周期性血圧第三級動揺の発生機序に関する研究

2) 周期性血圧第三級動揺出現時の心電図

昭和34年9月4日受付

信州大学医学部第二生理学教室（指導：宮川 清教授）
小　沢　一　雄

Studies on the Undulatory Waves of Mean Blood Pressure

2) The Electrocardiogram During the Central Nervous System Ischemic Oscillation

Ozawa Kazuo
The 2nd Department of Physiology, Faculty of Medicine, Shinshu University
(Director: Prof. K. Miyakawa)

緒　言

さきに，宮川[1]は，家兎において周期性血圧第三級動揺を確実に催起せしめる方法を提起した。すなわち，完全に一本の総頸動脈のみにて脳循環をつかどらしめ，それにある一定の側圧を負荷せしめ脳えの血流量を制御する。このような動物に対する処置と，延髄にある所謂循環中枢に備つている特異な自己調整的な性質とあいまつて，体血圧に一つの振動現象を起こさしめるものであり，これが周期性血圧第三級動揺となつて出現してくるものである。

一般に体血圧は，心臓の搏出量，並びに末梢抵抗の変化，そしてこの場合あまり問題にはならないが，血液の粘稠度によつて定められる。これらの因子が如何に関与して，我々の場合の血圧の周期性第三級動揺が出現するか，興味ある問題である。さきに宮沢[2]は，体血流床の一つの例として，腎臓における末梢抵抗の変化を宮川の方法で出現して来た周期性血圧第三級動揺出現に追求している。

著者はかゝる周期性血圧第三級動揺出現時における心臓の活動の研究の手初めとして，心電図の記録を行つた。従来使用して来た水銀マノメータは，平均血圧描記と言う目的に対しては充分資格をそなえている。しかしながら，水銀マノメータをもつてする煤紙描記の上からは心臓の搏動数をうかゞうことすら，その振動特性の上から無理であつた。

なお，宮川の方法による周期性血圧第三級動揺出現時においては，脳には間歇的に血流が行われている。従つてこの周期性血圧第三級動揺出現時における心電図を分析するにあたつては，前論文で著者が述べた脳えの血流を完全に遮断したときの心電図が多少とも参考になる。本論文においては，周期性血圧第三級動揺出現時の心電図を，脳血行の完全遮断時における心電図を，脳血行の完全遮断時における心電図を中心として分析をこゝろみた。

さらに，こうした方法をもつてする周期性血圧第三級動揺発現の心臓に対する迷走神経切断の影響をも，心電図を通して観察した。

実験方法

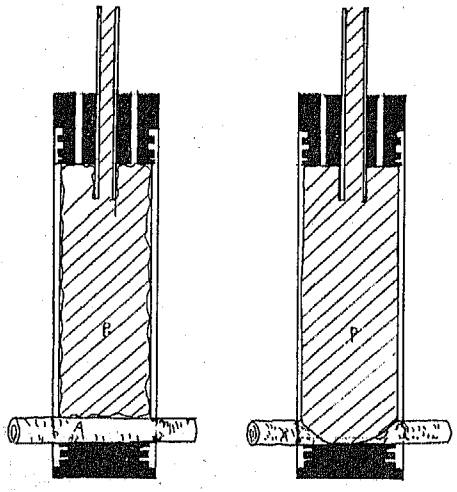
実験動物は2.0kg～3.2kgの雄またわ雌のカイウサギを用いた。麻酔は，10%ウレタンを体重1kgにつき10ccの割合で腹部に皮下注射を行つた。

脳血行制御法は宮川の方法[3]に従つた。すなわち両側第2～第3頸椎横突起の腹側に米粒大の孔を穿ち，そこよりガーゼをもつて横突起孔内を充塡し椎骨動脈の血流を阻止する。ついで両側総頸動脈を周囲組織より鈍に剝離し，頸部における分枝を結紮切断した。ついでこの手術が成功か否かを確めるには，さらに動脈クレンメにて両総頸動脈を挾み脳えの血行を遮断し，その時に動物に現われて来る症状をもつてした。すなわち，脳えの血行が完全に停止しているならば，血圧の上昇（遮断前の平均血圧の約2倍），呼吸運動停止，全身の貧血性痙攣の出現が観察される。かくて脳血流制御方法の成否を確めたのちは，一側総頸動脈を動脈クレンメにて挾み，その脳えの血流を遮断し，他側の総頸動脈には加圧装置の装備を行つた。

加圧装置は図Ⅰに示す如くである。その一端に総頸動脈を含み得る切れ込みを有する金属円筒を作り，そのなかに市販のゴム風船を入れ，ゴム風船と金属円筒の蓋にて総頸動脈を挾むようにする。ゴム風船内には

水をみたし，これをゴム管に聯結し水圧を加減して側圧を調整出来るようにした。この際，ゴム風船は金属筒の内面に比し充分ゆとりのある大きさで，加圧したために風船の容積が平常に比し大きくなることのないよう充分注意した。

図Ⅰ　　総頸動脈えの側圧負荷装置



A：総頸動脈　　P：風　　船
左：側圧負荷前　　右：側圧負荷後

体血圧は大腿動脈より水銀マノメータを介し煤紙上に描記せしめた。カニューレ内での血液凝固阻止の目的のために，大腿動脈にあるカニューレ挿入部位より近側の一切の分枝の結紮を行つた。

呼吸運動描記のためには，剣状突起より尾側2横指の部位が呼吸運動により上下するのを，その部の毛の根本をクレンメにて挾み，滑車を介し，さらに槓杆をもつてその上下運動を拡大し煤紙上に描記を行つた。

心電図は，三栄測器製作所製805型，インキ書オッシロ型にて記録した。心電図記録時の時定数は1.5秒であつた。誘導にあたつては，第II誘導を主として採用したが，他誘導との関係をみるため，第I，第II，第III誘導同時記録をも行つた。電極装着にあたつては，前肢，並びに後肢の誘導部位の毛を充分剃り，その上に食塩を含むやゝ固めの糊またはペントナイトを塗布した。その塗布にあたり，特に体動による電極の移動の影響と乾燥を防ぐため，誘導部を中心に厚さ2cm乃至3cm，幅3cm乃至5cm程度に前肢及び後肢を上記の糊またはペントナイトにて包むようにし，この内部に厚さ1mm乃至3mm，直径2cmの銀板電極を埋没するように挿入を行い，さらにその外側をセルフアン紙，またはゴム帯にて軽く固定を行つた。

実験結果

上記の操作により周期性血圧第三級動揺を得たものにつき，その心電図を観察した。

一般に，周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図の所見は著明でなく，たゞその血圧上昇期のある時期より血圧下降期のある時期に致るまでの血圧の高い部分に相当してR棘の増高傾向を示すようであるが，これも著明でなく恒常性を欠いている。しかしながら，ある側圧負荷実験においては，周期性血圧第三級動揺に応じて心電図上著明な周期性の変化を示すものがあつた。その変化の特徴はR-R時間，R棘，及びQRS複合，P棘，T棘の周期的変化，及び非周期的で永続的ではないが期外収縮の出現である。

A）周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図変化の著明でない例

1）実験動物 *No.* 6における成績
（図Ⅱ（A），（B））

これは，2.0kg ♂ における実験例である。総頸動脈に側圧110mmHgを負荷するとき，図の如く110mmHg～160mmHgの血圧変動（波高50mmHg）で，周期約34秒の周期性血圧第三級動揺を得た。その周期性血圧第三級動揺に伴なつて現われる周期性の呼吸pattern は潮汐運動の粗密要素と振幅の大小要素からなつている，潮汐運動の粗にして，振幅の小なる部が血圧上昇期に，密にして，振幅の大なる部が血圧下降期に対応している。

以上の血圧及び呼吸 pattern の周期性変化に対する心電図上の変化は著明ではない。図Ⅱ（B）における下向きのシグナルは煤紙上における上向きのシグナルに対応し，血圧上昇期に対応している（以下の実験例においてもこの関係は同様である）。これによつてわかるように，その血圧上昇期，血圧下降期との間に特に変化を認めない。血圧上昇期時間は平均16.9秒，血圧下降期時間は平均17.4秒である。この間における心搏数は前者平均57.7，後者平均59.3であり，R-R時間は両者ともに平均0.29秒にて差を示さない。また血圧変動を違つた方法で区分した場合，すなわち，血圧上昇期の血圧変動上中央より，血圧下降期の血圧変動上中央までの上に向いて凸形の部と，血圧下降期の血圧変動上中央より次の血圧上昇期の血圧変動上中央までの上に向いて凹形の部に分け，それぞれにつき計測する。この場合凸部は平均15.6秒，凹部は平均18.7秒にて，その間の心搏数は凸部では平均54，凹部においては平均64であり，R-R時間は両者とも平均0.29秒にて

