

頸動脈洞血圧受容性神経発射の機能的分類

斎藤 俊 弘*

(千葉大学医学部第一生理学教室 指導: 本間三郎教授)

(昭和45年7月31日受付)

要 旨

ネコ60匹について Chloralose-Urethane の腹腔内麻酔下で、頸動脈洞血圧受容性神経の機能的単一神経発射を記録し、非拍動圧、人工拍動圧および頸動脈洞壁の強制振動にたいする反応を検討した。

(1) 頸動脈洞血圧受容性神経発射は適刺激にたいする反応から、少なくとも3種類に分類することができる。すなわち、洞内圧を非拍動流で変化させたさいの発射の変化から区別し、最大発射頻度の低い線維をI型 (17.0 ± 4.1 imp/sec)、極めて高い線維をIII型 (86.5 ± 9.0 imp/sec)、そして、それらの中間をII型 (35.7 ± 5.4 imp/sec) とした。

(2) 非拍動圧および人工拍動圧にたいする反応より、I型とIII型では phasic response に差がないが Static response に差が認められた。

(3) 頸動脈洞壁の強制振動による反応からすると、低頻度の振動にたいし、IIおよびIII型はI型より鋭敏に反応する。この強制振動による相違は、受容器を囲む洞壁の構造などの差の関与を示唆している。

Keywords: 頸動脈洞血圧受容性神経, 圧受容器, static response, phasic response, resetting

はじめに

Bronk & Stella^{1),2)} が家ウサギを用いて、はじめて頸動脈洞神経の機能的単一神経発射と動脈内圧との関係を研究したのは1932年である。その後、頸動脈洞神経発射と動脈内圧との関係については、Heymans & Neil³⁾ の広汎な研究をはじめとして、多くの報告がなされたが、これらの多くのものは、適刺激にたいする反応を平均化してとらえている^{4),5)}。

一方、von Euler, Liljestrand & Zottermann⁶⁾, Douglas & Schaumann⁷⁾, Douglas, Ritchie & Schaumann⁸⁾, および Landgren^{9),10)} は頸動脈洞血圧受容性神経について、大スパイクと小スパイクの2種類の発射パターンの存在を指摘しており、さらに、近年、Humphrey¹¹⁾, Crill & Reis¹²⁾, および Miura & Reis¹³⁾ は

ネコの孤束核 (nucleus tractus solitarii) あるいは傍正中網様核 (paramedian reticular nucleus) に細胞外微小電極を刺入し、頸動脈洞神経の電気的刺激にたいして異った反応を示す発射パターンを記録している。また、従来、頸動脈洞神経は孤束核に終るとされているが¹⁴⁾, Homma, Miura & Reis¹⁵⁾ は細胞内微小電極法を用いて、傍正中網様核に単シナプス性に終る線維のあることを報告した。

形態学的にも、De Castro (1926, 1928), 瀬戸¹⁶⁾, Sunder-Plassmann¹⁷⁾, および Ask-Upmark & Hillarp¹⁸⁾ は受容体それ自身、神経束を構成する線維および血管壁の構造条件の多様性をおしえている。

本研究は、頸動脈洞血圧受容性神経発射の機能的分類を行ない、その基本的特性を static response と phasic response につき検討するとともに、この機能差の生じ

*千葉大学大学院医学研究科 内科系内科学第二: 主任代行 松本 胖教授

SAITOH, TOSHIHIRO: Functional Classification of Baroreceptive Discharges in the Carotid Sinus.
Department of Physiology, School of Medicine, Chiba University, Chiba.

Received for publication, July 31, 1970.

る機序について考察を加えた。

実験方法

実験動物には、1.7~4.2 kg のネコ 60 匹を用いた。1% α -Chloralose と 10% Urethane の混合溶液 5 ml/kg により腹腔内麻酔を行ない、気管カニューレを挿入した。総頸動脈に T カニューレを挿入し、三方活栓を通じて非拍動流および拍動流を与える装置へ連結して洞内圧を任意に変化させ、それにたいする反応を観察した。拍動流を得る装置には Dale-Schüster ポンプを用い、これによって、洞内圧勾配は 0~800 mmHg/sec の間で可変される。灌流液はヘパリンを加えた生理的食塩水を恒温槽で保温 (37°C) して用いた。洞内圧は外頸動脈へ挿入したカニューレを通じて electronic manometer で測定した。頸動脈洞神経発射の記録は、三浦¹⁹⁾および道場²⁰⁾の方法に従った。洞壁の表面を機械的に刺激してその神経発射の生じる部位を求め、ここに振幅約 1.0 mm、周波数 (sinusoidal wave) 18~150 Hz の強制振動を与え、神経発射の応答様式を検討した。強制振動の sinu-

