下腹神経の実験生理学的研究

横浜市立大学医学部泌尿器科教室

(主任: 原田彰教授)

横浜市立大学医学部生理学教室

(指導: 島山一平教授)

井 田 時 雄

EXPERIMENTAL AND PHYSIOLOGICAL STUDIES OF THE HYPOGASTRIC NERVE

Tokio Ida

From the Department of Urology, Yokonama University School of Medicine, Yokohama

(Chief: Prof. A. Harada)

From the Department of Physiology, Yokohama University School of Medicine, Yokohama

(Director: Prof. I. Hatakeyama)

The role of the hypogastric nerves in the activity of cat's bladder was studied by means of nerve stimulation as well as exploration of the pattern of afferent impulses obtained from the same nerve.

The results were as follows:

1) Section of the hypogastric nerve resulted in lengthening of the period of spontaneous rhythmic contraction of the bladder in case of high intravesical pressure, while shortening of the period in case of low intravesical pressure.

2) Stimulation given to the peripheral cut-end of the hypogastric nerve developed a brief contraction of the bladder which was followed by a marked relaxation. These characteristic phenomenon did not occur when the pelvic nerve and/or the inferior mesenteric ganglion was cut prior to the examination.

3) The effect of stimulation of the peripheral cut-end showed no significant difference as compared with the effect of the central cut-end of the nerve.

4) Autonomic reflex changes such as a rise of blood pressure and a change of respiratory pattern were obtained when stimulation was applied to the central cut-end. Such change, however, was not seen when the peripheral cut-end was stimulated.

5) Hypogastric afferent impulses evoked by increase of intravesical pressure were considered to be two different groups. The first group comprised of impulses which were supposed to carry painful sensation without bearing any relation to mechanism of micturition. This type of impulses was observed only when the bladder was distended maximally and its adaptation was usually very slow. The second group comprised of impulses which were induced along with gradual rise of the intravesical pressure.

Summarising the above results of experiments, it may be concluded that:

1) The hypogastric nerve appears to inhibit the activity of the bladder;

2) Dr. Sokownin's finding is not acceptable. He clearly stated that there was an axon reflex by way of the inferior mesenteric ganglion;

3) The fact that centripetal stimulation of the hypogastric nerve brings about autonomic reflex changes suggests that the bladder activity, more specifically, its relaxation seems to be more closely related to the reflex micturition center located in the medulla oblongata rather than the influence of the hypogastric nerve;

4) Afferent impulses passing through the hypogastric nerve seems to be the evidence of transmission of the painful sensation. It may well be understood that the change of the intravesical pressure is conducted through the same pathway.

1. 緒 言

古来排尿機構に関し幾多の研究がなされ、膀胱支配神経並びに排尿中枢と膀胱機能との関係は、漸次明らかにされてきたが、前者の作用機序を仔細に検討するに未だ不明の点が多い。

就中排尿反射において、骨盤神経は一般に利尿筋に対し収縮作用を持つ運動線維を含みまた正常尿意感覚を伝える求心路であるといわれている。一方下腹神経は、利尿筋に対しては抑制的に働き、また膀胱よりの膨満感、疼痛、温度感覚等の求心路とされているが、排尿反射に対しては補助的な役割を演ずるに過ぎぬといわれ、その作用機序について検討されるべき余地が残されている。

この神経の切断は、膀胱運動或はその緊張に僅かな変化をもたらすのみで(Mosso and Pellacani²⁹), Elliott⁷), Barrington³), Dennig³²), Langworthy, Reeves and Taber²⁴), 中野³⁰)、遠心路の刺激効果の報告もまちまちである。(Barrington⁴), Elliott⁷), Courtade and Guyon⁶), Gaskell¹²), Edmund and Roth⁴⁹), Scabadash³⁷), MacDonald and McCrea²⁷), McCaughan²⁸), Stewart⁴³), Mellanby and Pratt³³), Wang and Harrison⁴⁵), Langworth, Kolb and Lewis²⁵), Alpers²), Kuntz and Saccomano¹⁷), Hegre and Ingersoll¹³),¹⁴) またこの神経を求心路とし、利尿筋運動を効果とする反射についての報告も軸索反射である(Langley et al²³) という意見がでる程で、久留等の系統的研究にもかかわらず定見とすべきものは確立されていない。

下腹神経を求心路とする反射の効果に利尿筋運動に対する反応がみられるが、血圧呼吸等の自律性機能に及ぼす影響も少なくないことが若干の研究によつて報告されている。下腹神経の生理学的意義は多面的で、その一面から本質を把握することは困難といわねばならない。著者はこの点に堪がみ、刺激生理学的並びに電気生理学的手法を用いる系統的研究によつて、この神経の生理学的性質を各面より探り以下に述べる成果を得た。