差を示さない。上記の血圧上昇期，下降期の区分方式においても，凸部，凹部の区分方式においても，各期間におけるR棘高はそれぞれ平均 0.2mV にて差がみられない。

なお，心電図においては呼吸の1つ1つの潮汐運動に応じて心電図の基線の動揺がみられ，この基線の動揺と個々の潮汐運動との対応は確実である。従つて逆に心電図上の基線の動揺から潮汐運動の頻度をうかがうことが出来るほどである。

本実験においては，呼吸運動の周期性 pattern に伴なう心電図の変化について，基線の動揺以外の点には特別認めるものはない。呼吸の潮汐運動について，その最も粗なる潮汐運動時間は平均5.6秒，また密なる部分の潮汐運動時間は平均2.3秒にて，この間における心搏数は前者平均19，後者平均9にて，R-R時間はともに0.29秒にて差を認めない。R棘については両者ともに平均0.2mV にて差を示さない。

以上の如く，本実験例においては周期性血圧第三級動揺，及び呼吸運動の潮汐運動の pattern に伴なう心電図上の変化は基線動揺以外認められない。

2)　実験動物 *No.*18 における成績
(図Ⅲ（A），（B），（C），（D））

これは 2.0kg ♂ における実験例である。前記の操作により周期性血圧第三級動揺を出現せしめ，その心電図の変化をみるとともに，迷走神経を頸部において第1～第2頸椎の高にて切断しその影響をみた。

a)　迷走神経切断前の所見　（図Ⅲ（A），（B））

側圧100mmHgを総頸動脈に負荷することにより68mmHg～108mmHgの血圧変動（波高40mmHg）が約30秒の周期にて反覆する周期性血圧第三級動揺の出現がみられた。呼吸 pattern は呼吸の潮汐運動の粗密的要素と振幅の大小要素をもつてその周期性が形成されている。その粗かつ振幅の小なる部分が周期性血圧第三級動揺の頂の部に，またその密かつ振幅の大なる部分が谷に対応している。

上記の煤紙上の変化に伴ない心電図上には，呼吸運動による基線の動揺と周期性血圧第三級動揺に伴なうR棘高の周期的変動がみられる。すなわち，血圧上昇期，及び血圧下降期における心電図所見をみると，血圧上昇期平均時間14秒，血圧下降期平均時間16秒，その間における心電図上の心搏数は前者平均49，後者平均56，R-R 時間はともに平均0.28秒にて両者間に差を認めない。R 棘高は血圧上昇期においては平均 0.52 mV（標準偏差 0.02mV），血圧下降期においては平均 0.46mV（標準偏差 0.06mV）にて，血圧上昇期の方が下降期に比べてR棘高は高い。さらにこれを別の区分方式に従つた場合，すなわち，血圧曲線において上に向いて凸部と，上に向いて凹部に分けて計測すると，凸部においては平均時間14.2秒，凹部においては平均時間15.8秒にて，この間における心電図上心搏数は前者平均51，後者平均56であり R-R 時間はともに平均0.28秒にて差を示さない。R棘は凸部においては平均 0.48mV（標準偏差 0.06mV），凹部においては平均 0.50mV（標準偏差 0.06mV）にて，血圧の低い凹部においては血圧の高い凸部より若干R棘が高い。血圧上昇期の前半における平均R棘高は 0.53mV（標準偏差 0.02mV），その後半における平均R棘高は 0.52 mV（標準偏差 0.02mV），血圧下降期前半，及び後半における平均R棘高は，それぞれ 0.44mV（標準偏差 0.05mV），及び 0.48mV（標準偏差 0.05mV）である。すなわち，血圧上昇に伴ないR棘は増高するが，血圧上昇期末期より減高しはじめ，以後下降期末期まで減高を示し，下降期末期よりふたたび増高しはじめる。以上の変化が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期的にくりかえされる。

呼吸の周期性変動に伴なう心電図上の周期性変動はみられない。すなわち，呼吸の潮汐運動の最も粗なる部分の平均時間は2.2秒であり，密なる部分の1潮汐運動の平均時間は1.7秒である。この間における心電図上の心搏数は前者平均8，後者平均6にて，R-R時間は両者とも平均0.28秒にて差を示さない。R棘は前者において平均 0.52mV（標準偏差 0.03mV），後者においては平均 0.46mV（標準偏差 0.06mV）にて，前者においては後者より高い。しかし，この粗なる部分は周期性血圧第三級動揺における血圧上昇期に，密なる部分は下降期にそれぞれ対応しているものであり，R棘の変化は，呼吸の潮汐運動の粗密的要素よりも周期性血圧第三級動揺に関聯しているとみるべきである。同じ潮汐運動の密なる部分においても，その前半，すなわち，粗なる部分より密なる部分に移行した直後においては平均 0.41mV であり，その後半，すなわち，密なる部分より粗なる部分に移行する直前においては平均 0.5mV とR棘は変化しており，呼吸の潮汐運動の粗密は直接心電図に関聯を示さない。

b)　迷走神経切断後の所見　（図Ⅲ（C），（D））

以上の実験後，両側迷走神経を頸部において第1～第2頸椎の高さで切断後総頸動脈に側圧 120mmHg を負荷し，約39秒の周期をもつて血圧 82mmHg～116 mmHg（波高 34mmHg）の変動を有する周期性血圧第三級動揺を得た。しかしその周期性血圧第三級動揺は，迷走神経切断前にくらべ各動揺の波高がやゝ減じ周期がやゝ長く全体としてやゝ平坦となる感をいだか

せる。また迷走神経切断前と同様，呼吸の潮汐運動の粗密的要素と振幅の大小要素が呼吸の周期性 pattern を形成しているが，その粗密の程度が迷走神経切断後著明となる。

以上の如く得られた周期性血圧第三級動揺出現時における心電図の所見としては，呼吸運動による基線の動揺と，血圧動揺に伴なうR棘高の周期的変動が指摘される。すなわち，血圧上昇期時間は平均17秒，血圧下降期時間は平均22秒にて，その間における心電図心搏数は前者平均60，後者平均77にて，R-R時間は両者とも平均0.28秒にて差を示さない。R棘は前者において平均 0.48mV（標準偏差 0.08mV），後者において平均 0.41mV（標準偏差 0.08mV）にて，血圧上昇期におけるR棘が下降期のそれにくらべて高い。また，血圧曲線を上記の如く，凸部，及び凹部に分けて計測したる場合，凸部の平均時間は21秒，凹部の平均時間は18秒にて，その間における心搏数は前者において平均75，後者において平均64であり，R-R時間は両者とも平均0.28秒にて差を示さない。R棘は凸部においては平均 0.42mV（標準偏差 0.09mV），凹部においては平均 0.48mV（標準偏差 0.08mV）である。すなわち，血圧上昇期前半にR棘は増高し血圧上昇期後半より血圧下後期前半にかけて減高し，血圧下降期後半よりふたたび増高する。以上の変化が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期性に交代する。

呼吸の周期性 pattern と心電図上の周期的変化とを直接に関係ずけるわけにはいかない。すなわち，呼吸の潮汐運動のもつとも粗なる潮汐運動時間は 3.3 秒，密なる潮汐運動時間は 2.5 秒にて，その間における心電図上 R-R 時間は両者ともに0.28秒にて差を示さない。R棘は前者においては平均0.48mVであり，後者においては平均 0.44mV にて差を示す。しかしながらこの呼吸の潮汐運動の粗なる部分は，周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期に，また密なる部分はその下降期に対応しており，このR棘の変化はむしろ周期性血圧第三級動揺に対応することの方が大であるようである。なんとなれば，同じ密なる呼吸 pattern を示す部分においては，同一なる潮汐運動時間を示しながら，その潮汐運動群の初期においては平均 0.48mV，末期においては平均0.44mVとR棘高は変化し呼吸の潮汐運動の粗密はR棘高の変化とは直接関係のないことを示す。

