日本生理学会編

生理学講座

第10巻 I 5

皮膚感覚

東京大学医学部講師 時実利彦

生理学講座刊行会

需要全本请访问 www.ertongbook.com

生理学講座

皮膚感覚

時実利彦

江苏工业学院图书馆
藏书章

日本生理学会

1952 年 4 月 25 日 初 版
1952 年 10 月 10 日 4 版

生理学講座 第十六回配本 2

編集者 日本生理学会

発行者 中山三郎平
東京都千代田区神保町 2 の 24

用紙 竹尾洋紙店
東京都千代田区鍛冶町 3 の 18

印刷 大和印刷株式会社
東京都新宿区山吹町 198

製本 松岳社
東京都新宿区新小川町 2 の 4

発行所
東京都神田局区内神保町 2 の 24
（神保町・水道橋間電車通り）
株式会社 **中山書店**
電話 (33) 5146～8 番
振替東京 196565 番

目　次

皮膚感覚

第1章　総　論……1
1. 皮膚感覚……1
2. 感覚一般としての皮膚感覚……2
3. 皮膚感覚の一般的特性……3
第2章　痛　覚……10
4. 痛みの感じ……10
5. 痛　点……11
6. 受容器……13
7. 適応刺激……14
8. 定　位……15
9. 複合感覚……15
第3章　温度感覚……16
10. 冷い感じと温い感じ……16
11. 温度点……17
12. 受容器……19
13. 適応刺激……21
14. 定　位……22
15. 複合感覚……23
第4章　触・圧覚……23
16. 触および圧の感じ……23
17. 触・圧点……24
18. 受容器……25

19. 適応刺激……29
20. 定 位……30
21. 複合感覚……31
22. 振動感覚……31
23. 痒 感……32
第5章 皮膚知覚神経の分布様式……33
24. 末梢知覚神経の分布様式……33
25. epicritic および protopathic知覚……34
26. 後根の分布様式——皮膚節……36
第6章 皮膚知覚神経線維の走行様式……38
27. 末梢知覚神経線維……38
28. 皮膚知覚脊髄神経線維の脊髄および脳幹における伝導経路…39
29. 三叉神経知覚線維の脳幹における伝導経路……44
第7章 皮膚知覚神経線維の視床および大脳皮質における終止様式…47
30. 視床における終止様式……47
31. 大脳皮質における終止様式……48
第8章 大脳皮質および視床と皮膚感覚……53
32. 大脳皮質と皮膚感覚……53
33. 視床と皮膚感覚……56
文 献……57

需要全本请访问 www.ertongbook.com

皮膚感覚

時実利彦

第1章 総　論

1. 皮膚感覚 (Cutaneous sensation)

皮膚感覚とはわれわれの身体と外界との境界面である外表皮膚と口腔，咽頭腔，鼻腔，肛門，膣等の粘膜および口唇，結膜，角膜，鼓膜等で起る感覚をいう．現在皮膚感覚は痛覚，温覚，冷覚，触・圧覚の4種類に区別されている．振動感覚，擽つたい感じ，痒みの感じ，熱い感じ，涼しい感じ等は以上4種類の基本的感覚のおこり方の相違か，二つ以上のものが同時におこつているばあいと考えられている．

古い時代にはわれわれの知覚を視る，聴く，味う，嗅ぐ，触るの五感に分けて皮膚感覚を単に触るという一つの感覚と考えていた．Pechlin (1691)が最初に皮膚感覚に触覚と温度感覚のあることを指摘したが，現在のように4種類に分けたのは Weber (1834) である．しかし当時はこれ等の感覚は皮膚全面で一様に感ぜられると考えていたが，Blix (1882) により温点，冷点，圧点の点状に分布する感覚点 sensation spot が発見され，その後 v. Frey (1894) によりさらに痛点がつけ加えられるにおよんで皮膚感覚はすべて感覚点によつておこることが確立されるに至つた．感覚点は必ずしもきわめて小さい点状のものではなく，中には温度の感覚点のようにかなり広い範囲のものもある．

これ等の感覚点に対応して皮下にそれぞれの感覚に固有な特殊の実体がある．この実体はそれ等の感覚をおこす刺激に対してもつとも鋭敏に興奮する

ものでこれを受容器 receptor という．一つの感覚点に対して一つの受容器が対応していることは比較的少なく，数個の同じ種類の受容器が集つて一つの感覚点に対応しているのが普通である．

