

7. 体性感覚

る代表的な受容器はポリモーダル受容器である。また近年新たに見つかった温覚受容体であるTRPチャンネル温度受容体のうち、TRPV1は43 以上の熱刺激で、TRPV2は52 を超える熱刺激で興奮することがわかっている。これらのように、侵害性をもつ熱刺激によって興奮する複数種の高温域温受容器があることが次第に明らかになりつつある。

注) 凍傷： 一般に15 以下の低温刺激も痛みをおこすが、これに関わる侵害受容器はよくわかっていない。また寒冷刺激によって凍傷が生じる要因には、寒冷の程度や持続時間のみならず、風・湿度などが大きく関与し、また個人差が大きい。

◇ 鍼灸刺激と温度感覚

透熱灸などの有痕灸では、施灸部位に**43～45 以上の刺激**がくわるため、温覚受容器のみならず**ポリモーダル受容器**を興奮させる。これによって生じた感覚情報は、反射的に自律神経系などにさまざまな影響をおよぼす。このように灸が神経学的な作用により、施術局所のみならず広範な部位に影響をあたえることを**反射作用**という。

◇◇ 受容器と感覚伝導路

◇ 受容器

温覚や冷覚の受容器に対する適刺激は温度刺激^{*}である。この受容器は表皮下または皮下組織にあり、組織学的に特殊な構造をもたない**自由神経終末^{*}**である。

温度刺激を受容する自由神経終末のうち、温覚に対応するものを**温受容器**といい、冷覚をつかさどるものを**冷受容器**にという。

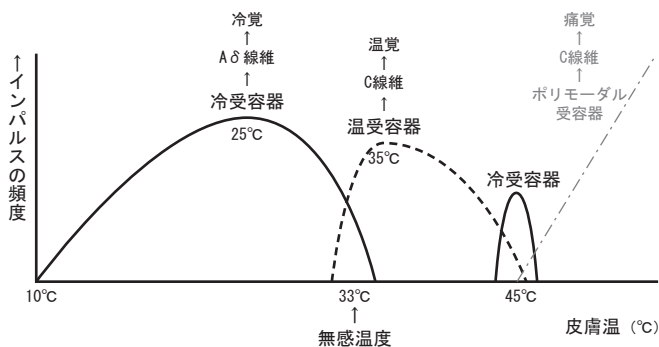
温受容器は30～50 程度の温度刺激に感受性があり、**35** でもっとも興奮性が高まる。また**冷受容器^{*}**は10～40 程度の温度刺激に感受性があり、**25** でもっとも興奮性が高まる。また**43～45 以上の温熱刺激**は、侵害受容器の一種である**ポリモーダル受容器**を興奮させ痛みを生じさせる。

注) 温覚や冷覚の受容器に対する適刺激は温度刺激： 最近の研究で温受容器や冷受容器は、温度刺激のみならず、特定の化学物質の刺激によっても興奮することがわかってきた。たとえば、あるタイプの温受容器(TRPV1)は、43 以上の熱刺激のほかにも唐辛子の成分であるカプサイシンをも感受する。これを利用して、温湿布には唐辛子エキス(カプサイシン)がもちいられることがある。また唐辛子の味は英語で「hot」と表現されるが、これは舌粘膜に分

布する温受容器(TRPV1)の興奮によっていると考えることができる。またあるタイプの冷受容器はメンソールの刺激をも感受する。メンソールは冷湿布などで冷感をもたらす物質としてもちいられている。

- 注) 受容器は表皮下または皮下組織にあり： 皮膚に冷たい金属と同温度の木片をあてた場合、木片より金属の方が冷たく感じられる。これは金属が木製物より皮膚から速く熱をうばい、皮下組織をより冷却するためである。このように温覚や冷覚を生じさせているのは皮下組織の温度である。
- 注) 自由神経終末： いまのところ温受容器と冷受容器に構造的な差は見いだされていない。
- 注) 冷受容器： 一部の冷受容器は、45 位の温度刺激で興奮する性質をもつ。