ついで，迷走神経切断後における周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図の変化を切断前のそれと比較する。迷走神経切断前における血圧上昇期，血圧下降期，凸部，凹部におけるR棘高はそれぞれ平均 0.52 mV，0.44mV，0.48mV，0.50mV である。迷走神経切断後においては，それぞれ平均 0.48mV，0.41mV，0.42mV，0.48mV である。すなわち，迷走神経切断後R棘高は全般に減高している。また迷走神経切断前において，血圧上昇期におけるR棘は血圧下降期のそれよりも高く，その差は 0.08mV である。しかるに凸部におけるR棘は凹部におけるR棘より高いが，その差は 0.02mV の僅少である。すなわち迷走神経切断前においては，同一血圧上昇期間中または同一血圧下降期間中においてはR棘の変動は僅少である。これに対して迷走神経切断後においては，血圧上昇期のR棘は下降期よりも高いが，その差は 0.06mV にて迷走神経切断前に比べわずかに抑制される。また凸部におけるR棘は凹部におけるそれよりも高く，その差は 0.06 mV であり，迷走神経切断前におけるそれよりも大きな差を示す。すなわち，迷走神経切断前においては，周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期においては心電図上R棘の増高傾向が，その末期すなわち血圧第三級動揺の頂の部まで維持される。これに対し迷走神経切断後は，血圧上昇期前半においてR棘の増高傾向がみられるが，後半まで維持されることなく抑制をうけ，その後半は減向傾向を示す。従つてその凸部と凹部においてはR棘高の差を大にしている。

以上本実験例における成績を要約すると次のようになる。周期性血圧第三級動揺に伴ない心電図上R棘高の周期性増減変動がみられる。その血圧上昇期に対応してR棘は増高し，血圧下降期に対応してR棘は減高する。迷走神経切断後においては，R棘高は全般に抑制をうけ減高する。切断前と同様に周期性血圧第三級動揺に伴ないR棘は周期性に増減変動するが切断前に比べ抑制をうける。

B）周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図変化の著明または特異なる例について

1）実験動物 No.16 における成績（図Ⅳ，Ⅴ，Ⅵ）

これは体重 2.6kg ♂ における実験である。3回の側圧負荷実験により，それぞれ周期性血圧第三級動揺の出現をみた。しかしてその様相は3者著明に相異している。この3回の側圧負荷実験後，迷走神経を頸部において第1～第2頸椎の高さで切断し，その場合の側圧負荷実験による心電図の変化を観察した。

a）迷走神経切断前の所見

第1回目の実験において総頸動脈に 118mmHg の側圧を負荷し，平均44秒の周期にて 110mmHg～170 mmHg（波高 60mmHg）の血圧動揺を有する周期性血

圧第三級動揺の出現をみた。呼吸 pattern は若干の呼吸水準の動揺を示すのみにて著明な変化はない。この場合における心電図の変心は図Ⅳ（B）に示す。前述例にみられたような呼吸の潮汐運動による基線の動揺の出現がみられず，ただ平坦に記録されている。周期性血圧第三級動揺に伴ない心電図上，R-R時間，R 棘高の変化はみられない。すなわち，血圧上昇期時間は平均15.3秒，下降期時間は平均23秒にて，この間の心搏数はそれぞれ平均51，及び76であり，R-R時間は両者とも平均 0.3 秒にて差を示さない。R 棘高は 0.5mV にて変化を示さない。しかるにこの実験において特異なることは期外収縮の出現である。図Ⅳ（B）に示す如く，その記号１の血圧上昇期中頃に期外収縮の出現がみられ，これに相当して図Ⅳ（A）の煤紙上記号１の血圧第三級動揺の血圧上昇期中頃に一時的急激なる血圧の下降がみられる。同様の変化が，心電図上図Ⅳ（B）の記号10の部にみられ，この期外収縮に相当して図Ⅳ（A）の煤紙上記号10の血圧動揺の頂の部に急激な血圧下降がみられる。なお図Ⅳ（B）の最上段は，煤紙上記号１の血圧動揺より前え３番目，４番目に出現した血圧第三級動揺に対応する心電図である。その血圧下降期にそれぞれ15秒間，及び９秒間持続して期外収縮が，正常律動と交互に出現している。この期外収縮出現期間に相当して煤紙上の平均血圧曲線上には期外収縮が鮮明な垂直線として櫛の歯のようになつている。

第２回目の実験成績は図Ⅴ（A），（B）に示した。血圧第三級動揺の様式は第１回目に類似している。すなわち総頸動脈に側圧 96mmHg の負荷を行い，65 mmHg～155mmHg（波高 90mmHg）の動揺にて周期約52秒の周期性血圧第三級動揺が出現した。呼吸 pattern は，呼吸水準の動揺と，呼吸の潮汐運動の粗密的要素と振幅の大小的要素によつて周期性を形成している。その各要素と周期性血圧第三級動揺の対応については，呼吸水準動揺の頂（呼吸潮汐運動が呼出側に片寄つて行われる部分）が周期性血圧第三級動揺の谷に，呼吸水準動揺の谷（呼吸潮汐運動が吸入側に片寄つて行われる部分）が周期性血圧第三級動揺の頂に対応している。なお，呼吸の潮汐運動の粗なる部分が周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期に，呼吸潮汐運動の密なる部分が血圧下降期にそれぞれ対応している。

以上の変化に伴ない心電図上には次の如き変化が現われている。まずこの場合，心電図には潮汐運動に伴なつて基線の動揺が出現している。周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期時間は平均18秒，血圧下降期時間は平均33.5秒にて，この間における心搏数はそれぞれ，40及び72であり，R-R時間は両者とも平均0.45秒にて差を示さない。R 棘高は血圧上昇期においては平均 0.67mV（標準偏差 0.04mV），血圧下降期においては平均 0.63mV（標準偏差 0.04mV）であり，血圧上昇期に R 棘の増高が，血圧下降期に R 棘の減高が周期的に交代する。また上記の如くその凸部，凹部に分けて計測すると，凸部における R 棘は平均 0.67mV（標準偏差 0.02mV），凹部における R 棘は平均 0.63mV（標準偏差 0.04mV）である。すなわち，血圧上昇に伴ない R 棘は漸増的に増高し血圧上昇期後半において最高となるが，血圧下降期に移行すると漸減的に減高し，血圧下降期後半に最低となる。以上の変化が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期的に交代しているわけである。

心電図上の変化を直接呼吸運動の周期性に関連させることは出来ない。すなわち，その潮汐運動の粗密による R-R 時間の変化はみとめられない。R 棘高は潮汐運動の粗なる部分においては平均 0.66mV であり密なる部分においては平均 0.64mV にて差を示す。しかし密なる部分において，同一密度を示しながら，粗なる潮汐運動消退にひきつゞく部分においては R 棘高は平均 0.68mV を示し，粗なる潮汐運動の出現直前においては R 棘高は平均 0.66mV で同じ部分でありながら差を示す。従つて呼吸の潮汐運動の粗密をそのまゝで心電図上の変化に対応させるわけにはいかない。

この実験における特徴ある変化としては，期外収縮の出現がみられた。すなわち，図Ⅴ（B）にみられる如く，記号 1，2，3，5，6，7 の部に期外収縮が出現している。それに対応して煤紙上の血圧曲線の上では著明な下向きの切痕を形造つている。その時期は煤紙上，血圧第三級動揺のいづれも血圧最高値すなわち頂またはその附近前後である。

第３回目の実験成績は図Ⅵ（A），（B）に示す。すなわち，側圧 120mmHg を総頸動脈に負荷し 95mm Hg～166mmHg（波高 71mmHg）の間に動揺する約47秒の周期の周期性血圧第三級動揺の出現がみられた。その形は第１回目，第２回目のそれと異なり，その血圧下降期初期は緩徐な傾斜をもつて下降する。呼吸 pattern に現われる周期性は，第１回目，第２回目より著明で，呼吸水準の動揺と潮汐運動の粗密的要素をもつて周期性の形成が行われている（図Ⅵ（A）参照）。

上記の周期性血圧第三級動揺，呼吸の周期性 pattern に伴なう心電図の変化は図Ⅵ（B）に示した。この場合においては呼吸の潮汐運動に伴なうところの心電図の基線の動揺がみられる。周期性血圧第三級動揺にお