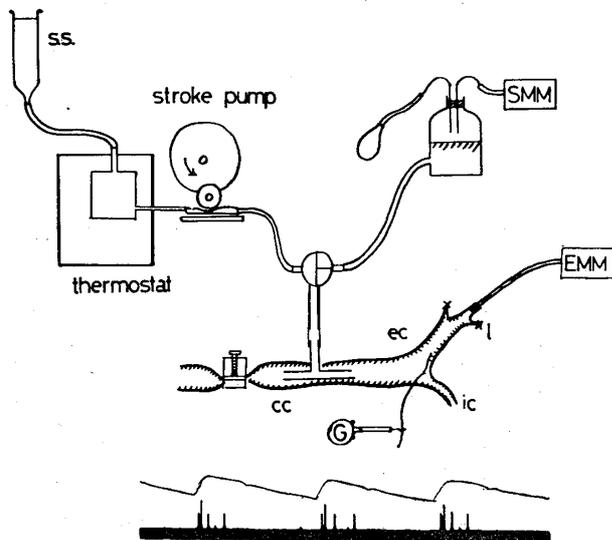


図 1. 頸動脈洞内圧を任意に変化する装置。SS: 生理的食塩水, SMM: 血圧計, G: Garvanometer, EMM: electronic manometer, CC: 総頸動脈, ic: 内頸動脈, ec: 外頸動脈, l: 舌動脈。Stroke pump は洞内圧勾配を 0~800 mmHg/sec の間で可変できる。下の神経電図は、一定の自然拍動圧に対しても異った反応を示す神経発射のあることを示す。すなわち、一心周期あたりの発射数は、大きいスパイクで 1 であるのに、小さいスパイクでは 3 である。

soidal wave は generator からの波形を power amplifier で増幅して得た。

実験成績

1. 非拍動圧にたいする反応 (static response)

自然拍動圧下で、頸動脈洞内圧の変化にたいする血圧受容性神経発射を観察するとき、同じ適刺激にたいする発射の様式が個々の線維で異っていることに気付く。そこで、非拍動流で洞内圧を変化させたさいの発射の変化、すなわち、static response をみると、発射頻度の低い線維、反対に、発射頻度のきわめて高い線維、および、それらの中間の三つの型に分類することができる。便宜上、それぞれを I, III, そして、II 型とした。I 型 7 本, II 型 12 本, そして, III 型 5 本の単一神経発射について、その発射特性曲線を求めると図 3 のようになる。このように発射特性曲線によって分類した各型の特性は次のようである。すなわち、I 型における閾値洞内圧は 95.6 ± 12.8 mmHg, 最大発射頻度は 17.0 ± 4.1 imp/sec, II 型では、それぞれ 82.3 ± 16.8 mmHg, 35.7 ± 5.4 imp/sec, そして、III 型では 96.3 ± 7.4 mmHg, 96.5 ± 9.0 imp/sec であった。このことから明らかなように各型の閾値洞内圧に差はないが、最大発射頻度には、有意の差が認められた。このうち、I 型と II 型のものが比較的高頻度にもとめられる。以下これらの機能的分類につき、

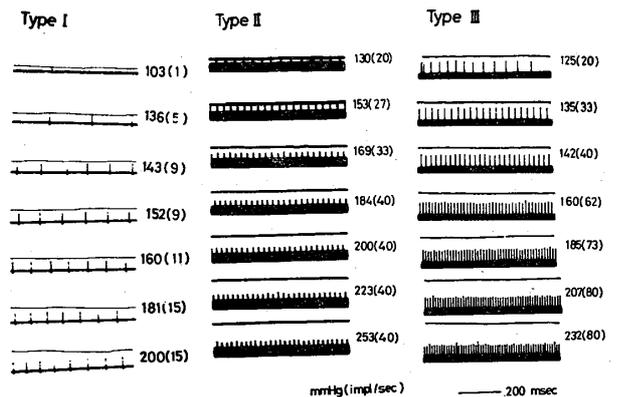


図 2. 定常洞内圧に対する頸動脈洞血圧受容性神経発射のパターン。各記録とも、上は頸動脈洞内圧、下は神経発射。右側の数字は洞内圧 (mmHg), () 内は神経発射頻度 (imp./sec)。非拍動流で洞内圧を変化させたさいの発射の変化をみると、発射頻度の低い線維 (Type I), 反対に、発射頻度のきわめて高い線維 (Type III), そして、それらの中間 (Type II) がある。