2. 感覚一般としての皮膚感覚

われわれの知覚する感覚は視覚，聴覚，味覚，嗅覚，平衡感覚，触・圧覚，温覚，冷覚，痛覚，深部感覚，内臓感覚の 11 種に区別される．従来これ等の感覚はいろいろの立場から分類系統づけられている．Sherrington は主として刺激の所在にもとづいてつぎのように分類している．すなわち空間における身体の位置，運動に関する感覚を proprioceptive sensation，身体の表面または外部にある対象の知覚に関与する感覚を exteroceptive sensation，内臓器官の知覚に関係する感覚を interoceptive sensation と呼び，さらに特別なものとして痛覚をつかさどる nociceptive sensation を考えた．そしてこれ等に対応する受容器をそれぞれ proprioceptor, exteroceptor, interoceptor, nociceptor とよんでいる．この分類によれば皮膚感覚は，exteroceptive sensation と nociceptive sensation とに属する．

それぞれの感覚に関与する受容器はたとえば聴覚に対する音波というようにその感覚に固有な刺激によつてのみ興奮するのではなく，他の種々の刺激に対しても興奮しその受容器に固有な感覚をおこす．すなわち，J. Müller (1834) の特殊神経エネルギーの法則として知られている事実である．しかしこのばあい受容器はすべての刺激に対して一様な鋭敏さで興奮はしないで，ある種類の刺激に対して特に鋭敏に興奮する．このように受容器に対して特に鋭敏な刺激をその受容器に対する適応刺激 adequate stimulus という．

したがつて，それぞれの感覚およびそれに関与する受容器にはそれぞれ固有な適応刺激が対応しており，このことは逆にそれぞれの刺激に対応してそれを適応刺激とする受容器および感覚が存在しているといえる．このように考えると適応刺激という立場から感覚を分類系統づけることができる．

適応刺激はエネルギー的にみると機械エネルギー，化学エネルギー，電磁波エネルギーに分けられる．機械エネルギーを適応刺激とする受容器—mechanoceptor—によつておこる感覚は聴覚，平衡感覚，触・圧覚であり，化学エネルギーを適応刺激とする受容器—chemoceptor—によつておこる感覚は味覚，嗅覚であり，電磁波エネルギーを適応刺激とする受容器—radioceptor—によつておこる感覚は視覚，温度感覚である．痛覚に関与する受容器—nociceptor—には適応刺激がなくすべてのエネルギーが強いばあいにはじめて興奮すると考えられる．このように考えると皮膚感覚は機械エネルギーと電磁波エネルギーとをそれぞれ適応刺激とする触・圧覚と温度感覚と，あらゆる種類のエネルギーの強いときにおこる痛覚とに分類される．

われわれの身体は形態的に皮膚によつて外界から区劃，保護されているが，さらに機能的にも皮膚感覚によつて生命の保持が行われている．すなわち直接に生命維持に関係のない視覚，聴覚は皮膚になくて，直接的な関係をもつ温度感覚，痛覚は一カ所に存在しないで皮膚全体にわたつて存在していることはこの消息を物語るものである．また動物の生活環境と感覚器の分布，発達との関係を系統発生的にみても，さらにまた皮膚感覚が他の高等感覚に比較して後述するように Head のいわゆる epicritic—すなわち discrimitive または gnostic—に対立する protopathic—すなわち affective または vital—の性質を帯びていることを考えても，皮膚および皮膚感覚が生命維持に対して構造的機能的にいかに巧妙にそして合目的的にできているかということがわかる．

3. 皮膚感覚の一般的特性

皮膚感覚にはいろいろの性質があるがくわしいことは感覚総論にゆずり，ここではその一般的特性について簡単に述べる．

1）. 感覚の敏さ（Sensitivity of sensation）

感覚器に適応刺激を加えてはじめて感覚をおこしたときの刺激の強さ，す

なわち，エネルギーの量を閾値（threshold）という．閾値の小さいものほど感覚は敏いといえるから感覚の敏さは形式的には閾値の逆数であらわすことができる．

感覚の敏さはまた別の立場からも考えられる．すなわち二つのことなる強さの刺激 I と I+ΔI とを別々に加えてはじめて両者の差が感ぜられるときの刺激の差 ΔI または ΔI/I であらわすことができる．ΔI を弁別閾値といい，その値の小さいほど感覚は敏いといえる．刺激の強さのある範囲内ではΔI/I は一定である（Weber の法則，1831）．この弁別閾値を皮膚の圧覚についてみるとつぎのようであり（Stratton），これを図示すると第1図になる．