ける血圧上昇期時間は平均15.5秒，下降期時間は平均31秒であり，その間の心搏数はそれぞれ平均41，及び82であり，R-R時間は両者とも平均0.38秒にて差を示さない。R棘は血圧上昇期においては平均 0.62mV（標準偏差 0.06mV）であり，血圧下降期においては平均 0.62mV（標準偏差 0.06mV）にて差を示さない。しかるに図にも明らかの如く，血圧上昇期中央よりR棘は増高し血圧下降期中央よりR棘は減高する。実際に周期性血圧第三級動揺の上に向いて凸部，及び凹部についてはそれぞれ前者においては平均 0.65mV（標準偏差 0.04mV），後者においては平均 0.57mV（標準偏差 0.05mV）である。

呼吸の周期性と心電図上の周期性変化との間に直接の関聯を示すことは出来ないようである。その潮汐運動の粗なる部分は血圧上昇期に，密なる部分は血圧下降期に対応しているが，心電図上R棘増高がみられる凸部においては潮汐運動の粗なる部分と密なる部分が含まれ，その潮汐運動の粗密によるR棘の変化はみられない。また凹部において，密なる潮汐運動を示す部分のR棘は平均 0.57mV であるに比べて，同様の密なる潮汐運動を示しながら凸部における潮汐運動の密なる部分におけるR棘高は 0.65mV と差を示す。勿論遅延と言ふことを考慮に入れれば，周期性現象である以上対応関係は見出されはするが，ともかく直接的な対応関係は呼吸の周期性と周期性血圧第三級動揺との間に認められない。

b）迷走神経切断後の所見（図Ⅶ（A），（B））

上記の実験後迷走神経を頸部において第1～第2頸椎の高さで切断し総頸動脈に側圧 80mmHg を負荷し 70mmHg～130Hg（波高 60mmHg）の血圧変動にて周期約30秒の周期性血圧第三級動揺の出現をみた。呼吸運動においては粗密的要素と振幅の大小的要素をもつて周期性 pattern が形成されている。潮汐運動の粗にて振幅の小なる部分が周期性血圧第三級動揺の頂に対応している。以上の変化に伴ない心電図においては図Ⅶ（B）の如く変化する。その R-R 時間は変化を受けない。R棘高は血圧上昇期においては平均0.66 mV（標準偏差 0.09mV），血圧下降期においては平均 0.64mV（標準偏差 0.06mV）にて血圧上昇期において増高を示す。また上記の如く凸部，及び凹部についてR棘を計測すると，凸部におけるR棘は平均0.68 mV（標準偏差 0.05mV），凹部におけるR棘は平均 0.65mV（標準偏差 0.05mV）であり，凸部においてR棘は増高し，凹部においては減高を示す。迷走神経切断前にみられた期外収縮の出現は切断後みとめられない。すなわち，迷走神経切断後においては，周期性血圧第三級動揺に伴なうR棘高の周期性増減の程度（増高せるR棘高値と減高せるR棘高値との差）が幾分なりと小さくなつている。

以上本実験例においては周期性血圧第三級動揺に伴ないR棘高の周期性増減変動がみられる。すなわち，血圧の上昇に伴ないR棘高は漸次増高し，周期性血圧第三級動揺の頂の部分，またはその附近においてもつとも著明な増高を示し，それ以後は血圧下降に伴ないR棘はふたたび漸次減高に向う。したがつて，血圧上昇期はR棘高は高く，血圧下降期はR棘高は低い。血圧上昇期後半におけるR棘高がもつとも高く，血圧下降期後半におけるR棘高がもつとも低い。したがつて，周期性血圧第三級動揺の凸部におけるR棘高は高く，凹部におけるR棘高は低い。以上の変化が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期性に交代する。また期外収縮が出現し，その出現部位は周期性血圧第三級動揺の頂またはその附近であり，煤紙上血圧曲線にはこの期外収縮に対応して血圧の一時的急激なる下降を示す切痕としてみとめられる。

迷走神経切断後は，切断前における変化と同じ形式をもつて心電図の変化が周期性に交代するが，その程度は幾分抑制される傾向がある。また期外収縮の出現はみられなくなる。

2）実験動物 No.17 における成績（図Ⅷ）

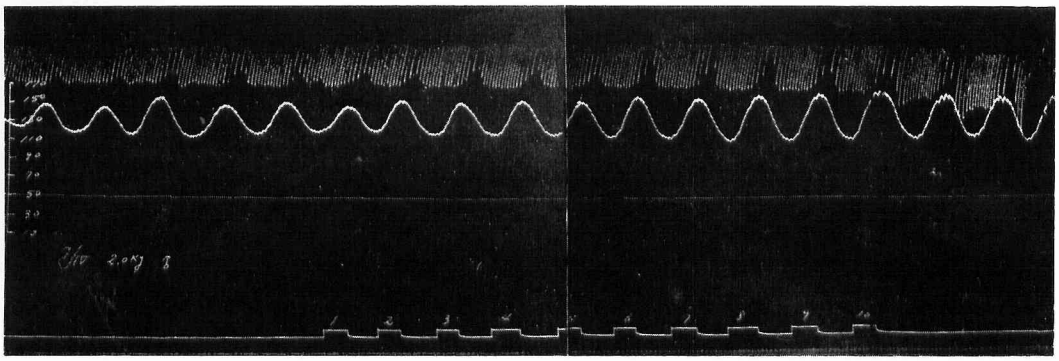
a）迷走神経切断前の所見（図Ⅷ（A），（B））

これは 2.9kg ♀ における実験例である。総頸動脈に側圧 54.5mmHg を負荷し，58mmHg～135mmHg（波高 77mmHg）にて周期約32秒の周期性血圧第三級動揺の出現をみた。呼吸 pattern については，潮汐運動の粗密的要素と振幅の大小的要素をもつての周期性形成が行われており，その粗なる部分及び振幅の小を示す部分が，血圧上昇期に，また密にて振幅の大なる部分が血圧下降期にそれぞれ対応している。

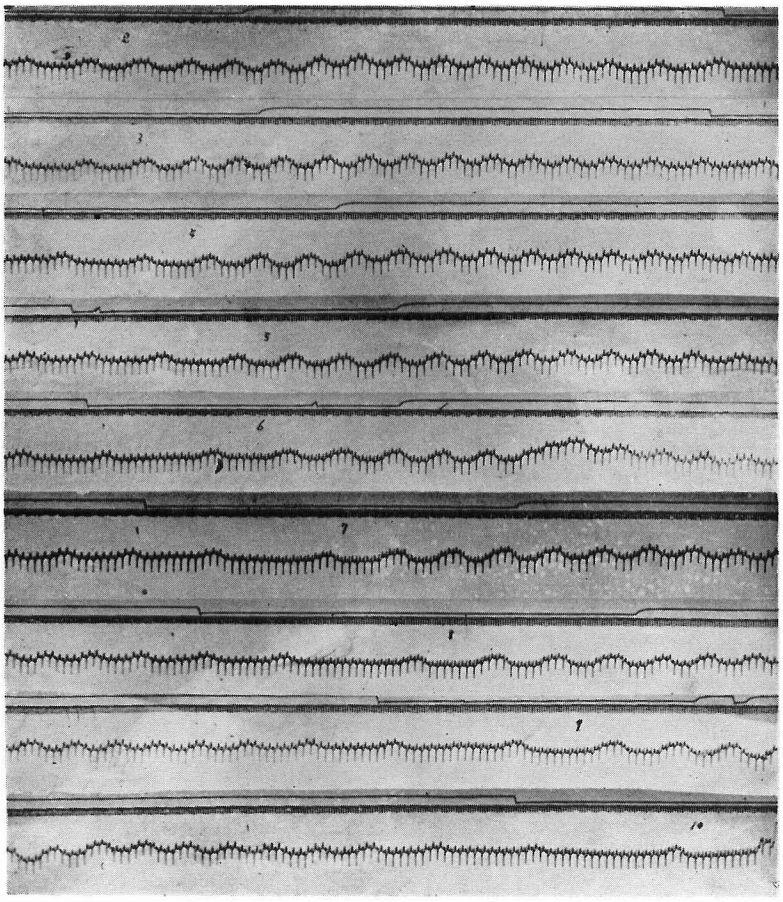
以上の煤紙記録のうえでの変化に対する心電図上の変化は図Ⅷ（B）の如くである。その変化の特徴として挙げられる点は，周期性血圧第三級動揺の頂またはその附近より血圧下降期の中央附近まで持続して R-R 時間の延長（徐脈）がみられる点と，その血圧上昇期に比較的R棘が低く，血圧下降期にR棘の高いことである。周期性血圧第三級動揺の頂またはその附近より血圧下降期中央附近に致る平均9秒間における R-R 時間は平均0.41秒であり，この期間以外における R-R 時間は平均0.35秒にて，平均0.06秒の延長がみられる。R棘高は血圧上昇期においては平均 0.80mV（標準偏差 0.03mV），血圧下降期においては平均 0.85 mV（標準偏差 0.04mV）である。また上記 R-R 時間

