓器感覚を生じさせる。これらのうち心臓・血管壁などにある伸張受容器は、その伸展度により血圧を感受していることから、これらをとくに圧受容器あつじようという。

II. 化学受容器

化学受容器は細胞外液中の特定の化学物質の濃度を感受する。代表的な化学受容器には以下のようなものがある。

- 味覚を生じさせる味細胞あじ は飲食物から唾液中に溶け出した化学物質を感知する。
- 嗅覚を生じさせる嗅細胞かぐ は空気中の化学物質を感知する。
- 内臓には動脈血中の酸素ガス分圧・二酸化炭素ガス分圧・pHの変化や、異常代謝産物・薬物・重金属などを感受する化学受容器があり、その興奮はさまざまな臓器感覚に関与する。
- 深部組織には組織液中の発痛物質はつどう を感知する化学受容器があり、その興奮は痛覚を生じさせる。

III. 温度受容器

温度受容器は身体のさまざまな部位に分布して、温度および温度変化を感受する受容器である。温度受容器のうち、皮膚・粘膜などの体表面にあるものは温度感覚あつど（体性感覚）を生じさせる。また温度受容器は、中枢神経系・腹腔・大血管などにもあり、これらの求心性情報

は視床下部の体温調節中枢にもたらされ、体温調節に関与するとともに、その一部は臓器感覚(内臓感覚)を生じさせる。

IV. 侵害受容器

刺激の種類にかかわらず、非常に強い刺激は生体にとって有害なものであり、あらゆる刺激はその強度を増すと痛覚を生じさせる。このように痛覚は有害な刺激から逃避し、個体を防衛するための信号としての役割を果たしている。このことから生体組織に損傷をおよぼす強さをもつ刺激を侵害刺激しんがいといい、このような刺激に対して興奮する受容器を侵害受容器という。さらにその興奮は痛覚をひきおこすことから、痛覚のことを侵害感覚という。

- 注) 筋紡錘：伸張反射、腱反射は筋紡錘に対する伸張刺激でひきおこされる反射である。
- 注) 肺・気管の伸張受容器：吸息時の肺の膨張は肺・気管の伸張受容器を刺激し、呼吸中枢の吸息活動を抑制して呼息に移行させる。これをヘーリング・プロイエルHeering-Preyerの吸息抑制反射という。
- 注) 胃・腸の伸張受容器：その興奮は膨満感をもたらす。また、食物が空虚な胃に入ると直腸に大便を送りだす強い蠕動がおこる反射(胃・直腸反射)などには、この受容器が関与していると考えられる。
- 注) 膀胱の伸張受容器：その興奮は尿意をもたらす。排尿反射をひきおこす。
- 注) 圧受容器：たとえば大静脈・右房中隔・肺静脈にある伸張受容器は静脈還流量を感知する。この情報は迷走神経中の内臓求心性神経により延髄にもたらされ、反射的に心拍数が増加する。これをベインブリッジ反射Bainbridgeといい、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Starlingの法則を成立させる一因となっている。
- 注) 動脈血液中の酸素ガス分圧・二酸化炭素ガス分圧・pHの変化：これらの受容器のひとつとして頸動脈分岐部に存在する頸動脈小体がある。この化学受容器からの情報は、延髄の呼吸中枢におくられ、呼吸運動のリズムや深さを調節する。このような血液のガス分圧やpHを生理的範囲に維持するための反射機構を化学受容器反射という。
- 注) 異常代謝産物・薬物・重金属：たとえば血中にある異常代謝産物・薬物・重金属などは、第四脳室にある化学受容器によって感知され、延髄の嘔吐中枢に伝えられ嘔吐反射をひきおこす。腎不全・妊娠中毒症・薬物による嘔吐はこのメカニズムによっておこる。
- 注) 中枢神経系内の温度受容器：視床下部・中脳・延髄・脊髄などにある。
- 注) 腹腔の温度受容器：腹腔壁・腹部内臓などにある。
- 注) 臓器感覚：「ほてる」や「のぼせる」といった感覚に関与すると考えられる。

刺激の種類による受容器の分類

機械受容器	圧覚・振動・伸縮受容器	触玉覚
	筋力・伸縮受容器	痛覚
	作強受容器	姿勢筋覚 屈伸筋覚
化学受容器		痛覚 屈伸筋覚
温度受容器		温手筋覚 屈伸筋覚
疼痛受容器		痛覚