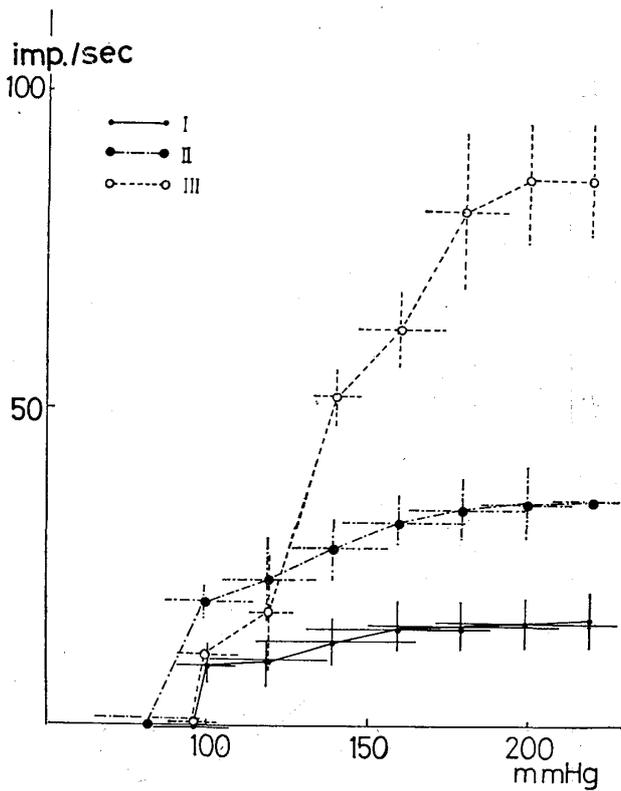


図3. 頸動脈洞血圧受容性神経の発射特性曲線(平均値とその標準偏差)。—●—はI型(7本), - - - ● - - - はII型(12本),○.....はIII型(5本)。
I型における閾値洞内圧は 95.6 ± 12.8 mmHg, 最大発射頻度は 17.0 ± 4.1 imp./sec, II型では, それぞれ, 82.3 ± 16.8 mmHg, 35.7 ± 5.4 imp./sec, そして, III型では, 96.3 ± 7.4 mmHg, 86.5 ± 9.0 imp./sec である。

その特性を順応, 後興奮性抑制などの面から検討した。

まず, 種々の非拍動性の洞内圧にたいする神経発射の時間経過をみると, I型は洞内圧が低い場合(図4, Type I, 90~116 mmHg), 容易に順応して発射は減少し, そして, 消失する。一定以上の洞内圧(130~220 mmHg)では, 発射はきわめて安定している。また, 圧上昇時における最初の発射頻度は洞内圧が増すにつれて増加し, その最高頻度は 67 imp./sec であった。一方, III型の発射では, 洞内圧にたいして順応する傾向がきわめて少ない。また, 最初の発射頻度はI型と異なり, ある一定洞内圧以上になるとほとんど同じ頻度で, しかも高頻度で応じ, その最高発射頻度は 168 imp./sec であった。II型はI型とIII型の中間の性質を有している。すなわち, 順応の傾向は少ないが, 洞内圧上昇にたいする最初の発射頻度はI型と同様, 洞内圧の増加とともに増し, その最高発射頻度は 80 imp./sec であった。

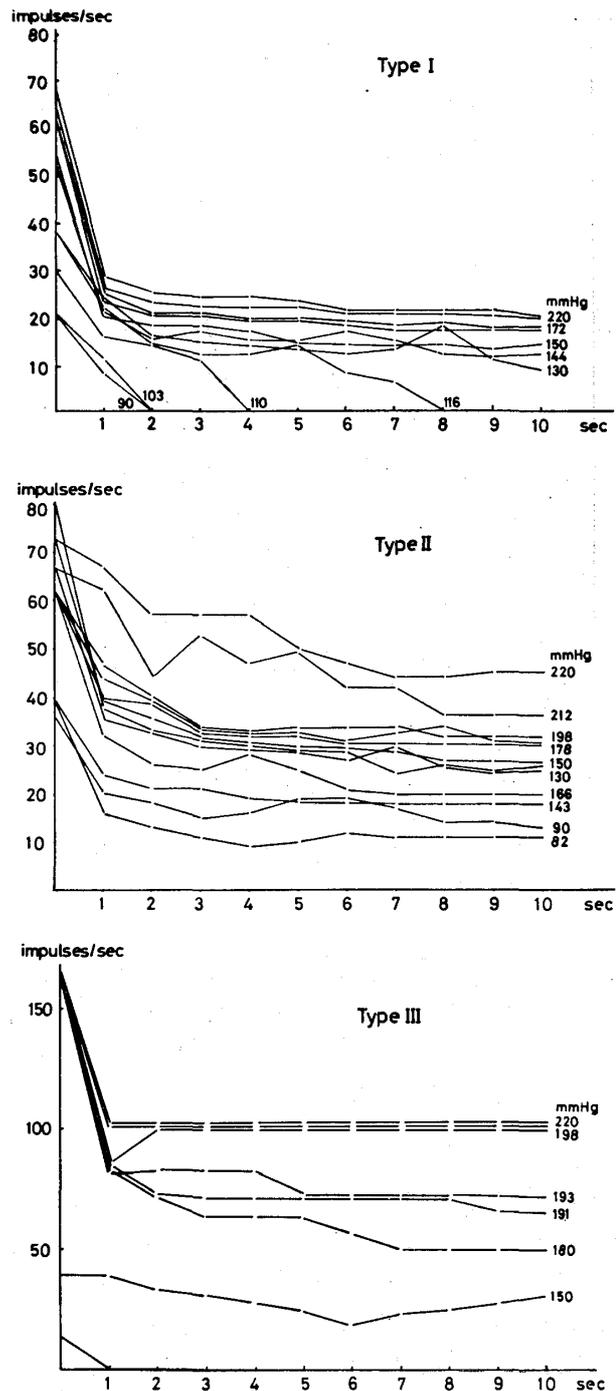


図4. 種々の非拍動性の洞内圧にたいする頸動脈洞血圧受容性神経発射の時間経過。上段はI型, 中段はII型, 下段はIII型の機能的単一神経発射の時間経過を示す。それぞれの横軸は経過時間(sec), 縦軸は神経発射の頻度(imp./sec)をあらわし, また, 各曲線の右端の数値は洞内圧(mmHg)を示す。I型は, 洞内圧が低い場合(90~116 mmHg), 容易に順応して発射は減少し, そして, 消失する。一定以上の洞内圧(130~220 mmHg)では発射はきわめて安定している。一方, III型の発射では, 洞内圧にたいして順応する傾向がきわめて少ない。また, I型では, 圧上昇時における最初の発射頻度が, 洞内圧の増加につれて増加するのにたいし, III型ではこの傾向がみられない。II型ではI型とIII型の中間の性質を有している。