図 Ⅱ （実験動物 *No.* 9）

（A）



（B）

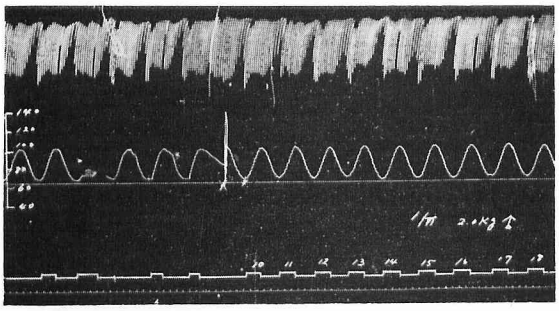


（A） 側圧負荷による血圧，呼吸運動の変化
上より，呼吸，血圧，側圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間3秒）

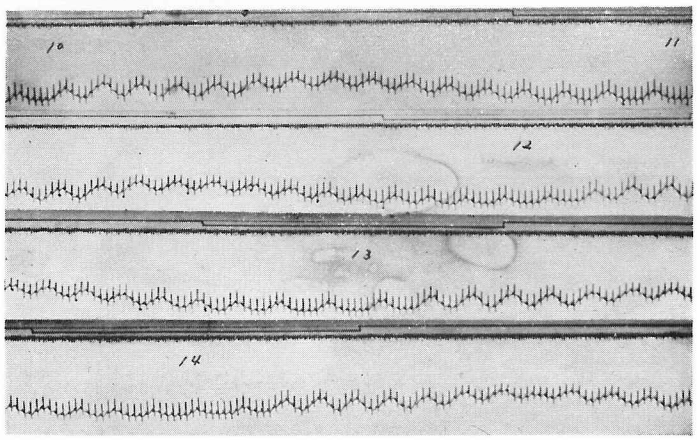
（B） 同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時，記号は煤紙記録の記号と一致する。以下同様），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）

図 Ⅲ （実験動物　No.18）

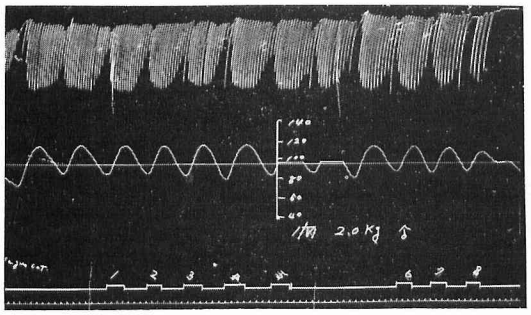
（A）



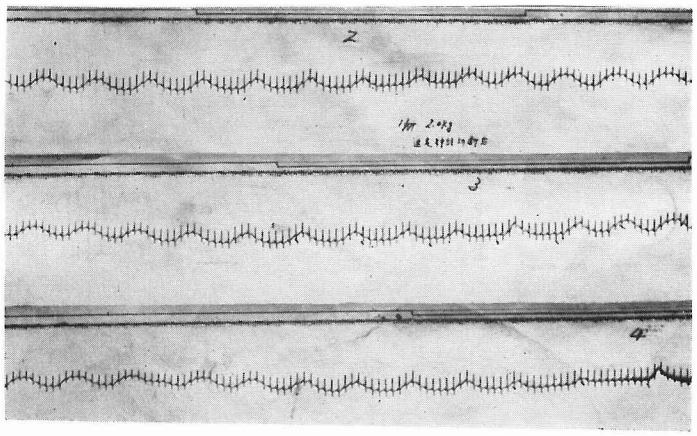
（B）



（C）



（D）



（A） 迷走神経切断前の側圧負荷による，呼吸運動．血圧の変化
上より．呼吸運動（上が呼出側）．血圧，側圧，シグナル（血圧上昇期，下向期を示す），時標（1区間6秒）

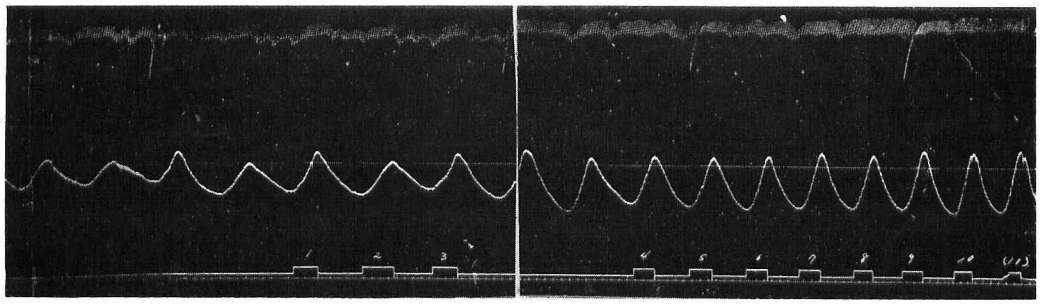
（B） 同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標(0.1秒)，心電図（第Ⅱ誘導）

（C） 迷走神経切断後の血圧負荷実験による，血圧，呼吸運動の変化
上より，呼吸運動（上が呼出側）．側圧，血圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）

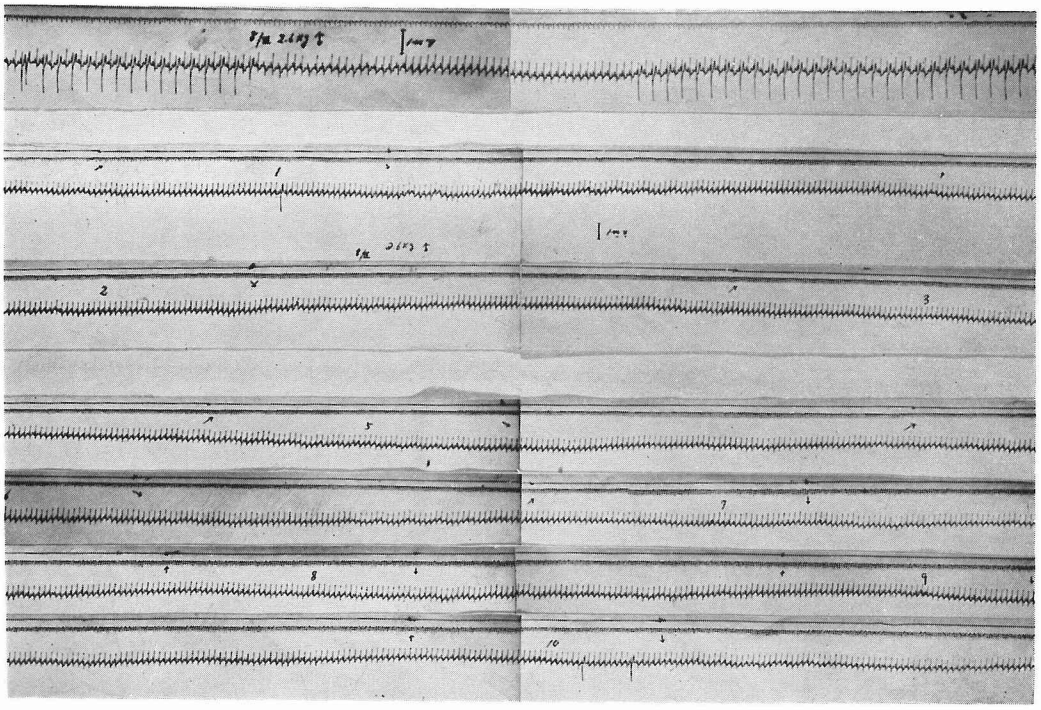
（D） 同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標(0.1秒)，心電図（第Ⅱ誘導）

図 Ⅳ （実験動物　No.16）

（A）



（B）



（A） 血圧負荷による呼吸運動，血圧の変化
上より，呼吸運動（上が呼出側），側圧，血圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）