🌀 感覚受容器の形態的分類

感覚受容器は、求心性ニューロンの末端に存在する。この部位の構造は、以下のように求心性ニューロンから独立した細胞が感覚受容器になっているものと求心性ニューロンの神経終末が感覚受容器になっているものとに分類することができる。

1. 独立した細胞が感覚受容器になっているもの

求心性ニューロンから独立した細胞が感覚受容器として存在し、ここで発生したインパルスが求心性ニューロンの末端にシナプスして興奮をつたえる。これは特殊感覚の受容器にみられ、その例としては、^み味蕾の味細胞、^{らい みさいぼう}網膜の杆状体細胞と錐状体細胞、^{かんじょうたい すいじょうたい}内耳のコルチ器や前庭器にある有毛細胞^{ゆうもう}などがある。

2. 神経終末が感覚受容器になっているもの

求心性ニューロンの末端(神経終末)が感覚受容器としてはたらく、ここでインパルスが発生するものは、さらにふたつに分類される。すなわち、求心性ニューロンの軸索末端に特殊な小体構造があり、これが受容器としてはたらくものと、特別な構造をもたず軸索の末端がそのまま受容器としてはたらくものがある。

- ・ 軸索末端に小体構造をもつものとしては、ルフィニ終末(ルフィニ小体)、パチニ小体、ファーターパチニ小体、マイスナー小体、メルケル触覚盤(メルケル小体)、毛包受容器^{もうほう}などがある。これらはいずれ

も機能的には、^{ていきち}低閾値機械受容器に属し、また触圧覚受容器 とし
てはたらく。

- ・ 軸索末端に特別な構造をもたず受容器としてはたらくものは、一括して自由神経終末とよばれる。これらは温度感覚受容器 または痛覚受容器 などとしてはたらく。

注) マイスナー小体: 腸管壁にあるマイスナー神経叢とは別個のものである。マイスナー神経叢は腸管の粘膜下層にある副交感神経節である。

注) インパルスが発生: 求心性ニューロンのうち神経終末が感覚受容器としてはたらくものでは、末梢性突起の末梢端(神経終末)にある感覚受容器に閾値以上の刺激がくわったときに、全か無の法則にしたがって活動性インパルスが発生する。

感覚受容器の形態的分類

分類	感覚受容器の例
求心性ニューロン以外の独立した細胞構造の感覚受容器となっているもの	杯状神経終末・触覚神経終末・嗅細胞・味細胞・有毛細胞 = 特殊感覚受容器
求心性ニューロン末脚が感覚受容器となっているもの	マイスナー小体・パルシオン終末・メルケル盤・パニニ小体・毛受容器 = 触覚受容器
求心性ニューロン末脚に特殊構造をもたないもの	自由神経終末 = 温度感覚受容器、痛覚受容器



感覚伝導路



感覚伝導路とは



感覚伝導路とは

感覚受容器におこった興奮は、いくつかのニューロンを経て大脳皮質感覚野におくられる。このルートを構成するニューロン群は、途中で他の多くのニューロンにシナプスを形成し、複雑な神経回路を構築しているが、このうち感覚の生起にかかわるニューロン群を感覚伝導路

という。

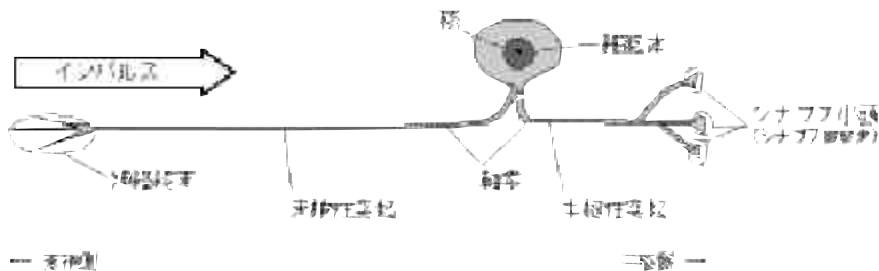
特殊感覚以外の感覚の場合、感覚伝導路は三個のニューロンにより構成されている。このうち、末梢の感覚受容器からのインパルスをつたえるものを一次ニューロンといい、これがシナプスするものを二次ニューロンといい、さらにこれがシナプスし大脳皮質にいたるものを三次ニューロンという。これら三個のニューロンが形成するルートには、感覚の種類により一定の走行パターンがある。