冷受容器と温受容器の応答



◇ 求心性線維

温覚や冷覚をつたえる求心性線維は、以下のとおりである。

- ・ **冷受容器の興奮(冷覚)**----- おもに有髄性の**A 線維(III群線維)**をつたわる。
- ・ **温受容器の興奮(温覚)**----- おもに無髄性の**C線維(IV群線維)**をつたわる。ただし高い温度刺激を感知する受容器の求心性線維には、**A 線維(III群線維)**のものもある。

- 注) A 線維(III群線維)のものもある： 近年みつかった温覚受容体であるTRPチャネル温度受容体のひとつであるTRPV2は、52 を超える熱刺激で興奮し、その求心性線維はA 線維である。たとえばぬるい湯に手をつけたとき、その温感がゆっくりと生じるのに対し、高音の湯に手をつけたときに、即座に熱感を感じて手を引っ込めることができるのは、このように伝導速度の速い温受容器があるためであると考えられる。

◇ 矛盾冷覚

熱いものにふれたとき、はじめに冷覚がおこることがある。これを矛盾

冷覚という。これは一部の冷受容器が45℃以上の温度刺激で興奮することによる。

◇ 温点と冷点

皮膚感覚としての温覚や冷覚に関与する感覚点には、体表面の温度より少し高い温度に反応する**温点**と、それより少し低い温度に反応する**冷点**とがある。**冷点の数・密度とも、温点より4～10倍程度大きい。**

注) 温点・冷点： 温点の1cm²あたりの分布密度は、顔面、手指で1～4個、その他の部位では1個以下である。また冷点は手掌で2～4個、さらに鼻部には8～13個といわれる。全身で冷点は約25万、温点は約3万あるといわれている。

◇ 中枢内伝導路

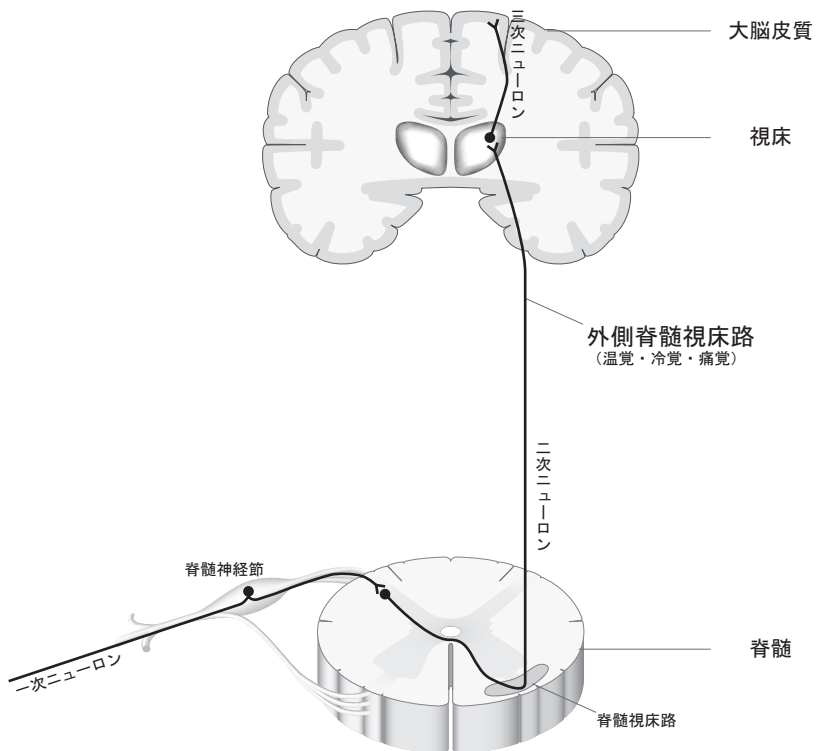
脊髄の前側索を上行し、視床を經由して大脳皮質にいたる伝導路を**脊髄視床路**といい、これは体幹・四肢からの**温覚、冷覚、痛覚、かゆみ(搔痒感)**の情報をつたえる伝導路である。

前側索をとおる脊髄視床路のうち、その外側(側索)よりを走行するものをとくに**外側脊髄視床路**という。**温覚・冷覚はおもに外側脊髄視床路**によって視床につたえられる。