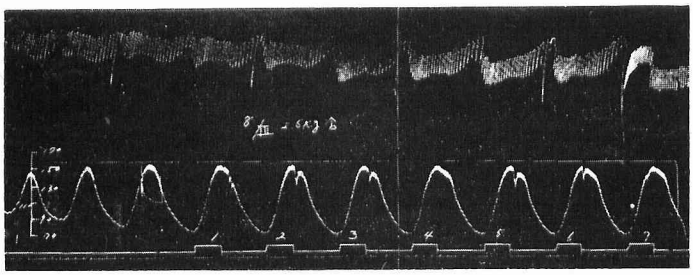
（B） 同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）
第1段は記号1より前え3番目，4番目に出現した周期性血圧第三級変動に伴う心電図所見

延長を示す部分における平均R棘高は0.85mV（標準偏差0.08mV）で，その他の期間におけるR棘高より増高している。さらに，心電図基線が呼吸潮汐運動による動揺以外に周期性血圧第三級動揺に伴ない大きく動揺している。血圧上昇に伴ない心電図基線は下降し，血圧上昇期後半頂に近い部分から上昇に向い，血圧下降期後半谷に近い部分よりふたたび下降する。そして若干の位相のずれはあるが，この心電図基線動揺の谷は血圧上昇期の頂に近い部分に，また心電図基線動揺の頂は血圧下降期の谷に近い部分にそれぞれ対応している。

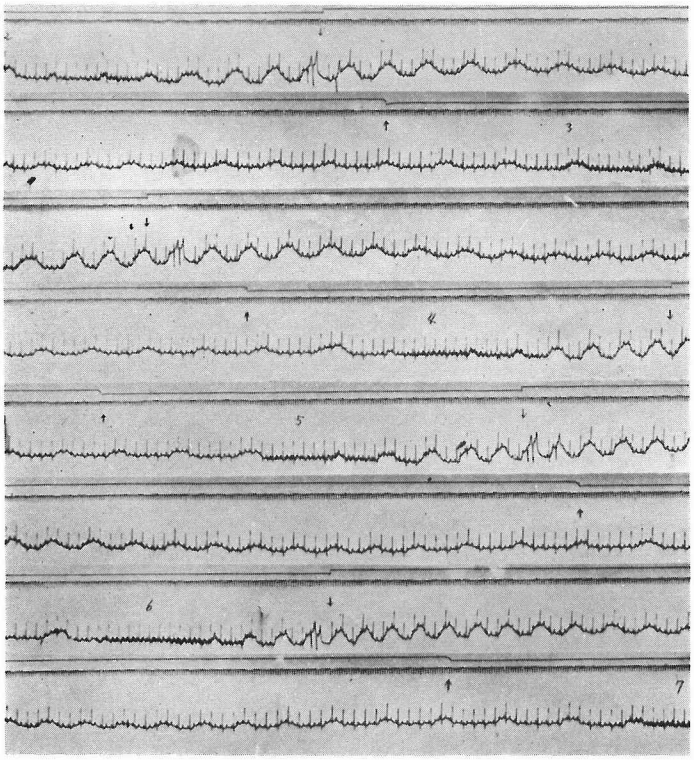
なお，上記の R–R 時間の延長を示す期間において

図 V （実験動物　No.16）

（A）



（B）



（A） 実験動物 No.16における第2回の血圧負荷実験における血圧，呼吸運動の変化
上より，呼吸運動（上が呼出側），側圧，血圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す）時標（1区間6）

（B） 秒同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）

は，P棘が減高または不鮮明となりT棘の若干の増高がみられる。しかしこのP棘，T棘の変化は不安定である。

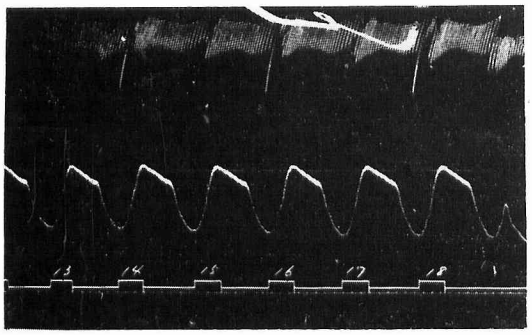
以上の心電図上の変化が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期的に交代する。

b） 迷走神経切断後の所見 （図Ⅷ（C），（D））

上記実験後，迷走神経を頸部において第1～第2頸椎の高さで切断し，総頸動脈に側圧 49mmHg を負荷し，28mmHg～54mmHg（波高 26mmHg）にて周期約36秒の周期性血圧第三級動揺の出現をみた。呼吸の pattern においては，粗密的要素をもつて周期性を形成され，その粗なる部分は極端化され，無呼吸の部分

図 Ⅵ （実験動物　*No.*16）

（A）



（A）　実験動物 *No.*16における第3回目の側圧負荷実験による，血圧，呼吸運動の変化
上より，呼吸運動，側圧，血圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）

（B）　同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）

（B）

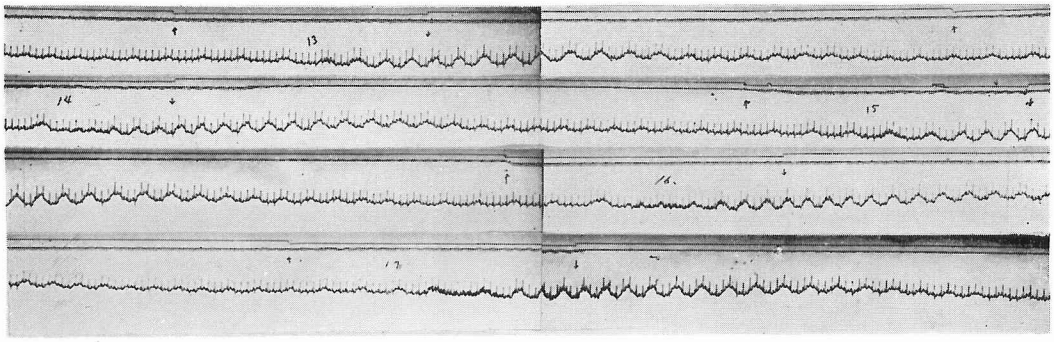
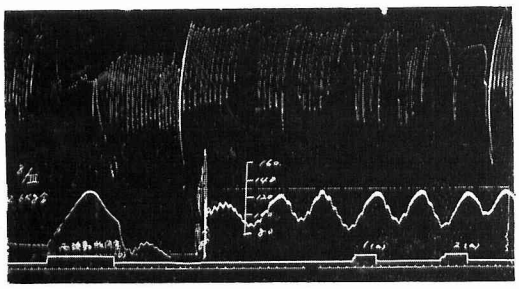


図 Ⅶ （実験動物　*No.*16）

（A）



（A）　迷走神経切断後，側圧負荷による血圧，呼吸運動の変化
上より，呼吸運動，側圧，血圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）

（B）　同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）

（B）

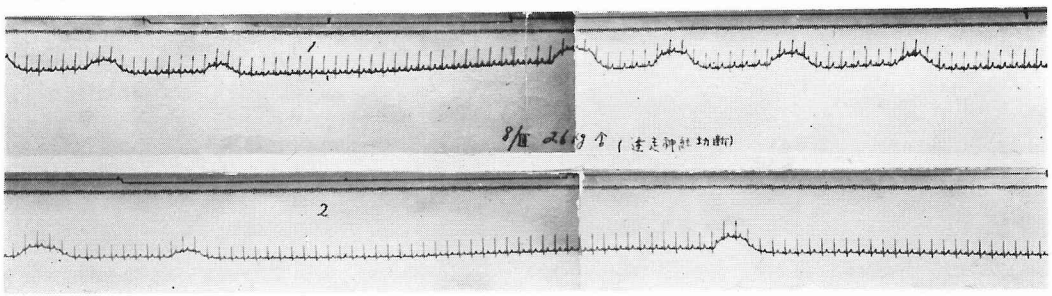
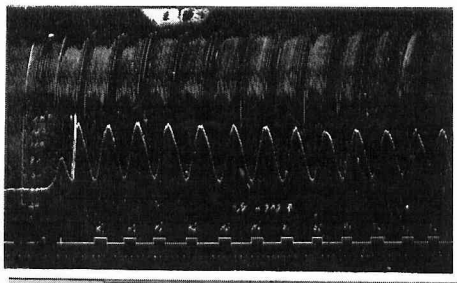
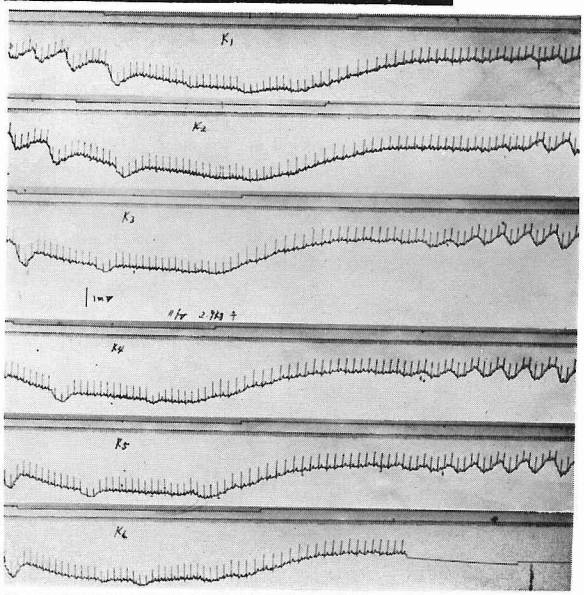