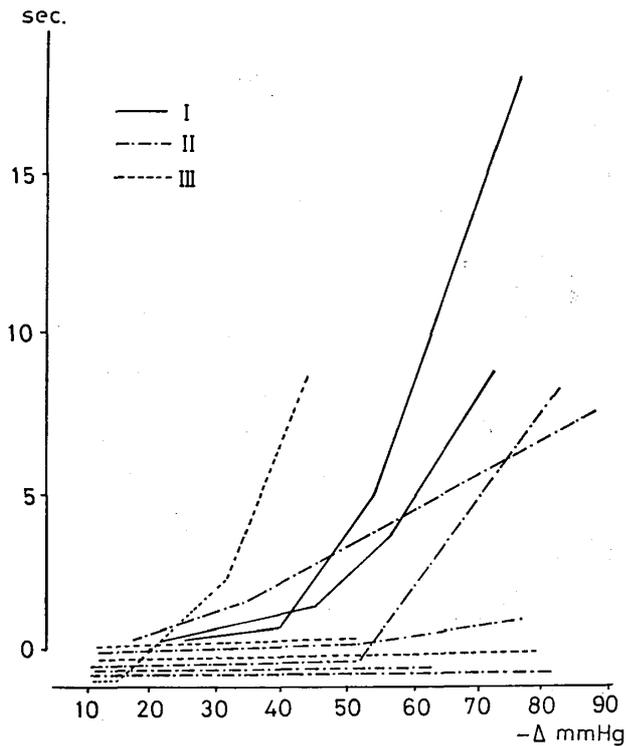


図5. 後興奮性抑制と洞内圧下降値との関係。——はI型，-----はII型，.....はIII型。横軸は洞内圧下降値 (mmHg)，縦軸はPauseの時間 (sec) を示す。I型は、わずかな洞内圧の下降にたいしてもPauseを生じ、洞内圧下降値が大きくなるとPauseも長くなる。これに比し、II型、および、III型では、Pauseはさほど長くないか (II型で3例，III型で1例)，あるいは、全くPauseを示さない (II型で2例，III型で2例)。

次いで、Bronk & Stella²⁾ が示した後興奮性抑制 (post-excitatory depression) についてしらべた。洞内圧を 200 mmHg に3秒間保ったのち、急速に圧下降 ($dp/dt = -1000 \sim -1400 \text{ mmHg/sec}$) をおこすと、一時、発射のとまるもの、すなわち、Pauseをつくるものと、つくらないものがあることに気付く。すなわち、I型はわずかな洞内圧の下降にたいしてもPauseを生じ、洞内圧の下降値が大きいほどPauseが長い。これに比して、IIおよびIII型は洞内圧下降値が大きくてもPauseはI型ほど長くないか、あるいは、全く生じない。

2. 人工拍動圧にたいする反応 (phasic response)

非拍動圧にたいして以上のように異った応答を示す線維群のうち、I型とIII型について、人工拍動圧にたいする反応の様式を検討した。

まず、発射パターンから、スパイク間隔の変化率を求

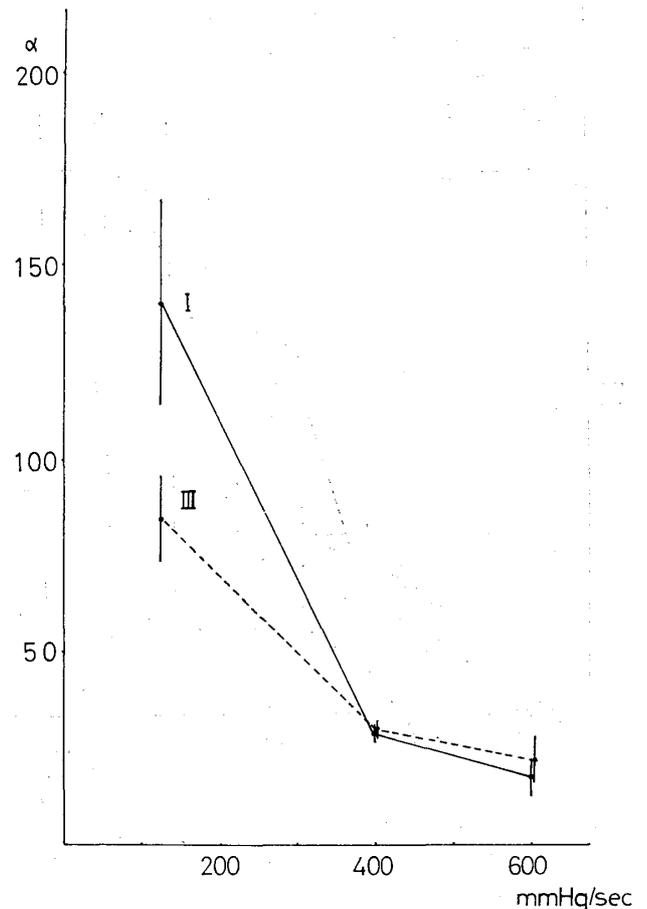


図6. 間隔定数と洞内圧勾配との関係 (平均値とその標準偏差)。——はI型，.....はIII型。横軸は洞内圧勾配 (mmHg/sec)，縦軸は間隔定数 α をあらわす。洞内圧勾配が 400 mmHg/sec 以下の場合には、I型の線維は圧勾配の増しに応じて著しく α を減じるのに、III型の線維は圧勾配の増しにたいする α の減少が著しくない。400 mmHg/sec 以上の場合には、両型とも同じ態度を示す。すなわち、I型とIII型の差は static response においてみられる。