2. 実験方法

実験動物としては、体重 2.0 ~ 3.0kg の猫を使用した。体重 1kg あたり 1g の urethane の筋肉注射で麻酔した動物を背位に固定し、剣状突起より恥骨結合に至る腹部正中切開で腹腔内に達し、膀胱、その支配神経並びに血管及び尿道を露出した。ついで腸管を外側に圧排し、大動脈分岐部上に下腸間膜神経節を求め、後腹膜を開き該神経節より左右 2 本に分岐する下腹神経を見出し、周囲組織より充分に分離した。ついで骨盤神経を福

田氏¹⁰)の方法で分離した。即ち猫を腹位に固定し、背部正中切開を加え更に尾根部及び大腿部にわたり皮膚を剥離し、大臀筋及び中臀筋、下股筋を露出、これらを切断し視野に現れた腸骨嚢を骨鉗子で除き、ついでその下にある梨状筋をも切除し、さらに大腿の方向に走る坐骨神経を血管と共に中樞近くで結紮切断し、その直下で坐骨神経とほぼ直角に走り腹膜に達する骨盤神経を求めた。

膀胱頸部より 4 ~ 5 cm 下端で尿道に切開を加え、No. 5 ~ No. 6 のネラトン氏カテーテルを挿入し、次のような方法で膀胱運動を記録観察した。尿道に挿入したカテーテルは、三方活栓を経て一方は U 字管圧力計に、他方は系の compliance を大きくするための空気溜め(reservoir)を介して電気圧力計につながる。膀胱は加温された生理的食塩水により水銀圧力計及び reservoir と連結され、膀胱内圧と膀胱容積変動の測定を行う。reservoir 内の僅かな空気圧変動が容積変動を示すものであるが、この圧を capacitance manometer によつて記録測定した(第 1 図)。膀胱容積 10cc の減少は約 12mmHg の reservoir

第 1 図 実験装置

内圧変化をひき起す。

呼吸曲線、呼吸流速曲線はそれぞれ蛇管式 pneumograph 及び抵抗型 pneumotachograph と capacitance manometer を用いて記録した。

動脈血圧は頸動脈から strain gauge を transducer とする電気血圧計、直流増巾器を経てインク書きオシログラフにより、前述の膀胱容積変動、呼吸曲線及び呼吸流速曲線と同時に描記した。

下腹神経活動電位の記録にあたっては、前述したような方法で膀胱容積変動を測定し、その変化分を電気量に変換する一方、白金電極を用いて誘導記録した下腹神経

の活動電位と共に2要素のブラウン管オシログラフのそれぞれのチャンネルに挿入して同時記録した。この際カテーテルを介しての点滴注入により、急激あるいは緩徐に膀胱を伸展し膀胱内圧を変動させた。(第2図)下腹神経の活動電位の記録に際し、下腹神経を下腸間膜神経節の末梢端約1cmのところで切断し、Adrian & Bronk¹⁾の方法を用いて線維を少数の群に分離した。

神経の電氣的刺激は万能型電子管刺激装置によるくり返し矩型波パルスにより行つた。

3. 実験結果

実験は下腹神経の切断、並びに刺激時の膀胱容積変動、呼吸並びに血圧の受ける影響と同神経の活動電位と膀胱内圧との関係の観察という順序で行われた。この順序に従つて記述を進めることとする。

1) 下腹神経の切断

一定範囲の膀胱内圧下において、律動的容積変動がみられた。この律動的変動の振幅は、膀胱内圧15mmHgで約3.5ccであり、膀胱内圧5mmHg以下では、律動性変動は認められず、30mmHg以上では極めて不安定、不規則となる。

i) 膀胱支配神経無処置群

膀胱支配神経に何等の操作も加えずに膀胱内圧を4段階に分けて膀胱の律動性変動を観察した(第3図)。

律動性変動の周期は、内圧の増加と共に減少し、振幅も減少した。第1表に示す通り、内圧30mmHg時の平均周期は内圧10mmHg時の約 $\frac{1}{3}$ に減少した。このような内圧と周期との関係は全例にみとめられた。

ii) 下腹神経切断群

下腹神経一側切断及び両側切断の膀胱律動性変動に及ぼす影響を比較検討した(第4図・5図)。この際律動性変動の周期は、内圧20mmHg以下では無処置群に比して減少するが内圧30mmHgでは逆に増加した(第1表)。