図 VIII（実験動物　No.17）

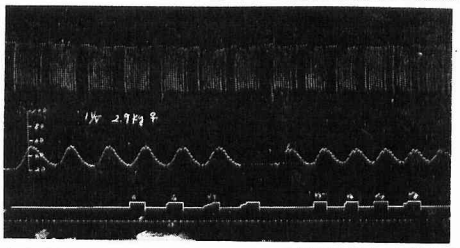
（A）



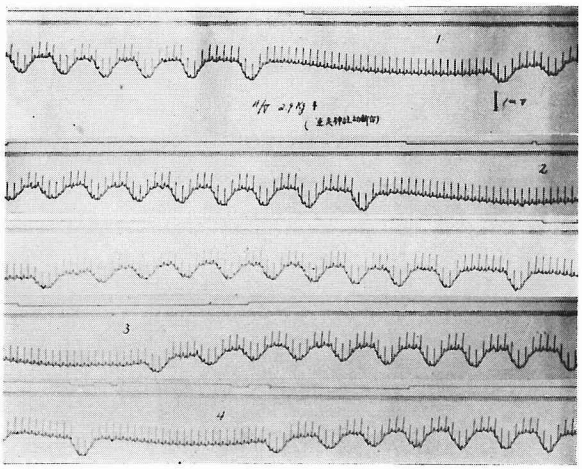
（B）



（C）



（D）



（A）迷走神経切断前の側圧負荷実験における血圧，呼吸運動の変化
上より，呼吸運動（上が呼出側），血圧，側圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）

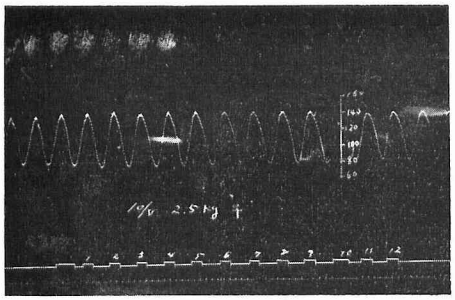
（B）同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）

（C）迷走神経切断後の側圧負荷実験による呼吸運動，血圧の変化
上より，呼吸運動（上が呼出側），血圧，側圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）

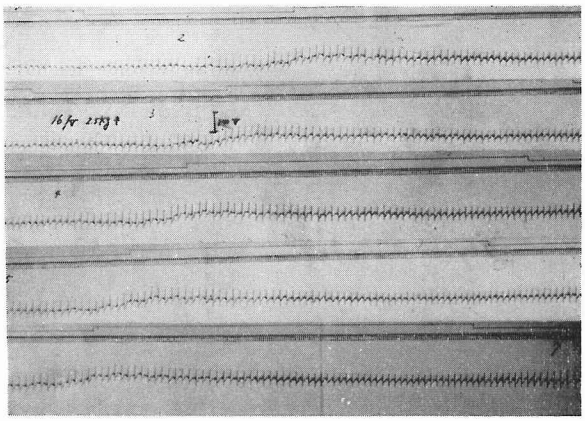
（D）同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）

図Ⅸ（実験動物　No.19）

（A）



（B）

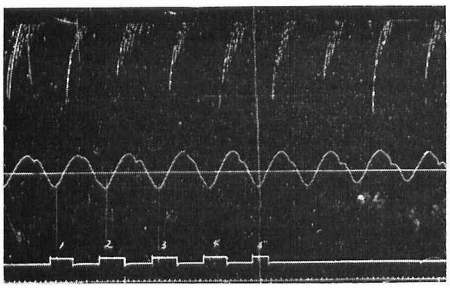


（A）　側圧負荷による呼吸運動，血圧の変化
上より，呼吸運動（上が呼出側），血圧，側圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）

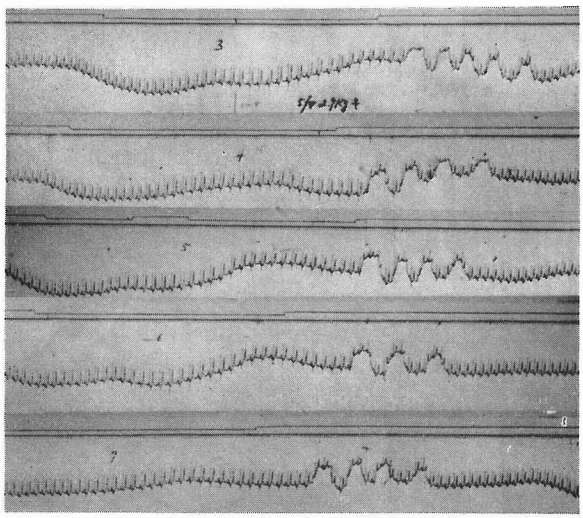
（B）　同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）

図Ⅹ（実験動物　No. 7）

（A）



（B）

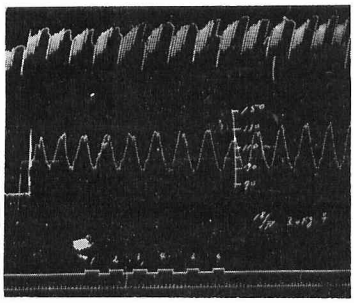


（A）　側圧負荷による呼吸運動，血圧の変化
上より，呼吸運動（上が呼出側），血圧，側圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）

（B）　同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同時），時標（0.1秒），心電図（第Ⅱ誘導）

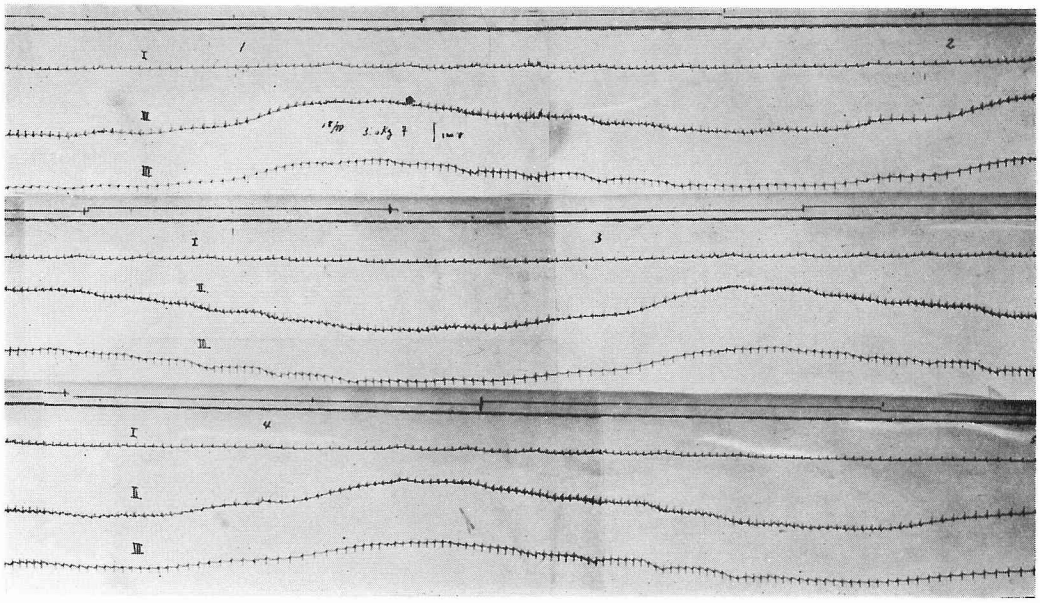
図Ⅺ（実験動物　*No.*24）

（A）



（A）　側圧負荷による呼吸運動，血圧の変化
上より呼吸運動（上が呼出側），血圧，側圧，シグナル（血圧上昇期，下降期を示す），時標（1区間6秒）
（B）　同上に伴なう心電図の変化
上より，シグナル（煤紙記録と同上），時標（0.1秒），心電図（上より第Ⅰ，第Ⅱ，第Ⅲ誘導）