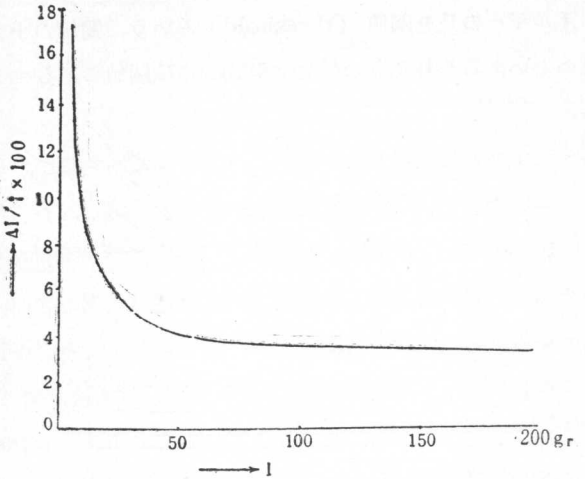
I	ΔI	ΔI/I×100
1g	0.50g	50
5	1.00	20
10	1.01	10.1
25	1.33	5.3
50	2.11	4.2
70	2.76	3.7
100	3.55	3.5
150	5.03	3.4
200	6.40	3.2

2）．感覚の大小（Magnitude of sensation）

われわれは感覚を量的に表現することはできないが大小を比較することはできる．Fechner（1858）は Weber の法則にもとづいていわゆる Weber-Fechner の精神物理法則を数学的に導いた．すなわち感覚の大いさSは刺激の強さIの対数に正比例するという．これを数式であらわせば $S=k\cdot\log I+C$ となる．（k, C：常数）

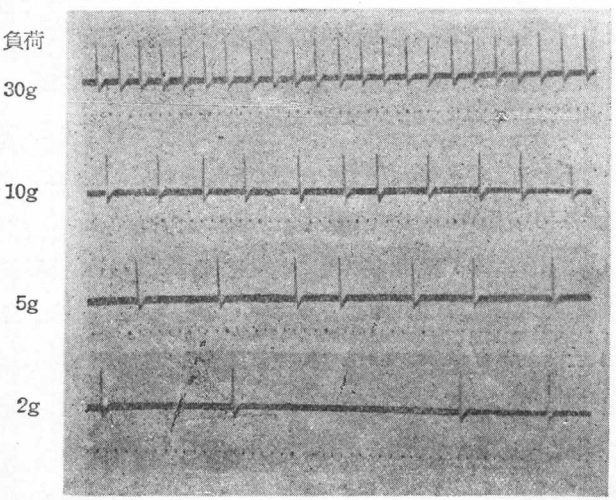
しかしこの表現には感覚の大いさと刺激の強さという性質の全くことなつたものの関係をあらわしているという点で根本的の矛盾があると同時に数式誘導の仮定にも誤りがある．

現在では刺激の強さと，生体にあらわれしかも計量できる現象との関係を求める以外に方法はない．計量できるものの一つとして求心性知覚神経の働作電流の頻度を用いることができる．これによれば Adrian and Zotterman（1926），Matthews（1931），Hartline and Graham（1932）等が実験的に証明しているように，働作電流の頻度は刺激の強さの対数に正比例す