下腹神経切断後、律動性変動の規則性は比較的よく保たれ、正常膀胱群が内圧30mmHgでその律動性が乱されるのに対して切断群では尚保持されている。

2) 下腹神経末梢端刺激

下腹神経を下腸間膜神経節下約1~2cmのところで切断し、その末梢端および中樞端の電氣的刺激を行なつて膀胱容積変動、血圧及び呼吸に對する効果を検討した。刺激は20c/sの短形波(幅2msec.)を用いた。

上述のように膀胱容積は自發的に律動性変動を示して

第1表 膀胱の律動的容積変動の周期と内圧

内圧	5 mmHg	10mmHg	20mmHg	30mmHg
正常膀胱	— (sec.)	5.7 (sec.)	1.8 (sec.)	0.9 (sec.)
一側下腹神経切断	3.2	2.7	1.5	1.3
両側下腹神経切断	5.0	2.4	1.4	1.3

第3図 支配神経無処置の猫の膀胱容積変動

上より膀胱内圧 5 mmHg, 10mmHg, 20mmHg, 30mmHg.
時標 1秒

第4図 片側下腹神経切断時の猫の膀胱容積変動

上より膀胱内圧 5 mmHg, 10mmHg, 20mmHg, 30mmHg.
時標 1秒

第5図 両側下腹神経切断時の猫の膀胱容積変動

上より膀胱内圧 5 mmHg, 10mmHg, 20mmHg, 30mmHg.
時標 1 秒

第6図 下腹神経末梢端刺激

上より呼吸流速曲線, 呼吸曲線, 血圧, 膀胱容積
(上に減少), 時標 (1 秒). 刺激記号
膀胱内圧20mmHg一定, 刺激20c/sの短形波パルス.

第7a図

第7b図

第7c図

下腹神経中枢端刺激

上より呼吸流速曲線, 血圧, 膀胱容積 (上に減少),
時標 (1 秒), 刺激記号, 膀胱内圧20mmHg一定, 刺激
20c/sの短形波パルス.

第7a図: 片側下腹神経切断

第7b図: 両側下腹神経切断

第7c図: 両側骨盤神経切断

いるので、刺激効果の判定は簡単ではない。しかし規則的な律動性を示している場合にはその規則性の乱れで効果のあったことが判然と解る。従つて刺激効果が膀胱に對し拡張的であるか収縮的であるかの判定は、平均容積の増減とい点に注目して行なうことになる。刺激効果の大きさは刺激条件によつて変るが、その効果の本質は同じであつた。著者の用いた刺激条件では血圧と呼吸に對する効果は認められなかつたが、膀胱容積変動には収縮的については拡張的と思われる効果がみられた。たとえば、自発性の拡張の進んでいる時に刺激が行なわれると、その拡張はたちまち収縮に転ずるが、やがて再び拡張に転じ自発的拡張の最大値よりも更に拡張するに至る(第6図)このことは刺激効果の2相性を意味している。

3) 下腹神経中樞端刺激

下腹神経切断中樞端を刺激すると膀胱容積だけでなく、血圧呼吸にもかなり著明な効果が認められた。これらの刺激効果の大きさは一般に刺激強度や刺激頻度の増加と共に大きくなるが、著者の行なつた実験範囲ではその定性的な内容は刺激頻度や刺激強度によつて変ることがなかつた。

膀胱容積に對する効果は一過性の減少に続く増大である点で前述の末梢端刺激効果に類似しているが(第6図)、その容積減少効果は概して目立たず、完全に消失して純粋な容積増加効果しか認められぬことがあつた(7a図)。また刺激期間中は律動性変動の消失もみられた。

血圧に對しては純粋な上昇効果を示した。刺激条件によつては50mmHgにも及ぶ著明な昇圧がひき起された。呼吸に對しては、頻度の減少と共に振幅の増大、従つて呼吸気量の増大をひき起した。

このような刺激効果は片側の下腹神経が健在であるか否かには無関係であつて、両側下腹神経切断後も全く変らぬ効果が見られた(第7b図)。しかし両側骨盤神経を切断すると膀胱に對する効果は極めて小さくなるか、あるいは消失するかに至る。効果があつた場合、その傾向は骨盤神経残存の場合と同じで一過性の容積減少に続く増加であつた。ところが血圧及び呼吸に對する効果は本神経切断前と全く同様であつた(第7c図)。