🔗 末梢における感覚伝導路の走行

🔗 一次ニューロンの構造と興奮

感覚伝導路のうち受容器から中枢神経系に入るまでは、感覚の種類によらず一個のニューロンで構成されており、これを一次ニューロンという。末梢の感覚受容器からのインパルスをつたえる一次ニューロンは、樹状突起をもたず、細胞体から2本の軸索が出ている。これら二本の軸索のうち、末梢方向にのびるものを末梢性突起といい、中枢神経側にのびるものを中枢性突起という。

求心性一次ニューロンの構造



🔗 一次ニューロンの神経線維

一次ニューロンの軸索とこれを支持する非ニューロン性細胞がつくる神経線維は、その太さ・伝導速度により分類されており、これらはそ

の末端にある感覚受容器の種類と対応している。

なお神経線維の分類には一般にアルファベット分類がもちいられるが、**感覚神経線維**には**数次式の分類**も適用される。

一次ニューロンの神経線維の分類

分類	数次式分類	その一次ニューロンの感覚受容器
Aα	Ia	筋紡錘
Aβ	Ib	筋紡錘 (コリナ受容器)
Aγ	II	腱器官受容器
Aδ	III	慢速受容器 (痛覚受容器) 温度覚受容器
C	IV	慢速受容器 (痛覚受容器) 温度覚受容器

🌀 一次ニューロンの走行

末梢神経系において一次ニューロンは、以下のように走行している。

1. 特殊感覚

- ・ **特殊感覚**をつたえる一次ニューロンは、おのおのに対応する**脳神経**の中を走行し、**脳**または**脳幹**に入る。

2. 体性感覚

- ・ **顔面部** (頭部・顔面・口腔・歯・鼻腔・角膜など) からの体性感覚をつたえる一次ニューロンの末梢性突起は、**三叉神経** (第V脳神経) の三本の枝の中を走行する。その細胞体は**三叉神経節**にあり、短い中枢性突起は脳幹から中枢神経系に入る。
- ・ **体幹・四肢**からの体性感覚をつたえる一次ニューロンの末梢性突起は、それぞれ脊髄分節にしたがって**脊髄神経**の中を走行する。その細胞体は脊髄後根の**脊髄神経節**にあり、その中枢性突起は**脊髄後角**から中枢神経系に入る。

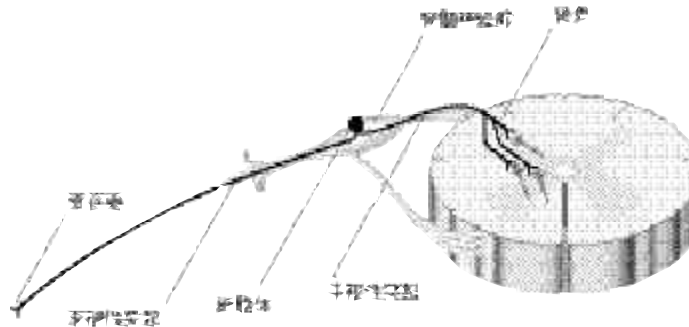
3. 内臓感覚

- ・ **内臓感覚**をつたえる一次ニューロン (内臓求心性神経) の末梢性

突起は、自律神経遠心性線維(交感神経・副交感神経)とともに走行する。その細胞体は、脊髄神経節または相同の脳神経節にあり、短い中枢性突起は脳幹や脊髄に入る。

注) 三叉神経の三本の枝: 三叉神経は、橋からでて三叉神経節を作ったのち眼神経・上顎神経・下顎神経の三枝に分かれる。

体幹・四肢からの体性感覚を伝える一次ニューロンの模式図



感覚神経節

末梢神経の走行中にある神経細胞体の膨大部を神経節といい、このうち、求心性一次ニューロンの細胞体で構成されるものを感覚神経節という。感覚神経節には以下のようなものがある。