め、これを間隔定数²¹⁾、 α とし、そして、種々の洞内圧勾配にたいする α の関係をしらべた。大きな α は、発射間隔の減少度が小さいことを意味する。I型の線維は低い圧勾配において、大きい α を示すが、圧勾配が増大するにつれて α を著しく減じる。III型の線維では、圧勾配の増しにたいする α の減少がI型に比して著しくない。

次いで、圧勾配と発射開始時間との関係をしらべた。圧勾配が 400 mmHg/sec 以上では、I型およびIII型とも同じ態度を示すが、400 mmHg/sec 以下では、I型はIII型に比して、反応開始時間が著しく遅延している。すなわち、小さい圧勾配ではI型はIII型に比

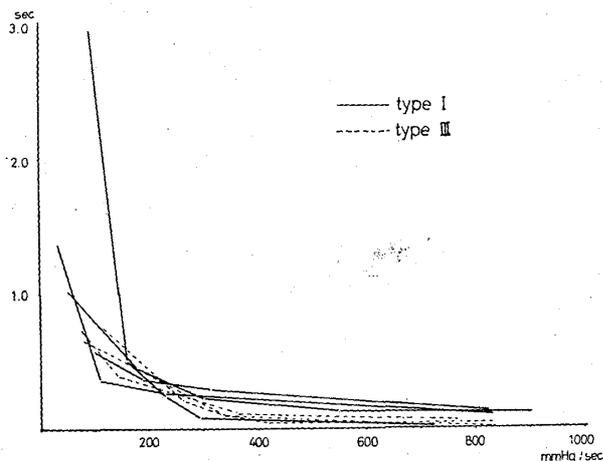


図7. 洞内圧勾配と発射開始時間との関係。——はI型, ……はIII型。横軸は洞内圧勾配(mmHg/sec), 縦軸は発射開始時間(sec)をあらわす。
洞内圧勾配が400 mmHg/sec以上では, I型およびII型とも同じ態度を示すが, 400 mmHg/sec以下では, I型はIII型に比して, 著しく曲線勾配が急峻となる。すなわち, 小さい圧勾配ではI型はIII型に比して反応しにくいといえる。

して反応しにくいといえる。

3. 洞壁の強制振動にたいする反応

以上のような機能差を示す圧受容性神経発射が頸動脈洞壁の強制振動にたいしてどのような応答を示すかを検討した。機械的刺激に応じる受容器の存在部位を確認

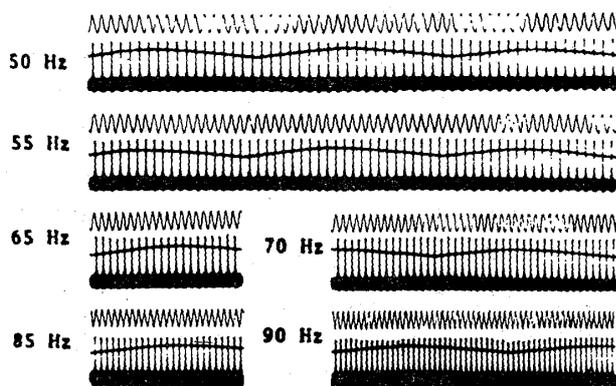


図8. 頸動脈洞壁の強制振動と血圧受容性神経発射の応答の一例 (II型の神経発射)。それぞれの図の上段は振動の sinusoidal wave, 中段は頸動脈洞内圧, 下段は頸動脈洞血圧受容性機能的単一神経発射をあらわす。左端の数值は振動の周波数を示す。振動により, 一定の周波数領域で1:1の対応を示す発射がみられることがわかる。

し, 振動器 (実験方法参照) をあてると図8に示すように一定の周波数範囲において, 1:1の対応で発射がみられる。上述した機能的分類と強制振動にたいする応答様式をまとめると表1のようになる。図9に振動を与えた頸動脈洞の部位を示す。すなわち, I, II, III型いずれも1:1の対応を示す範囲はほぼ25~110 Hzで, これらの例にかんするかぎり, ほとんど差は認められない。しかし, 1:2, あるいは, 1:3の関係で応答する傾向は, I型よりII型, そして, II型よりIII型において大きいようである。しかも, この1:2, ないし, 1:3の応答は比較的低い周波数において多くみられるので, IIおよびIII型は, 低頻度の振動にまでかなり鋭敏に応じることを意味している。このことは図7でみるように, III型の方がI型より, 小さい圧勾配に鋭敏で