4) 膀胱伸展時にみられる下腹神経求心性インパルス

膀胱内へ37°Cに加温した生理的食塩水を注入し、下腹神経切断末梢端より得られる求心性インパルスと膀胱内圧との関係を検討した。

下腹神経切断後膀胱内へ点滴注入を緩徐に行なうと、膀胱内圧は次第に上昇する。膀胱内圧が低い時にはイン

第8図 膀胱伸展時の下腹神経求心性インパルス。

上：膀胱内圧，下：下腹神経放電

矢印の点より膀胱内点滴注入開始。膀胱内圧 0 → 50mmHg

パルスは出現しないが、膀胱内圧10mmHg以上になるとまず散発的に発射される。内圧が漸次上昇するに従つて放電の頻度は増すが、連続的ではなく間欠的であつて休止期を有するインパルス群として出現する。しかし内圧が上昇するに従つて休止期は減少し、ほとんど連続的な discharge となる(第8図)。

膀胱内への点滴注入を早急に行ない、急激に膀胱内圧を上昇させると第9図に示すごとく内圧の上昇と同時に一過性のインパルス群が現れる。内圧の上昇を維持すると、しばらくの沈黙期を置いて間欠的な放電群が生ずる。内圧の急激な下降の際にも過渡的にインパルス群が現れるが、下降後は全くインパルスの放電は行われない。

第9図 膀胱伸展時の下腹神経求心性インパルス。

上：膀胱内圧，下：下腹神経放電

矢印の点で膀胱内点滴注入開始及び排液。
内圧 0 → 50mmHg

5) 下腹神経末梢端の電気刺激と求心性インパルスとの関連

下腹神経の切断末梢端刺激により、膀胱は一過性の収縮とそれに引続く弛緩をみることは前述したところである。この際下腹神経の求心性インパルスはどのようになっているのであろうか。第10図に示すように下腹神経インパルスは自発的な膀胱容積減少の際に放電頻度を増加しているとはいえず、この例ではむしろ減少している程であるが、刺激によつて生じた容積減少の時には明らかに放電が著しくなる。しかし刺激中であつても容積が増加するに従つて放電は弱まり休止期もみられるようになった。容積増大効果の続く間、放電頻度は減少するが容積が再び減少し、その律動性変動が元のレベルに回復するにつれて再び放電頻度は増加した。

第10図 下腹神経末梢端刺激時の求心性インパルス。

上より膀胱容積、下腹神経放電、刺激記号。刺激20 c/s の矩形波パルス、刺激時間10sec、膀胱内圧20mm Hg

4. 考 察

膀胱容積が自発的に律動性変動を呈することは、よく知られた事実である。一般に平滑筋は律動的な自発性収縮を起し易く、自発的収縮を生じせしめぬ状態で長く観察記録することの甚だ困難な場合がむしろ多い。それ故平滑筋を構成要素として持つ膀胱がこのような性質を示すことは当然といわねばならない。本論文は、この律動的収縮の解析を目的とするものではなく、またその機構を明らかにし得るだけの積極的な実験を行なっていないので、その諸性質についてとかくの論議をすることは避けたい。

下腹神経の存否は膀胱の律動的容積変動の周期に、いかなる影響をもたらすものであろうか。周知のごとく、下腹神経の末梢運動路としての作用は、利尿筋に対しては抑制的に働く。下腹神経の切断後、膀胱容積の減少が引き起されることから、下腹神経が副交感神経の作用と拮抗してその作用を弱めるものと推測されている²⁴⁾。

膀胱の律動的容積変動の周期が、低内圧時に膀胱支配神経無処置群と比較して、下腹神経切断群にあつては短縮が著明であつた。(第1表) またごく低い内圧で現れ難い律動的収縮が神経切断により発現する。これは下腹神経の利尿筋に対する抑制作用が、神経切断により失なわれ利尿筋の緊張が高まつた結果、その自発性収縮が昂

進したものとして理解できる。平滑筋にはこのような一般的性質がある。筋の収縮速度は張力と共に減少するから(A.V. Hill の荷重と短縮速度に関する法則による) 周期の短かい程振幅も減少する。

一方高内圧時の容積変動の周期には、低内圧時のそれと比較して、下腹神経の存否に拘らず認むべき差がみられぬことは、この時に既に筋の緊張がほぼ最大に達しているためと考えられる。高内圧時には勿論利尿筋に加わる張力が増加するが、それに伴い筋の能動的緊張が増しその結果自動性収縮の周期が短くなることは第1表に示す通りである。緊張が最大に近くなると、筋張力の増加と拮抗する程に下腹神経の抑制作用が充分には働かず、従つて下腹神経があろうとなかろうと律動的容積変動の周期は、ほとんど同じ値を保つと思われる。