その走行経路は以下のとおりである。

- ・ 一次ニューロンの中枢性突起は、脊髄**後角**で二次ニューロンにシナプスする。
- ・ 二次ニューロンの軸索は、脊髄で**反対側に交叉**し、脊髄側索の**外側脊髄視床路**を上行し**視床**にいたり、ここで三次ニューロンにシナプスする。
- ・ 三次ニューロンは視床から**内包**をとおり**大脳皮質体性感覚野**にいたる。

温度感覚の伝導路



温度感覚の特徴

分類	体性感覚の表在感覚（皮膚感覚）に属する。
特徴	無感温度（33℃）前後では温度感覚はおこらない。 環境温度に影響されやすい。 識別性（局在性）が低い。 温点よりも冷点が多くある。 矛盾冷覚（熱刺激で冷覚が生じることがある）
順応	（20～40℃の範囲内で）順応がおこりやすい
受容器	機能的には 冷受容器（感受性は25℃でピーク） 温受容器（感受性は35℃でピーク） 形態的には 自由神経終末
求心性線維	冷覚： A δ 線維 = III群線維（有髄線維） 温覚： C線維 = IV群線維（無髄線維）
中枢内伝導路	外側脊髓視床路（脊髄視床路系）

◇ 体温調節中枢

体性組織からおくられる温度感覚情報は、大脳皮質体性感覚野につ
たえられるとともに、**脳幹網様体**を経由して**視床下部**にある**体温調節**

中枢にもつたえられる。また温度受容器^{*}は視床下部などの血管壁にもあり、これは身体の核心温度を感受している。

これらの情報は体温調節中枢で統合され、熱放散あるいは熱産生の反応を引き起こし、熱出納^{すいとう}のバランスを調節して核心温度を一定に維持するようにはたらいっている。

注) 温度受容器: 温度受容器は、中枢神経系では視床下部・中脳・延髄・脊髄などにあり、その他、腹腔壁・腹部内臓・大血管などにも分布して身体の核心温度を感受している。これらの受容器の興奮は「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。



かゆみ

◇ 受容器

かゆみ(搔痒感^{そうようかん}^{*})は、細胞外液中に産生・分泌された化学物質が皮膚(表皮と真皮の接合部)にある自由神経終末を興奮させたときにおこると考えられている。すなわちかゆみ受容器は化学受容器の一種である。

なおくすぐったさは機械的刺激により触圧覚受容器が弱く興奮したときにおこる感覚であり搔痒感とは別種の感覚である。

注) かゆみ(搔痒感): かゆみ(搔痒感)はさまざまな点において痛覚と類似していることから、かつては痛覚受容器が弱く興奮したときにおこる感覚であると理解されていた。しかし痛覚とちがいで、かゆみは皮膚と眼などの粘膜のみでおこり、他にC線維が分布する深部組織や内臓組織ではおこらない。痛みは屈曲反射を誘発するが、かゆみは引掻き反射を引き起こす。モルヒネを全身投与すると、鎮痛効果があらわれた後で、かゆみが増強する。また、かゆみをおこす感覚点に強い刺激をあたえても、痛覚はおこらないことなどがわかっている。これらの事柄から最近ではかゆみと痛みが独立した感覚であるとする考え方が主流になりつつある。ただし現在のところ、かゆみ受容器もかゆみ神経も確認されていない。

◇ かゆみを引き起こす物質

かゆみを引き起こす代表的な化学物質^{*}としては、ヒスタミン^{*}が知ら

れている。たとえば**ニッケル**や**クロム**などの**金属**、**ウルシ**などの植物、一部の外用薬や、**絆創膏**などが皮膚に触れることによっておこる**かゆみ**は、アレルギー反応によって局所で分泌される**ヒスタミン**などの作用によってあらわれる。