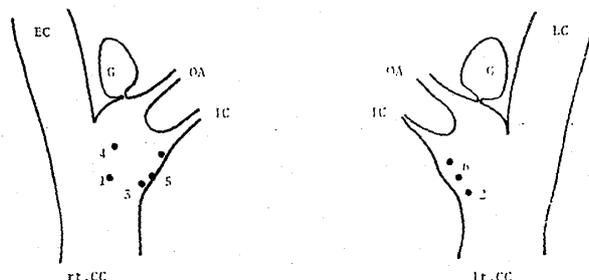


図9. 強制振動を行なった頸動脈洞の部位。EC: 外頸動脈, G: 頸動脈小体, OA: 後頭動脈, IC: 内頸動脈。左図は左頸動脈洞, 右図は左頸動脈洞周囲の模式図である。図中の算用数字は表1のそれに対応する。

表1. 頸動脈洞血圧受容性神経発射の機能的分類と強制振動にたいする応答様式のまとめ。

Fibre Type	Imp./Pulse	Max. Resp. to Intra-sinusual Pressure (Hz)	Responses to Vibration	
			Frequency Range for 1:1 Response (Hz)	Frequency Range for 1:2 or 1:3 Response (Hz)
I	1	1-2	20	25-110
	2	5-6	42	25-85 (150)*
II	3	6	39	30-100
	4	2-3	36	35-85
III	5	9	70	35-125 (145)*
	6	14-15	83	30-50

* Parenthetical numbers refer to the frequency response at systolic phase during vibratic

あったことに通じている。大きい圧勾配になると、I型もIII型と同様の反応を示したが、強制振動でもI型は高頻度にまで1:1で応じている。このようなことから非拍動圧にたいして低い発射頻度でしか応じないI型でも、刺激の与えかた、すなわち、拍動圧あるいは頸動脈洞壁の振動にたいしてかなり高い発射頻度で応答する性質を有していることがわかる。

考 案

従来、頸動脈洞神経発射の機能的差異についてはいくつかの報告がみられる。von Euler⁶⁾ら、および、Douglasら^{7),8)}により、大スパイクと小スパイク発射の記録されることが報告され、Landgren^{9),10)}は、この差をさらに詳細に検討して、両スパイクの間には、血圧にたいする反応性に差のあることを指摘し、さらに、両者の受容器の構造条件の差についてまで言及している。また、Douglasら^{7),8)}は、大スパイクを発生する線維は有髄線維であり、小スパイクを発生する線維は無髄線維であることを示し、降圧効果にも差のあることを報告した。しかし、同一の機能的単一神経線維でも、電極へのあて方や線維の分け方などによってスパイクの大きさは異なる³⁾ので、今日では、このスパイクの大きさによる分類はあまり重要視されていない。

Bronk & Stella²⁾は、血圧受容性神経がすべて遅い順応を示すとしたが、本研究からすると、I型の発射のように持続的な圧上昇にたいして比較的、順応がおこりやすいものと、IIおよびIII型の発射のように持続的な圧上昇にたいして順応がおこりにくいものがある。また、後興奮性抑制についても、I型の発射にくらべて、IIおよびIII型の発射ではそれが著明でない。

以上のように、洞内圧の変化という適刺激を用いた本研究の成績からすると、血圧受容性神経発射には機能を異にする少なくとも3種類のものが区別されることは明らかである。すなわち、非拍動圧および拍動圧にたいす反応によって示されるように、I型の発射は、phasic sponseがIII型と同程度に明らかであるのにたいし

static responseはIII型ほど著しくない。また、型は両者の中間の反応を示す。

一方、光学顕微鏡的にも⁹⁾、また、電子顕微鏡的に、頸動脈洞壁に2種類の神経終末の存することが明らかにされている。さらに、この神経終末は、外膜のみならず中膜にも存することが報告されている²³⁾。また、電子顕微鏡所見では、中膜の筋層ないし弾性線維あるいは筋肉細胞に囲まれて、Vater-Pacini小体に

構造の類似する lamellar body の存在が強調されており、このものが血圧変化の transformation に何らかの機能をもつことが示唆されている²⁴⁾。さらに、頸動脈洞壁の組織構造についても特異性が認められ、神経終末の存在する部位の構造条件は一様でない¹⁷⁾。また、神経の径について、De Castro²⁵⁾はネコの頸動脈洞神経の線維構成が、1.5~2.8 μ のもの17.5%、3~5 μ のもの79%、そして、6~8 μ のものが3.5%であるとしている。他方、増田²⁶⁾は、イヌにおいて、その有髄線維の分布曲線が0.5~14 μ の間にあり、2~3 μ に最高峰を有し、6~8 μ にも小さな峰のあることを報告している。

本研究の神経発射の機能的分類が、圧受容器そのものの差によるか、線維の太さの差によるか、あるいは、受容器をとりまく血管の構造条件に影響されているかは興味ある問題である。この点にかんして、血管の構造条件よりも、比較的、受容器それ自身にたいして影響を与えらると思われる洞壁の強制振動法を用い、これにたいする反応を検討すると、非拍動圧にたいして、きわめて発射頻度の低いI型の線維が110 Hzまで1:1の対応を示したことは、注目に値する。すなわち、ここに示した3種類の発射を示す受容器の強制振動にたいする応答は、低頻度の振動以外あまり差がないように思われる。