一方このような膀胱の律動的容積変動は、骨盤神経切断後消失する。Scherrington⁴⁰⁾は、骨盤神経切断後の律動性の消失は多く一時的で、時間の経過と共に再び出現するが、もはや規則的ではなくなるのであつて骨盤神経切断後の利尿筋の緊張の低下が原因であると結論している。一方 Pratt and Mallenby⁴³⁾は、骨盤神経切断後、adrenaline 並びに acetylcholine に対する膀胱反応も失われることから、もともとこのような律動性変動は骨盤神経等を介する反射現象であると結論している。しかし内圧変化の影響と下腹神経切断の効果を考慮すると Scherrington の説の方が正しく思われる。

下腹神経の利尿筋に対する役割は、骨盤神経のそれと比較して、甚だ劣勢であり排尿反射には補助的な役割を演ずるに過ぎないといわれているが、下腹神経の容積変動に及ぼす効果をみても解るように単に膀胱よりの求心性知覚の伝導路としてばかりでなく、積極的に内圧変化に対しても効果をもたらす。唯その効果は低内圧時のみ著しく、高内圧時には余りはつきりしない。またこの神経は利尿筋に対して抑制的に働くために、利尿筋の収縮である排尿反射という点からみると積極的な役目は持っていないで補助的な立場にある。膀胱のトームスの低下が排尿反射に影響をあたえることはいうまでもない。

下腹神経の末梢性運動路の作用を検する刺激実験に関して、古来より数多くの研究業績をみるが、一般には利尿筋に対しては弛緩作用を、内括約筋に対しては収縮作用を有するとの説(Alpers²⁾) が支持されている。利尿筋に対する反応形式は、単に弛緩作用を示すばかりでなく初期収縮に続いて同部の弛緩を伴うとの意見が定説となつている。(Wang and Harrison⁴⁵⁾, Pratt and Malle-

nby³³⁾, Kuntz and Saccomano¹⁷⁾, Hegre and Ingersoll¹³⁾¹⁴⁾) 著者の実験でも下腹神経の末梢端刺激により原則的には膀胱は弛緩的であった。ただし一過性ではあるが刺激初期に収縮的な効果がみられたことは、この神経中にも膀胱収縮線維が多少含まれていることを意味するものかもしれない。しかし平滑筋運動神経の作用は単純でなく、同じ神経線維でも収縮及び弛緩作用をひき起す可能性があることは血管運動神経にも見られることで、一概にこの事実から収縮線維の存在を結論することは危険である。要するに下腹神経の末梢性運動路としての主たる作用は、利尿筋に対する抑制効果と考えられ諸家の成績と一致する。

下腹神経の求心性伝導路に関する報告は少なく、なかなか下腹神経の切断中樞側に加えられた刺激効果については、Sokownin⁴²⁾の古典的実験を始めとして僅かに二、三の記載を見るにすぎない。下腹神経一側切断後、他側健在時にその中樞端に加えられた刺激は、当然下腸間膜神経節を介する反射としてその効果を期待することができる。Sokownin は猫で下腸間膜神経節の中樞との結合を全部除いたのち、左右いずれかの下腹神経の中樞側の末梢端を刺激したところ、反対側の下腹神経を下る遠心性インパルスが出現すると共に膀胱の収縮するのを観察した。後年 Langley and Anderson²³⁾はこれを追試し、このような反応は下腸間膜神経節にニコチン作用させると消失する点から、この反射現象を真の反射と区別し、Pseudo-reflex と稱し、1つの神経細胞の軸索内で生ずる反射現象なので軸索反射と名付けた。また Learmonth⁴⁶⁾は人間でこのような反射の存在を実証するために、開腹手術時下腹神経切断中樞端の電気刺激を行つたが、何等の反応をも認めずとしている。しかるに著者の実験では、両側下腹神経の存否のいかに拘らずその効果に有意の差が見られなかった。また骨盤神経切断及び下腸間膜神経節剔除後始めてその効果が消失する点より、著者は Sokownin の反射の存在を否定する。しかも中樞端刺激効果が、下腹神経末梢端刺激時とほぼ同様に容積変動の収縮と弛緩を以て反応することは甚だ興味深い。

下腹神経切断中樞端刺激が、下腸間膜神経節剔除後その効果を消失することから、中樞端に加えられた刺激は下腸間膜神経節以上のレベルにまで到達していることは明らかである。さらに両側の下腹神経切断後もなおその刺激効果が存続し、骨盤神経切断によりその効果が消失することから利尿筋に対しては求心路を下腹神経とて、