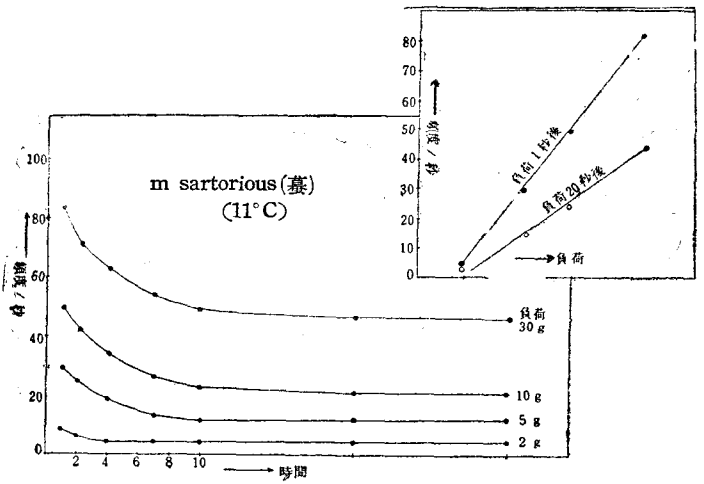


第1図　皮膚圧覚についての刺激の強さと弁別閾値との関係

る．第2図は萩原[1)]が張力受容器からの単一知覚神経線維のインパルスについてみた刺激の強さと頻度との関係である．



第2図（a）　縫工筋（m. sartorius）にある張力受容器からの単一神経線維の働作電流（時標，1/100秒）



第2図（b） 刺激の強さと働作電流頻度の時間的経過との関係（荻原）

3）. 感覚の消長

a）漸増（Waxing）と漸減（Waning）

感覚は刺激を加えた後一定の潜伏期，すなわち反応時間があつてはじめておこる．反応時間の測定は感覚の種類によつては困難なばあいもある．痛覚，温度感覚は触・圧覚に比較するとかなり長いとされている．このばあい刺激が皮膚面から受容器に到達するまでの時間を考慮に入れねばならぬ．

刺激を加えて感覚がおこつても直ちに最大の大いさにならないで漸増して一定の大いさに達する．これと反対に刺激を絶つてもそれと同時に感覚は消えないで漸減して消失する．このように刺激の絶たれた後に残る感覚を残留感覚（after sensation）という．感覚にこのように漸減があるから刺激がある頻度以上で断続されるときは連続的な感覚になる．漸増，漸減の現象に対応する客観的事実についてはまだ十分にわかつていない．

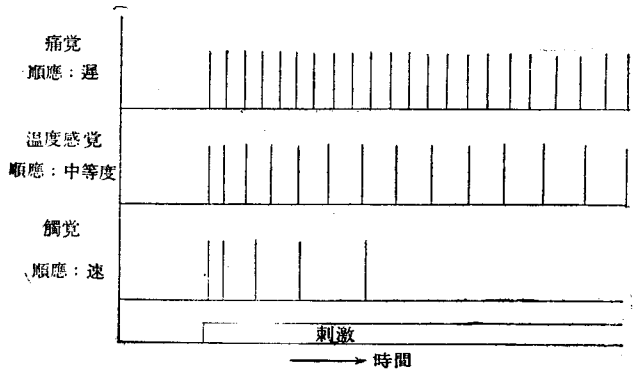
b）順応（Adaptation）

一定の刺激が長くつづくと感覚の大いさおよび敏さが減少する．これを感

需要全本请访问 www.ertongbook.com

覚の順応という．順応の現象は感覚の種類によりことなり，たとえば触覚は早く順応をおこすが痛覚では順応が非常に遅い．一般的にいうと，いわゆるepicritic な性質の感覚は順応が早く，protopathic な性質の感覚は順応が遅い．われわれの生命維持，精神活動に対してきわめて合目的的であると考えられる．

順応の現象は受容器の特性によるもので疲労現象ではない．[2] 順応に対応する客観的事実として考えられるものは，受容器の放電にみられる頻度順応（frequency adaptation）である．[3] 第2図によつて筋紡錘体の放電頻度の順応の様子がよくわかる．皮膚感覚の種類による頻度順応の様相の差を模式的に図示すると第3図のようになる．



第3図　感覚の種類による働作電流の頻度順応の様式

4）．感覚の時続（Duration of sensation）

ある期間刺激が加えられて感覚がおこるばあいに，われわれは同時にしかも反省することなしに感覚が引きつづいておこつていることを知る．これはEbbinghaus, Titchener 等のいわゆる時間直観（Zeitanschauung）であつて感覚の一属性と考えられる．しばしばいわれている時間感覚（Zeitempfindung）（Mach）または時間知覚（Zeitsinn）は感覚の時続すなわち時間直観が判断または反省という過程をへてあらわれたさらに高次の綜合感覚

である.

5). 感覚の放散 (Irradiation of sensation)

たとえば指を湯の中につけたとき，または手が滑かな平面にさわつたときに，実際に感覚のおこつている場所は皮膚に散在する感覚点である．それにもかかわらずわれわれは皮膚全面に温覚または触覚がおこつていると感じる．これはある感覚点からおこる感覚はその感覚点を中心とする広い範囲からおこるように判断するためであつて，この現象を感覚の放散といい，放散の範囲を感覚圏 sensation circle という．さらにまた視覚のばあいにみられるような．無感覚の場所はその周囲の感覚と同じ感覚がおこつていると判断する心理的要求もこれに関与していると考えられる．

6). 感覚の投射 (Projection) と定位 (Localization)