Sato, Fidone & Eyzaguirre²⁷⁾、および、Fidone & Sato²⁸⁾は、頸動脈洞血圧受容性神経に、A線維とC線維の存在を報告したが、その機能差は明らかにしていない。一方、われわれの自発発射トリガー法による伝導速度は、すべての線維でほとんど差が認められなかった²⁹⁾。従って、本研究における血圧受容性神経発射の機能差は神経の径の差によるとは考えられない。

ところで、ここにのべた三つの型の発射パターンのそれぞれは、各実験動物(ネコ)で、その記録される頻度にかんがりの個体差がある。これは、年齢、食生活などにより、血管壁の構造条件に差があるためと思われる³⁰⁾。また、平滑筋、膠原線維、弾性線維では、一定の圧上昇にたいしてもかなり異った反応を示す³¹⁾。

したがって、ここにのべた機能的分類は、受容器や神経線維の形態とはまた別に、受容器の存在する周囲の血管壁の構造条件の関与を示唆するものであるといえる。

古くから、高血圧症における圧受容器の役割が問題にされている³⁾。血圧が高いレベルに維持される機構に頸動脈洞血圧受容器の機能が関与している可能性は、McCubbin, Green & Page³²⁾により示された。さらに、Kezdi^{33),34)}は、イヌの実験的高血圧症において、頸動脈洞血圧受容性神経の発射特性曲線をもとめ、健常イヌのそれと比較すると、曲線が右下方に移動することを観察

した。また, Abraham³⁵⁾は, ヒトの剖検所見やネコの実験から高血圧症においては, 組織学的に, 変性した頸動脈洞神経終末と健全な終末の存在することをみた。これらのことを考えあわせると高血圧症のさいの resetting は, 従来いわれている順応とは別に, ここに示した III 型の発射の消失という要因も大きく関与しているものと思われる。

稿を終るにあたり, 本研究の機会を賜った斎藤十六前教授に深謝の意を表すとともに終始, 懇篤なご指導とご校閲を賜った本間三郎教授に心から感謝の意を表します。さらに, 本研究を直接, ご指導いただいた道場信孝講師に心から感謝いたします。

また, つねにご助言, ご協力下さった第一生理学教室の諸先生および技術員の皆様にお礼申し上げます。

なお本論文の要旨は, 第46回および第47回日本生理学会総会 (1969年および1970年), 第66回日本内科学会総会 (1969年), 第168回生理学東京談話会 (1970年), 第21回および第22回日本自律神経研究会 (1968年および1969年) において発表した。

また, 本研究の要した費用の一部は昭和42年度文部省科学研究費交付金による。

SUMMARY

60 cats weighing 1.7 to 4.2 kg were intraperitoneally anesthetized with 10% urethane and 1% chloralose (5 ml/kg). Baroreceptive discharges were recorded under natural pulsatile, artificial non-pulsatile and pulsatile pressure changes, and forced vibration on the carotid sinus wall. These were classified into three different types according to the mode of discharge pattern under artificial non-pulsatile pressure changes; the maximal frequency of the type I firing reveals the lowest (17.0 ± 4.1 imp./sec), the type III fairly high (86.5 ± 9.0 imp./sec) and the type II intermediate (35.7 ± 5.4 imp./sec). All types were almost similar on phasic response. On static response, however, the type III were more sensitive than the type I.

Over than 50 Hz of vibratory oscillation on the carotid sinus wall, all types of firing revealed

spike response corresponding to each wave. Below 50 Hz, the type I firing was rather insensitive and two others responded with two or three spikes to each wave.

These results suggest the difference of structural conditions surrounding baroreceptor in the carotid sinus wall as well as functional difference of baroreceptors themselves.

引用文献

- 1) Bronk, D. W. & Stella, G.: Afferent impulses in the carotid sinus nerve. *J. Cell & Comp. Physiol.*, 1, 113-130, 1932.
- 2) Bronk, D. W. & Stella, G.: The response of end organ in the carotid sinus. *Am. J. Physiol.*, 110, 708-714, 1935.
- 3) Heymans, C. & Neil, E.: Reflexogenic areas of the cardiovascular system. Churchill, London, 1956.
- 4) Ead, H. W., Green, J. H. & Neil, E.: A comparison of the effects of pulsatile and non-pulsatile blood flow through the carotid sinus on the reflexogenic activity of the sinus baroreceptor in the cat. *J. Physiol.*, 118, 509-519, 1952.
- 5) Tuckman, J., Slatyer, S. R. & Mendlowitz, M.: The carotid sinus reflex. *Am. Heart J.*, 70, 119-135, 1965.
- 6) Von Euler, U. S., Liljestrang, G. & Zottermann, Y.: Baroreceptive impulses in the carotid sinus and their relation to the pressure reflex. *Acta Physiol. Scand.*, 2, 1-9, 1941.
- 7) Douglas, W. W. & Schaumann, W.: A study of the pressor and depressor components of the cat buffer nerve using stimuli of different intensities and frequencies. *J. Physiol.*, 132, 173-186, 1956.
- 8) Douglas, W. W., Ritchie, J. M. & Schaumann, W.: Depressor reflexes from medullated and non-medullated fibers in the rabbit's aortic nerve. *J. Physiol.*, 134, 167-178, 1956.
- 9) Landgren, S.: On the excitation mechanism of the carotid baroreceptors. *Acta Physiol. Scand.*, 26, 1-34, 1952.
- 10) Landgren, S.: The baroreceptor activity in