遠心路を骨盤神経とする反応と推測したい。両神経間に介在する反射弓が交感神経鎖、脊髄後根神経節、脊髄或は脳幹であるか否かは、著者の実験の範囲を逸脱しているので論議の対稱とはなり得ぬが、同時に記録した血圧、呼吸等の自律性反射より著者は次のごとく推論する。

下腹神経の中樞との連絡路及び中樞の局在をいかなる部位に求めるかは極めて困難な問題である。著者の実験において下腹神経の中樞端刺激が血圧、呼吸に著明な影響をもたらしたことは、このような刺激が延髄レベルにまで到達し、それぞれ延髄における血管運動中樞、呼吸中樞と何等かの関連を有することを暗示させる。中根³¹⁾、入沢¹⁶⁾は膀胱圧刺激の小腸に及ぼす影響を観察し、膀胱一小腸反射の求心路、遠心路を膀胱→下腹神経→延髄→迷走神経及び内臓神経→小腸の経路を考え延髄以下の反射弓の存在を否定している。Ranson and Billingsley³⁶⁾は猫を用い、胸髄及び腰髄の切截実験より血圧呼吸を指標として、骨盤神経を刺激し求心性昇圧脊髄内線維の通過部位を決定し昇圧性インパルスは脊髄後角尖端部を両側性に上行して、脳の血管収縮中樞に至るとのべている。錢場他³⁹⁾は回盲部附近の小腸を生理的食塩水で刺激し、血圧呼吸を指標とする脊髄切截実験よりかかる刺激は腸間膜神経及び内臓神経を求心性に上行し、後根より脊髄に入り脊髄を第一次中樞とするとのべている。副島³⁸⁾は家兎及び猫の坐骨神経中樞端刺激実験より血圧の上昇及び呼吸の興奮は、該刺激が脳幹に局在する血管運動中樞、呼吸中樞との間に密接な関連を有するためであると結論している。さらに呂⁴⁸⁾は骨盤神経の中樞端電気刺激により、脊髄内反射弓の有無を調べたが、脊髄後索及び側索を上行する経路を確認し、しかもそれらの線維は延髄の血管運動中樞、呼吸中樞の近傍に終末するとし、さらに久留の稱する骨盤迷走神経及び仙髄延髄路と一致するものであると論及している。

以上のように骨盤内臓器の求心性刺激は、多少の異論はあるにしても、脳幹の血管運動中樞、呼吸運動中樞との間に何等かの連絡路が存在することを認めざるを得ない。

延髄における血管運動中樞及び呼吸運動中樞の局在に関する従来の研究業績を見ても著者の研究結果と矛盾するものはほとんどない。Wang and Harrison⁴⁵⁾ は血圧上昇及び下降反応を呈する部位として延髄基底灰白質及びこれに接する外側網様織の背側部、さらには外側及び内側網様織にその局在をみとめ、山本⁴⁶⁾は延髄刺激実験

より孤束の周辺並びにこれに近接する網様織に存在するとし、武藤³⁵⁾は孤束核の吻側半及び尾側半に散在するとしている。一方呼吸中樞は、網様織中に可成り広汎な拡がりを占めるが山本は Pitt, Magoun and Ranson³⁴⁾等の指適した延髄内の呼吸中樞の拡がりが、血管運動中樞におけると同様に述走神経背側核及び疑核を含む網様体とほぼ一致するとのべている。

久留等¹⁸⁻²²⁾の系統的研究でも明らかなごとく、排尿反射の脳幹中樞が延髄にあり、その局在部位が延髄の血管運動中樞、呼吸中樞と平行あるいは重畳して存在することは、著者の実験においてみられる下腹神経の求心性衝撃が延髄にまで到達し、血管運動中樞、呼吸運動中樞に影響を与える一方、排尿反射中樞を介する反射現象として利尿筋の容積変動に変化をもたらしたものであろう。

従来膀胱よりの求心性インパルスに関する実験的研究は甚だ少なく、Talaat⁴⁴⁾、Evans⁸⁾等 2, 3 の報告をみるにすぎない。とりわけ下腹神経の求心性インパルスは、骨盤神経のそれとは対称に膀胱運動とは全く無関係に出現し、膀胱伸展時に順応性の極めて乏しいインパルスが得られることから、恐らく膀胱よりの痛覚を伝達するものであろうと推測されているにすぎない⁴⁴⁾。