- ・ **三叉神経節** ----- 脳底部にあり、半月神経節またはガッセル神経節ともよばれる。ここには顔面部(頭部・顔面・口腔・歯・鼻腔・角膜など)からの体性感覚と一部の内臓感覚をつたえる求心性ニューロンの細胞体がある。
- ・ **脊髄神経節** ----- 脊髄後根にあり、体幹・四肢からの体性感覚と一部の内臓感覚をつたえる求心性ニューロンの細胞体がある。

注) 三叉神経節: 三叉神経節のびる一次ニューロンの中枢性突起は延髄に入る。二次ニューロンは、三叉神経脊髄路核・三叉神経主知覚核・三叉神経中脳路核を経て反対側の視床におわる。

注) 脊髄神経節: 脊髄神経節にある細胞体はすべて求心性ニューロンのものである。遠心性ニューロンの場合、体性運動ニューロンの細胞体は、脊髄灰白質の前角にあり、自律神経遠心性の節前ニューロンの細胞体は、脊髄灰白質の側角などにある。

❶ 一次ニューロンがつくる多くのシナプス

一次ニューロンの中枢性突起は、中枢神経系に入って二次ニューロンにシナプスする。しかし一次ニューロンは脊髄後角などで側枝を出して多くのニューロンに情報をおくり、さまざまな反射をひきおこして生体の恒常性を維持している。

注) 多くのニューロン：一次ニューロンが中枢神経系内でシナプスをつくるものとしては運動ニューロン、交感神経節前ニューロン、脊髄固有路のニューロンなどがある。このうち運動ニューロンとのシナプスは単シナプス反射(腱反射)の反射弓を構成し、交感神経節前ニューロンとのシナプスは、体性感覚刺激による発汗異常・血管運動異常などの自律神経症状が見られることに関与している。また脊髄固有路のニューロンとのシナプスは、多分節性におこる多シナプス反射(長脊髓路反射)などに関与する。

❷ 体性感覚と脊髄分節

四肢・体幹部に受容器がある体性感覚の求心性神経線維は、脊髄分節にしたがった帯状の支配領域をつくって分布している。このうち皮膚感覚における分節機構を**デルマトーム**(皮節または皮膚分節)といい、また骨格筋における深部感覚の分節機構を**ミオトーム**(筋分節)という。

注) 脊髄分節にしたがった帯状の支配領域：区分は脊髄神経の高さに順次したがうが、四肢の部分は例外的な変化がある。とくにC5からC8までは、体幹に皮膚分節をもたず上肢にのみ分布域をもつ。このためC4(鎖骨上神経)とT1(第1肋間神経)の皮膚分節は、鎖骨下部あたりで直接接している。皮膚分節の高さの概略は、人体を四足動物の姿勢におくとわかりやすい。

❸ 中枢における感覚伝導路の走行

❶ 一次ニューロンの走行

末梢組織からの体性感覚情報をつたえるニューロン群は、中枢神経系内で以下のように走行する。

1. 顔面からの体性感覚情報を伝えるニューロン群

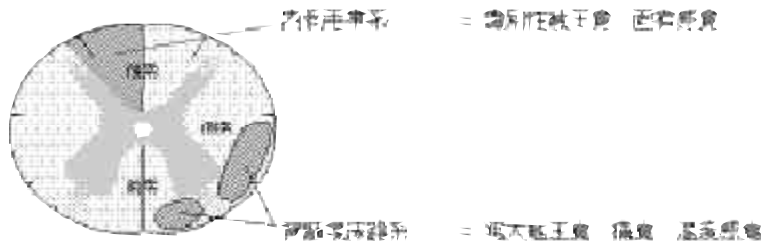
顔面からの体性感覚情報を伝える一次ニューロンは、**三叉神経**をとり脳幹部の橋から中枢神経系内にはいる。

2. 体幹・四肢からの体性感覚を伝えるニューロン群

体幹・四肢からの感覚情報を伝えるニューロン群の軸索は、すべて脊髄白質内を上行する。これらの神経線維束は、**感覚の種類**ごとに一定領域にまとまって上行する。このように脊髄白質内で感覚性インパルスを脳に伝える神経線維群を**脊髄上行路**という。脊髄上行路は走行部位により、以下のように分類される。

- ・ **内側毛帯系** ----- 脊髄後索をとる脊髄上行路である。ここを上行する感覚は**識別性触圧覚**と**固有感覚**などである。
- ・ **脊髄視床路系** ----- 側索・前索をとる脊髄上行路である。ここを上行する感覚は**温度感覚**と**痛覚**である。