感覚は大脳皮質でおこると考えられるが，われわれは常に皮膚にそれぞれの感覚を感ずる．この現象を感覚の末梢への投射という．その結果刺激の加えられた受容器の位置を知ることができる．これを感覚の定位という．後述するように投射，定位の現象は受容器と大脳皮質の感覚領野とが1対1の点・点対応をしているという事実と神経線維の絶縁伝導の性質とにもとづくと考えられる．

われわれはまた受容器，知覚神経線維，大脳皮質感覚領野のいずれの部分に刺激が加えられても，その結果おこる感覚は常に末梢の受容器の位置に投射，定位される．幻影肢の現象 Phenomenon of phantom limbs はこの事実を物語るものであり，また大脳皮質感覚領野の決定にはこの現象がしばしば応用されている．

7). 複合感覚 (Compound sensation)

以上述べたのは1個の受容器または同じ種類の受容器群に時間的，空間的に定常な刺激を加えたばあいにおこる感覚内容である．これとことなつて1個の受容器または受容器群に刺激を加えるばあいに刺激に時間的間隔がある

ばあいとか，あるいは受容器群の中のことなつた場所の受容器に刺激を同時に加えたばあい，又は時間的間隔をおいて加えたばあいにはより高次の感覚内容をもつたいわゆる空間知覚（Raumsinn）または時間知覚（Zeitsinn）が起る．

空間的に相隔つた受容器または受容器群の2カ所に刺激を加えたばあいには距離という空間知覚をおこす．そのばあい2カ所に刺激が加えられているということを判断できる最小の距離を2点閾値（two-point threshold）という．この閾値には同時的と接時的とあり後者の方が小さい．

このような空間知覚は受容器が空間的に分布しているためにおこるので，皮膚のように受容器が二次元空間に分布排列しているときは距離の外にさらに方向の知覚がおこる．

2個以上の受容器または受容器群に刺激を加えたばあいには，さらに高次の統一された綜合的感覚がおこり，刺激についての綜合判断が可能になる．

皮膚感覚における触れている物体の形の判断，視覚における視る物体の形態の判断，聴覚における音色の判断等がすなわちこれである．

さらに受容器群が左右対称にあるばあいには，それにもとづく綜合的感覚（方向の判断）と過去の経験（距離の判断）とによつて刺激源の位置を定めることができる．視覚，聴覚，嗅覚においてみられる現象であつて，不完全ではあるが温度感覚でもみられる．

時間知覚についても同様な現象の存在が考えられる．絶対的時間閾，時間弁別閾といわれているものがこれである．

同じ受容器群に相ついでことなる強さの刺戟を加えたばあいにおこる感覚は，それぞれの刺激を単独に加えたばあいとはことなる．これを接時的対比（successive contrast）という．

2群またはそれ以上の受容器群に同時に刺激を加えたばあいにおこる感覚もまた，それぞれの受容器群にそれぞれ単独に刺激を加えたばあいとはこと

なる．これを同時的対比（simultaneons contrast）という．この両者は総括的に錯覚（Illusion）ということができる．

つぎに性質のことなる受容器に同時または相ついで適応刺激を加えたばあいはさらに複雑な内容をもつた感覚がおこる．物体の立体的形態を知ることができる立体知覚（stereognosis）は皮膚感覚と深部感覚との高次の綜合判断にもとづく複合感覚である．日常われわれが経験している皮膚感覚における熱い感じ．または涼しい感じもこれである．

第2章 痛　　覚 (Pain sensation)[4]

4. 痛みの感じ (Pain)

痛覚はわれわれの身体の状態が正常であるばあいにはおこらない．なん等かの原因によつて身体的に異常があるばあいこの異常を知らせてこれを取除くためにおこる感覚で Sherrington の nociceptive sensation である．すなわち，痛覚は視覚，聴覚，触覚等の弁別的性質のいちじるしい高等感覚とことなつて，全く保護的な性質をもつた感覚といえる．

痛覚をそのおこる部位でわけると（1）皮膚，粘膜でおこる痛覚と（2）筋，腱，関節等でおこる痛覚との体痛覚（somatic pain sensation）と（3）内臓でおこる内臓痛覚（visceral pain sensation）とになる．ここでは皮膚および粘膜でおこる痛覚だけについて述べる．

痛覚は保護的性質をもつていると同時にまたきわめて affective な性質がある．すなわち快，不快の感情ときわめて密接に関聯している．痛覚はまた意志や注意の転換によつて抑制することができる．また痛覚は反射的に血圧の上昇，脈搏の頻速，瞳孔の散大，汗の分泌，呼吸の促進等の変化をおこす．すなわち，痛覚は植物性神経系の支配下にあるほとんどすべての器官に対して鼓舞促進的に働く．