著者の実験で高内圧時に極めて順応性の乏しい discharge を、ついで過伸展を解除せしめた時速やかにこの discharge が消失することを確かめた。この discharge が痛覚を伝達するものであることに異論はないにしても、膀胱内圧の上昇過程にあつてインパルスの頻度の増加を来すことは興味深い。

一般に膀胱支配神経、なかんずく骨盤神経の求心性インパルスは膀胱収縮時にインパルスの増加を、弛緩時にその減少を来す¹⁵⁾、また膀胱内に液体を注入し徐々に膀胱伸展を来さしめ内圧の上昇を起さしめると、その頻度が増加するとされ、さらには急速に膀胱内へ注入を行い膀胱過伸展を惹起させると、このような伸展過程を避けようとして急激な神経活動の発現を観察し得ると報告されている⁸⁾。

著者の実験で得られた下腹神経求心性インパルスは前述の過伸展時の discharge の他に膀胱内圧の上昇と関連して頻度の増加をみ、また急速に膀胱伸展を起さしめた場合内圧上昇と期を一にして一過性の discharge 群が発現することは、従来報告されている下腹神経の求心性インパルスのパターンと趣を異にしている。これは明らかに骨盤神経のパターンと類似している。また Iggo¹⁵⁾が

骨盤神経叢より得たものとも類似している点から下腹神経にも骨盤神経と同じく tension-receptor の存在を推測せしめる。さらに下腹神経の切断末梢端刺激により、利尿筋の一過性収縮と弛緩とを惹起せしめ、ついでかかる反応に対応して出現する下腹神経の求心性インパルスを他側の下腹神経末梢端より導出し検討したが、刺激と同時に出現する burst は内圧の絶対値ではなく、上昇変化に伴つて 2 相的に起り、弛緩相では減退或は消失する。この discharge は、いわゆる痛覚を伝導するものとは明らかに異なり、内圧の相的変動との間に相関性を認める点などを考慮すると、恐らくは前述した tension-receptor からの線維より得られたものと考えることが出来よう。

5. 結 語

下腹神経の膀胱容積変動に及ぼす影響を、下腹神経切断実験並びに刺激実験より検討すると共に、下腹神経の求心性インパルスに関する分析を行い次のごとく結果を得た。

1) 膀胱支配神経無処置群にあつては、その律動的容積変動の周期は膀胱内圧上昇に伴つて短縮する。一方下腹神経切断群では、膀胱内圧 20mmHg 以下の低内圧時には無処置群に比較して周期は延長し、30mmHg 以上の内圧では両者の間にはほとんど有意の差がみとめられない。これは下腹神経が利尿筋に対して抑制作用を有することを示し、しかもその作用効果は低内圧時に著しい。

2) 下腹神経切断末梢端刺激は、利尿筋の一過性収縮とそれに引続く弛緩効果を示した。

3) 下腹神経切断中樞端刺激は、末梢端刺激と同様に利尿筋の一過性収縮とそれに引続く弛緩効果を示したが、下腹神経一側切断及び両側切断でもその刺激効果に著変なく、下腸間膜神経節剔除後及び両側骨盤神経切断後消失した。同時に記録した自律性反射は、末梢端刺激では何等の効果も認められなかったが、中樞端刺激では全例に血圧の上昇と呼吸気量の増大を惹起した。

4) 上記の刺激効果より、下腹神経の中樞端刺激による下腸間膜神経節を介する軸索反射、いわゆる Sokolowin の反射の存在は極めて疑はしい。また上記の自律性反射の存在より推測すると、下腹神経中樞端に加えられた刺激によつて惹き起される膀胱容積変動の反射中樞は、延髄の排尿反射中樞と密接な関連を有することを想定させる。

5) 膀胱内圧変動に起因する下腹神経の求心性インパルスは次の 2 群に分類される。

i) 膀胱過伸展時に出現し、順応性に乏しく膀胱より

の疼痛の伝導路と推定され、排尿と関係のないもの。

ii) 膀胱の伸展過程において出現し、内圧変動と相関性を有するもの。

稿を終るに当り、終始懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師原田彰教授並びに第1生理学教室畠山一平教授に深甚なる謝意を表します。

(本論文の要旨は第282回日本泌尿器科学会東京地方会、第52回、第53回日本泌尿器科学会総会にて発表した。また本論文は横浜市立大学大学院学位論文であることを附記する。)