脊髄白質内の伝導路の分布



二次ニューロンの走行

一次ニューロンが二次ニューロンにシナプスする部位は、内側毛帯系を上行する感覚と、脊髄視床路系を上行する感覚とで以下のようにことなる。

- ・ **内側毛帯系**(識別性触圧覚と固有感覚) ----- 延髄の後索核。
- ・ **脊髄視床路系**(温度感覚と痛覚) ----- 一次ニューロンがはいる脊髄分節の後角。

ただしいずれの場合も、二次ニューロンの軸索はシナプスをうけた高位で**反対側に交差し**、視床まで上行する。

注) 一次ニューロンが二次ニューロンにシナプスする部位： なお顔面からの体性感覚をつたえる三叉神経からの求心性ニューロンのうち、痛覚と温度感覚をつたえる一次ニューロンは三叉神経脊髄路核で二次ニューロンにシナプスし、また識別性触圧覚や固有受容感覚(深部感

覚をつたえる一次ニューロンは主知覚核で二次ニューロンにシナプスする。

🌀 視床の機能

視床は間脳を中心をなす卵形の灰白質塊である。視床は感覚の中間中枢といわれ、嗅覚をのぞくすべての感覚伝導路は視床に達し、ここで二次ニューロンは三次ニューロンにシナプスし、大脳皮質に向かう。視床から出るニューロンの軸索は、特殊感覚経路と非特殊感覚経路にわけられる。

1. 特殊感覚経路

特殊感覚経路に属するものは以下の部位でニューロンをかえ、大脳皮質感覚野に投射する。

- ・ 体性感覚 ---- 腹側基底核群
- ・ 聴覚 ----- 内側膝状体
- ・ 視覚 ----- 外側膝状体

2. 非特殊感覚経路

さまざまな感覚刺激により末梢から感覚伝導路を上行したインパルスは、その側枝を介して延髄、橋、中脳にかけて存在する脳幹網様体にももたらされる。これらは視床の非特殊感覚経路にはいり、ここから大脳皮質全体に広範に投射する。このニューロン群を脳幹網様体賦活系といい、これは大脳皮質全体の興奮性を高め、覚醒、意識水準の維持にはたらく機能をもつ。

注) 覚醒、意識水準の維持にはたらく機能：脳幹網様体の刺激により、脳波には覚醒反応がおき、破壊によって昏睡をおこす。

🌀 三次ニューロンの走行

視床をでた三次ニューロンがつくる投射線維は、内包をとおり大脳皮質感覚野にいたる。この部分の感覚伝導路を、とくに視床皮質路という。

の配置が再現されるように構築されている。

- ・ 感覚野は、感覚の鋭敏な部位をつかさどる領域ほどひろくなっている。
- ・ 一側の感覚野は、**反対側半身の感覚**をつかさどる。

大脳皮質体性感覚野の体部位構成



🔗 大脳皮質感覚野の機能局在

大脳皮質感覚野は感覚の種類ごとに以下のように局在する。

- ・ **体性感覚** ---- **頭頂葉の中心後回**
- ・ **味覚** ----- **頭頂葉の中心後回の基部**
- ・ **嗅覚** ----- **側頭葉の梨状葉(梨状皮質)など**
- ・ **視覚** ----- **後頭葉**
- ・ **聴覚** ----- **側頭葉**

注) 感覚野(感覚領): 感覚野には一次感覚領と二次感覚領とがある。前者は感覚伝導路が終わる領域であり、二次感覚領は一次感覚領に隣接して存在し、一次感覚領で受容された感覚を分析・統合し、過去に経験した感覚と照合するなどして、具体的な総合された感覚として認識する。一次感覚領の障害は感覚の鈍麻をきたし、二次感覚領の病変では連合感覚の障害や失認をきたす。また表在性感覚のうち、脊髄視床路系に属する温度覚や痛覚は、大脳皮質感覚野の役割が小さく、視床など皮質下の領域で処理されている。

注) 以下のように局在: ただし感覚野には、他の中枢神経系の各部と同様に可塑性があり、たとえば盲人では視覚野が触圧覚をつかさどることや、本来受容野の狭い体部位の体性感覚が、訓練によって拡張することもある。