- 注) かゆみをおこす代表的な化学物質： かゆみをおこす化学物質としては、これ以外にもサブスタンスP、セロトニン、ブラジキニン、プロスタグランジン、トリプシン、パバイン、胆汁酸塩などがある。このうちサブスタンスP、ブラジキニンは、肥満細胞に作用してヒスタミンを放出させる作用がある。
- 注) ヒスタミン： 皮膚などの末梢組織において、ヒスタミンは肥満細胞(マスト細胞)の細胞質から分泌される。細胞外液中に出たヒスタミンはC線維末端のH₁受容体に作用してかゆみを引きおこすと考えられている。ヒスタミン分泌がおこる場合としては、IgE抗体が抗原と結合したとき、コデイン、モルヒネなどの薬物を投与したとき、物理的あるいは機械的刺激がくわったときなどがある。ちなみに蚊に刺されたときの皮膚反応とかゆみは、IgE抗体が産生されることによるアレルギー性反応だと考えられている。

◇ 求心性神経線維と中枢内伝導路

かゆみを伝える求心性線維は**C線維**であり、脊髄内では脊髄視床路を上行する。

痛覚

痛覚一般

痛覚の特徴

◇ 侵害刺激と痛覚

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、あらゆる種類の刺激は**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^{しんがい}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^{しんがい}という。

痛覚または侵害感覚は、侵害受容器またはその伝導路を構成するニューロン群(侵害受容ニューロン)が興奮することによって生ずる感覚である。

注) 生体組織に損傷をおよぼす: 組織損傷はつねに痛みを生じ、その原因となっている刺激を取りのぞくための反応を生体におこさせる。このように痛覚はおもに身体の防御機構としてはたっていない。ちなみに、ごくまれにみられる先天性無痛症では痛みを感じないため、外傷や熱傷が頻繁におこり、これらが原因となり多くは成人になるまで生きられない¹⁾。このように痛みを学習することは、健全に成長するために不可欠な要素である。

◇ 痛覚一般の特徴

痛みの感覚はとても多様であるため、その特徴を一概に論ずることはできない。しかし他の感覚と比較したときの痛覚一般に共通する特徴には以下のようなものがある。

- ・ 身体のほとんどの部位で受容される^{*}感覚である。しかしその部位によって感受性に大きな差がある。
- ・ 不快な感覚や感情をとこなう。
- ・ 痛みの感受性は、個体の周囲の状況や心理的な要素などに影響^{*}されやすい。
- ・ 順応がおこりにくい^{*}、または生じない。
- ・ 持続する強い痛み刺激は交感神経活動を亢進させ、その結果として血圧上昇、心拍数増加、発汗などの自律神経症状をみることがある。
- ・ 痛み刺激が持続すると、痛覚が過敏になることがある。
- ・ 身体の複数箇所に痛みがあるときは、その中でもっとも強い痛みを

おもに感じ、それ以外の部位の痛みは弱く感じる^{*}傾向がある。

- 注) 身体のほとんどの部位で受容される： 痛覚を感じない、すなわち侵害受容器が分布しない部位としては、脳実質と骨・軟骨実質、肝臓・肺実質などがある。ただし脳血管と脳脊髄膜表面、骨膜および関節包、肝臓の被膜および気管支・壁側胸膜には侵害受容器がある。
- 注) 周囲の状況や心理的な要素などに影響： たとえば、スポーツ選手が試合中にケガをしたとき、試合終了までそのことに気づかないこと、などの例があげられる。
- 注) 順応がおこりにくい： 侵害受容器に順応がおこりにくいということは、侵害刺激があるかぎり痛みがつづくということである。これは侵害刺激を取りのぞくために重要な役割をはたす。また侵害刺激が長時間持続すると、場合によっては侵害受容ニューロンの興奮が徐々に大きくなり痛みが増強することもある。
- 注) それ以外の部位の痛みは弱く感じる： これは感覚の周辺抑制によっておこると考えられている。

◇ 痛みの分類

痛覚は、その成因により以下のように分類される^{*}。

1. 侵害受容器の興奮によっておこる痛み

侵害受容器の興奮によっておこる痛みを侵害受容性疼痛という。侵害受容性疼痛は、その受容器がある部位によって、体性痛(表在痛と深部痛)、内臓痛に分類される。

2. 痛覚伝導路の障害によっておこる痛み

末梢組織の侵害受容器の興奮によらず、**痛みの伝導路のいずれかの部位におこる障害にもとづく痛みを神経因性疼痛**という。

3. 心理的要因によっておこる痛み

器質性病変によらず心理的要因が深く関与して生じる疼痛を心因性疼痛^{*}という。心因性疼痛はさまざまな部位にあらわれ、長く持続し部位が固定することがある。ただしその発生メカニズムには不明な点が多い。