文 献

- 1) Adrian, E.D. and Bronk, D.W.: J. Physiol., 66, 81, 1928.
- 2) Alpers, B.J.: Clinical Neurology, 2nd Ed. 1950.
- 3) Barrington, F.J.F.: Quart. J. Exp. Physiol., 8, 33, 1914.
- 4) Barrington, F.J.F.: Quart. J. Exp. Physiol., 9, 261, 1915.
- 5) Barrington, F.J.F.: Brain, 54, 177, 1931.
- 6) Courtade, D. and Guyon, J.F.: Arch. de Physiol., 8, 622, 1933.
- 7) Elliott, T.R.: J. Physiol., 35, 367, 1907.
- 8) Evans, J.P.: J. Physiol., 86, 396, 1936.
- 9) Edmunds, C.W. and Roth, G.B.: J. Pharm. a. Exp. Therap., 15, 189, 1920.
- 10) 福田弘: 日本外科学会雑誌, 57, 1481, 1956.
- 11) Fukuyama, U.: Fukushima J. med. sci., 1, 117, 1954.
- 12) Gaskell, W.H.: J. Physiol., 7, 1886.
- 13) Hegre, E.S. and Ingersoll, E.H.: J. Urol., 61, 1037, 1949.
- 14) Hegre, E.S. and Ingersoll, E.H.: J. Urol., 72, 1781, 1954.
- 15) Iggo, A.: J. Physiol., 128, 593, 1955.
- 16) 入沢優氏: 日本生理誌, 17, 420, 1955.
- 17) Kuntz, A. and Saccomano: J. Urol., 51, 535, 1944.
- 18) Kuru, M.: Jap. J. Physiol., 1, 240, 1951.
- 19) 久留勝: 最新医学, 10, 1, 1955.
- 20) Kuru, M.: J. Comp. Neurol., 104, 207, 1956.
- 21) 久留勝: 日本臨床, 15, 466, 1957.
- 22) Kuru, M., Kurati, T. and Koyama, Y.: J. Comp. Neurol., 113, 365, 1959.
- 23) Langley, J.N. and Anderson, H.K.: J. Physiol., 16, 416, 1894.
- 24) Langworthy, O.R., Reeves, D.L. and Tauber, E.S.: Brain, 57, 266, 1934.
- 25) Langworthy, O.R., Kolb, L.C. and Lewis, L. G.: Physiology of micturition, Williams and Wilkins Co., 1940.
- 26) Learmonth, J.R.: Brain, 54, 147, 1931.
- 27) MacDonald, A.D. and McCrea, E.D.: Quart. J. Exp. Physiol., 20, 379, 1930.
- 28) McCaughan, L.N.: Missouri State Med. Assoc., 34, 379, 1937.
- 29) Mosso, M.A. and Pellacani, P.: Arch. Ital. de Biol., 1, 291, 1882.
- 30) 中野修道: 日泌尿会誌, 54, 858, 1963.
- 31) 中根公正他: 日本生理誌, 16, 287, 1954.
- 32) Dennig, H.: "Die Innervation der Harnblase", 8)より引用.
- 33) Mellanby, J. and Pratt, C.L.G.: Pro. Roy. Soc., 127, 307, 1939.
- 34) Pitts, R.F., Magoun, H.W. and Ranson, S. W.: Am. J. Physiol., 126, 673, 1939.
- 35) 武藤邦雄: 十全医学雑誌, 55, 165, 1953.
- 36) Ranson, S.W. and Billingley, P.R.: Am. J. Physiol., 41, 16, 1916.
- 37) Scabadash, A.: Zeitschrift f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, 86, 730, 1928.
- 38) 副島寿太郎: 医学研究, 25, 10, 1955.
- 39) 銭場武彦他: 日本生理誌, 15, 43, 1953.
- 40) Scherrington, C.S.: J. Physiol., 8, 621, 1892.
- 41) 坂川邦彦: 日泌尿会誌, 51, 1091, 1960.
- 42) Sokownin, S.: Pflug. Arch. ges. Physiol., 8, 600, 1874.
- 43) Stewart, J.C.: Quart. J. Exp. Physiol., 27, 193, 1938.
- 44) Talaat, M.: J. Physiol., 89, 1, 1937.
- 45) Wang, S. and Harrison, F.: Am. J. Physiol., 125, 301, 1939.
- 46) 山本信二郎: 十全医学会雑誌, 54, 122, 1952.
- 47) Ruch, T.C. and Fulton, J.F.: Medical Physiology and Biophysics, 18th Ed. W.B. Saunders Co., 1960.
- 48) 呂震義: 大阪医学会雑誌, 11, 1895, 1959.
(昭和41年1月7日受付, 特別掲載)