- carotid sinus nerve and the distensibility of the sinus wall. *Acta Physiol. Scand.*, **26**, 35-56, 1952.
- 11) Humphrey, R. D.: Neuronal activity in the medulla oblongata of cat evoked by stimulation of the carotid sinus nerve. *Baroreceptors and Hypertension*, ed. P. Kezdi, 131-168, Pergamon Press, Oxford, 1967.
 - 12) Crill, W. E. & Reis, D. J.: Distribution of carotid sinus and depressor nerves in cat brain stem. *Am. J. Physiol.*, **214**, 269-276, 1968.
 - 13) Miura, M. & Reis, D. J.: Termination and secondary projections of carotid sinus nerve in the cat brain stem. *Am. J. Physiol.*, **217**, 142-153, 1969.
 - 14) Cottle, M. K.: Degeneration studies of primary afferents of IXth and Xth cranial nerves in the cat. *J. Comp. Neurol.*, **122**, 329-345, 1964.
 - 15) Homma, S., Miura, M. & Reis, D. J.: Intracellular recording from paramedian reticular neurons monosynaptically excited by stimulation of the carotid sinus nerve. *Brain Res.*, **18**, 185-188, 1970.
 - 16) 瀬戸八郎: 人体の知覚, 78-83, 医学書院, 東京, 1957.
 - 17) Sunder-Plassmann, P.: Untersuchungen über den Bulbus carotidis bei Mensch und Tier im Hinblick auf die Sinusreflexe nach H. E. Hering; ein Vergleich mit anderen "Gefäß-strecken"; die Histopathologie des Bulbus carotidis; das Glomus caroticum. *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.*, **93**, 567-622, 1930.
 - 18) Ask-Upmark, E. & Hillarp, N. A.: The fibre size in the carotid sinus nerve of the cat. *Acta Anat.*, **46**, 25-29, 1961.
 - 19) 三浦光彦: イヌの頸動脈洞壁神経発射の研究, 日生誌, **26**, 119-145, 1964.
 - 20) 道場信孝: 頸動脈洞壁神経発射のパターンにかんする二, 三の観察, 千葉医会誌, **40**, 383-398, 1964.
 - 21) Miura, M. & Saitoh, S.: The relationship between pressure gradient and interval constant of discharges in the carotid sinus baroreceptors. *J. Chiba Med. Soc.*, **41**, 333-341, 1965.
 - 22) Knoche, H. & Schmitt, G.: Beitrag zur Kenntnis des Nervengewebes in der Wand des Sinus Caroticus. *Z. Zellforsch.*, **63**, 22-36, 1964.
 - 23) Palme, F.: Die Paraganglien über dem Herzen und im Endigungsgebiet des Nervus depressor. *Z. mikro.-anat. Forsch.*, **36**, 391-420, 1934.
 - 24) Dropmann, K.: Electron microscopic findings in the carotid sinus of rabbits. *Baroreceptors and Hypertension*, ed. P. Kezdi, 267-272, Pergamon Press, Oxford, 1967.
 - 25) De Castro, F.: Sur la structure de la synapse dans le chemorécepteurs; leur mécanisme d'excitation et rôle dans la circulation sagine locale. *Acta Physiol. Scand.*, **22**, 14-43, 1951.
 - 26) 増田善昭: 頸動脈洞神経および大動脈神経線維にかんする形態学的補遺, 千葉医会誌, **40**, 498-505, 1965.
 - 27) Sato, A., Fidone, S. J. & Eyzaguirre, C.: Presence of chemoreceptor and baroreceptor C-fibers in the carotid nerve of the cat. *Brain Res.*, **11**, 459-463, 1968.
 - 28) Fidone, S. J. & Sato, A.: A study of chemoreceptor and baroreceptor A- and C-fibres in the cat carotid nerve. *J. Physiol.*, **205**, 527-548, 1969.
 - 29) 道場信孝, 齋藤俊弘, 小川聖二郎: 洞神経の伝導速度について, 日生誌, **32**, 416, 1970.
 - 30) Bloor, C. M.: Aortic baroreceptor threshold and sensitivity in rabbits at different ages. *J. Physiol.*, **174**, 163-171, 1965.
 - 31) Burton, A. C.: Physiology and biophysics of the circulation. 72-83, Year Book Medical Publishers, Chicago, 1965.
 - 32) Mc Cubbin, J. W., Green, J. H. & Page, I. H.: Baroreceptor function in chronic renal hypertension. *Circulation Res.*, **4**, 205-210, 1956.
 - 33) Kezdi, P.: Mechanism of the carotid sinus in experimental hypertension. *Circulation Res.*, **11**, 145-152, 1962.
 - 34) Kezdi, P.: Resetting of the carotid sinus in experimental renal hypertension. *Baroreceptors and Hypertension*, ed. P. Kezdi, 301-308, Pergamon Press, Oxford, 1967.
 - 35) Abraham, A.: The structure of baroreceptors in pathological conditions in man. *Baroreceptors and Hypertension*, ed. P. Kezdi, 273-291, Pergamon Press, Oxford, 1967.