- 注) 心因性疼痛： 心因性疼痛の例としては、うつ病などにもなう痛みや、幻覚による痛みなどがある。

❖ 侵害受容性疼痛の受容器と伝導路

❖ 侵害刺激と侵害受容器

◇ 侵害刺激

痛覚は、たとえば皮膚への機械的刺激を強くしたときに触圧覚受容器が強く興奮しておこるのではない。すなわち痛覚は、**侵害受容器**、**痛覚受容器** またはその伝導路を構成するニューロンの興奮によっておこるものであり、これらは**強い刺激(侵害刺激)**であれば**複数種類の刺激によって興奮する**。

注) 複数種類の刺激によって興奮する：侵害受容器に対する適刺激(適合刺激)は、他の受容器の適刺激ほど限定的なものではなく、侵害性をもつあらゆる刺激(侵害刺激)であるといえる。

◇ 侵害受容器

痛みの受容器すなわち**侵害受容器**は、組織学的に特殊構造をもたない**自由神経終末**である。しかし侵害受容器を機能的な側面からみると、**強い機械的刺激にのみ反応する高閾値侵害受容器(高閾値機械受容器)**と、**機械刺激・化学刺激・温熱刺激**のいずれに対しても感受性をもつ**ポリモーダル受容器**とに分類することができる。

注) 強い機械的刺激にのみ反応する高閾値侵害受容器(高閾値機械受容器)と、**機械刺激・化学刺激・温熱刺激**のいずれに対しても感受性をもつ**ポリモーダル受容器**とに分類することができる：侵害受容器には、このほかにも強い侵害刺激と熱刺激に反応するもの、熱刺激にのみ反応するもの、冷刺激にのみ反応するものなど、さまざまなものがある。これらはいずれも自由神経終末であり、固有の名称はつけられていない。

❖ 一次痛と二次痛

◇ 一次痛と二次痛

侵害受容性疼痛はその性状により、以下のように分類することができ、これらにはことなる感覚受容器および求心性線維が対応している。

- ・ 一次痛 ----- 刺すような鋭い痛み。
- ・ 二次痛 ----- 一次痛につづいておこるうずくような鈍い痛み。

◇ 一次痛の受容器と求心性線維

刺すような鋭い痛みである一次痛を引きおこす感覚受容器は、**高閾値侵害受容器(高閾値機械受容器)**であり、その興奮は**A^δ線維(II群線維)**によって中枢神経系につたえられる。この神経線維の伝導速度は、二次痛をつたえるものにくらべ速いため、一次痛の情報はより速く大脳皮質感覚野にもたらされる。このことから一次痛のことを**速い痛み**ともいう。

一次痛には以下のような特徴がある。

- ・ **逃避反射(屈曲反射)**を引きおこす刺激となる。これは侵害刺激からのがれ、組織障害を最小限にとどめるために役立っている。
- ・ **局在性が明確な感覚であり、識別性が高い。**
- ・ 侵害刺激がなくなると**急速に消失する。**

◇ 二次痛の受容器と求心性線維

うずくような鈍い痛みである二次痛を引きおこす感覚受容器は、**ポリモーダル受容器**であり、その興奮は**C線維(IV群線維)**によって中枢神経系につたえられる。末梢の組織障害によっておこる痛みの場合、二次痛は一次痛に遅れて生ずる。これは二次痛を伝えるC線維の伝導速度が一次痛をつたえるものにくらべ脳に到達するのが遅いためであり、このことから二次痛のことを**遅い痛み**ともいう。

二次痛には以下のような特徴がある。

- ・ **局在性が不明確な感覚であり、識別性が低い。**
- ・ 刺激がなくなった後にもものこり、その後**ゆっくりと消失する。**