われわれはいろいろに表現される痛みの感じを経験するが，これは痛覚の時間的起り方の差によるか，または溫度感覚，触・圧覚等が同時に起つているためと考えられている．純粋な痛覚について刺痛または第1種痛覚と鈍痛または第2種痛覚との性質のことなつた2種類の痛覚が区別されている．たとえば針の先で皮膚を刺したばあいに刺した瞬間に感ずる経過の早い痛みが第1種痛覚で，その後やや時間をおいてゆつくり感ずる痛みが第2種痛覚である．この2種類の痛覚は主観的には古くから指摘されていたが(Rosenbach, 1884; Gad and Goldscheider, 1892) 反応時間の測定によつて2種類の存在を証明したのは Thunberg(1902) である．現在では後述するように，この両者に対して，それぞれ生理学的，解剖学的性質のことなつた実体を対応させている．

痛覚には順応の現象が少ないが，これは主として第2種痛覚の性質によると考えられている．また痛覚には漸増，漸減の現象がいちじるしいから刺激を少し早く反復すれば連続的な痛覚を起す．一定の強さの刺激でも刺激部位が広いほど痛覚は強い．いわゆる areal summation が著明である．

動物に対して痛みの感覚を起すような危害的刺激を与えると，動物はこれら逃避する行動を現わす．このばあい動物が果して我々と同様な痛みを感じているかどうかは簡単にはいえない．

5. 痛　点 (Pain spot)

痛覚が溫度感覚や触・圧覚と同様に一つの感覚として確立されたのは比較的新しいことである．古くは痛覚は溫度感覚，触・圧覚の程度が強くなつたばあいに起ると考えられていた (Wundt, Richet, Hagen 等)．Goldscheider は圧覚が強くなつたばあいに痛覚が起ると考え，これを overstimulation theory または intensive theory とよんでいる．その後 Brown-Sequard, Kiesow 等によつてはじめて痛覚は他の皮膚感覚と同様に別な一つの感覚であるように考られるに至つた．しかしこれを実験的に証明しさら

に痛覚の受容器を想定したのは v. Frey である．現在では次のような事実によつて，痛覚はそれに固有な受容器の興奮によつて起る一つの感覚であることが証明されている．

（1） 鼓膜，角膜中心部には痛覚のみがあつて触・圧覚はない．反対に口腔内粘膜には触・圧覚はあるが痛覚のない部分がある．

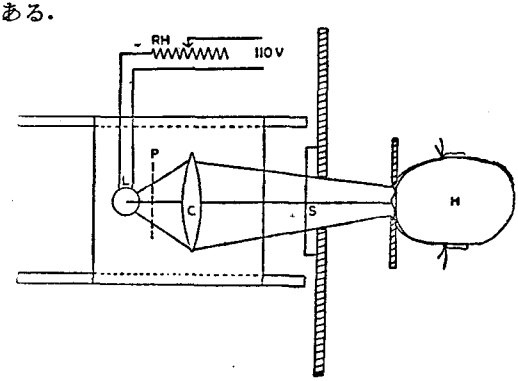
（2） 皮膚神経切断後に温度感覚，触覚は消失するが痛覚の残る部分ができる(後述)．

（3） 知覚神経麻酔によつて痛覚は消失するが他の感覚は残る．

（4） 神経を圧迫した場合他の感覚は消失するが第2種痛覚は長く残る．

（5） 痛点は触・圧点よりもはるかに多い（約4倍）．そして触・圧点を如何に強く刺激しても痛覚は起らない．

痛点はその分布が密であるため正確に測定することは困難である．分布密度は身体の部位によつてことなる．v. Frey によれば手背では痛点は 100—200/cm² である．



第4図 輻射エネルギーを用いた痛覚，温覚測定装置
L：1.000 ワット電球，P：自動シャッター
C：レンズ，S：手動シャッター，RH：抵抗
被検者前額部は墨汁で塗つてある．
(Hardy, Wolff and Goodell)

痛点の検索，痛覚閾値の測定には種々の方法がある[5]．木綿針，植物の棘または触・圧点の検索に用いられる v. Frey の刺激毛の毛の先を尖らしたもの（第 11 図）等が臨床的にしばしば用いられているが，これ等の方法では

需要全本请访问 www.ertongbook.com