（B）



を含む。そしてその粗なる部分は周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期に，密なる部分は血圧下降期にそれぞれ対応している。

以上の煤紙上の変化に伴なう心電図上の所見は図Ⅷ（D）の如くである。呼吸の潮汐運動による基線の動揺，及び周期性血圧第三級動揺による基線の動揺以外，迷走神経切断前にみられた変化は全て消失する。すなわち，R-R時間は全経過を通じて一様に0.4秒であり，R棘高もまた一様に0.9mVであり，P棘，T棘の変化はみられない。また周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図基線の動揺は迷走神経切断前のそれと同じ形式で行われるが，その動揺の程度は抑制されている。おそらく周期性血圧第三級動揺の波高と関係があるのであろう。

3）　実験動物 *No.*19における成績
（図Ⅺ（A），（B））

これは2.5kg ♀ における実験例である。総頸動脈に側圧120mmHgを負荷し，80mmHg～145mmHg（波高65mmHg）にて約26秒の周期を有する周期性血圧第三級動揺の出現をみた。呼吸のpatternは，呼吸水準の動揺と粗密的要素と振幅の大小的要素をもつて周期性の形成が行われている。その呼吸水準の頂（呼吸潮汐運動の呼出側に片寄つて行われるもの），呼吸の潮汐運動の粗，及びその振幅の小なる部が周期性血圧第三級動揺の頂に対応している。一方その呼吸水準の谷（呼吸潮汐運動が吸入側に片寄つて行われるもの），呼吸の潮汐運動の密，及び振幅の大なる部分が周期性圧血第三級動揺の谷に対応している。

以上の煤紙記録上の変化に対する心電図上の所見は図X（B）にかゝげる。周期性血圧第三級動揺に伴ない，心電図基線はゆるやかな動揺がみられる。すなわち，周期性血圧第三級動揺の頂を中心としてその前後の短期間に対応して心電図基線は上昇し，それ以後の血圧下降期及び後続する血圧上昇の頂に近い部分に至る長い期間に対応して心電図基線はゆるやかに下降する。周期性血圧第三級動揺における血圧上昇期後半より，血圧下降期前半にわたる期間に対応して心電図上R-R時間の延長がみられる。周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期中央より頂を経て血圧下降期中央に至る凸部と，血圧下降期中央より谷を経て後続する血圧上昇期中央に至る凹に分けて計測すると，凸部の平均時間は13.2秒，凹部の平均時間は13.3秒にて，この間の心搏数は前者平均39，後者平均46であり，R-R時間は前者平均0.34秒，後者平均0.29秒である。以上の区分間のRR時間の差は0.05秒である。R棘は血圧上昇期において平均 0.76mV（標準偏差 0.08mV），血圧下降期において平均 0.68mV（標準偏差 0.08mV）である。また上記の如く，凸部，凹部についてR棘を計測すると凸部においては平均 0.79mV（標準偏差 0.06 mV），凹部においては平均 0.62mV（標準偏差 0.06 mV）である。すなわち，R棘は血圧上昇に伴ない増高し，その血圧上昇期末期または頂附近においてもつとも著明に増高し，以後血圧下降期を漸減的に減高する。なお，R-R時間の延長，R棘の増高とともに血圧上昇期後半より血圧下降期前半にわたり，P棘の減高，及びT棘の若干の増高がみられる。

以上本実験においては，周期性血圧第三級動揺に伴ない，その血圧上昇とともにR棘の増高を示し，ついでR-R時間の延長がみられ，上昇期末期またはその頂附近においてR棘増高，R-R時間延長が最も著明となり，同時にP棘減高，T棘増高が加えられる。それとともに心電図基線が上昇する。血圧第三級動揺の頂，または血圧下降期初期までかゝる変化が持続するが，心電図基線はゆるやかに以後下降し，R棘は減高に向い，R-R時間は短縮し，P棘，T棘の変化は消失して行く。以上の変化が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期性に交代する。

4）実験動物における *No.* 7 成績（図X）

これは 2.9kg ♀ における実験例であり，2回の側圧負荷実験を行つた。

第1回目においては総頸動脈に側圧 82mmHg を負荷し，65mmHg～105mmHg（波高 45mmHg）にて周期24秒の周期性血圧第三級動揺の出現をみた。呼吸運動の pattern は潮汐運動の粗密的要素をもつて周期性形成が行われており，その粗なる部分が周期性血圧第三級動揺の頂に，その密なる部分が，その谷にそれぞれ対応している。以上に伴なう心電図上の変化としては周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図基線の動揺以外は特に著明なものは認められない。

ついで2回目の側圧負荷実験を行つた成績は図X（A），（B）にかゝげる。この場合は総頸動脈に側圧 100mmHg を負荷し，70mmHg～110mmHg（波高40 mmHg）にて平均28秒の周期の周期性血圧第三級動揺の出現をみた。呼吸運動の pattern は図にみられる如く，無呼吸期と，呼吸期が交代する所謂 Cheyne-Stokes 呼吸が出現している。その呼吸期には振幅的要素がみられ，その呼吸期は周期性血圧第三級動揺の頂または血圧下降期初期に対応している。呼吸期は平均6秒にてその間に3回乃至4回の呼吸潮汐運動がみられる。すなわち，周期性血圧第三級動揺において，血圧が頂に達し，または血圧が下降に伴う時期にあたつて，呼吸運動が急激に再開するが，血圧下降に伴ないふたたび呼吸運動は停止する。以後血圧下降期ついで谷ならびにそれに後続する周期性血圧第三級動揺の上昇期にわたり無呼吸期が出現する。

以上の煤紙記録上の変化に伴う心電図の変化を図X（B）に示す。この心電図上の著しい特徴としては基線の動揺であり，それに2種類あり，1つは呼吸の潮汐運動に伴なうもの他の1つは周期性血圧第三級動揺の上昇期に対応して心電図基線は上昇し，その血圧下降期に対応して心電図基線は下降する。この心電図基線の上下動揺が周期性に交代する。周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期時間は平均12秒であり，血圧下降期時間は平均16秒にて，その間の心搏数は前者平均24，後者平均42にて R-R 時間は前者平均 0.5 秒，後者平均 0.38秒にて，血圧上昇期に R-R 時間が延長を示す。R棘は血圧上昇期においては平均 0.71mV（標準偏差 0.06mV），血圧下降期においては平均 0.67mV（標準偏差 0.04mV）にて血圧上昇期においてR棘は増高を示している。さらに，このR棘増高，R-R時間の延長は，血圧上昇期において，頂に近い $^1/_3$ の期間においてもつとも著明であり，R-R時間は平均0.48秒，R棘高は平均 0.72mV（標準偏差 0.07mV）である。また，R棘高の減高，R-R時間の短縮は血圧下降期の谷に近い $^1/_3$ においても著明でR棘高平均 0.63mV（標準偏差 0.03mV），R-R 時間は平均0.36秒である。

また上記のR棘の増高に伴なつてT棘の増高がみられ，その減高に伴なつてT棘の減高がみられる。

以上本実験においては周期性血圧第三級動揺に伴ない，呼吸運動の pattern はその血圧下降期初期に呼吸

期が爾余の期間に無呼吸期が対応する周期性のCheyne-Stokes 呼吸 pattern が出現する。心電図上は周期性血圧第三級動揺の血圧上昇に伴ない，無呼吸期をR棘増高と R-R 時間の延長が進行性に行われ，その血圧上昇期末期にもつとも著明となる。ついで周期性血圧第三級動揺の頂を過ぎ血圧下降期に移行すると急激に呼吸運動が再開される。それに対して心電図上にはR棘高の減高傾向，R-R時間の短縮傾向を示し血圧下降とともに呼吸運動はふたたび停止し無呼吸期に移行する。それに応じて心電図においてはR棘高の減高傾向，R-R時間短縮傾向が進行性に行われ　血圧下降期末期においてもつとも著明となる。以上の変化が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期性に変動している。またT棘は，R棘の変化に随伴して増減変動が行われる傾向がみられる。

5）実験動物 *No.*24 における成績　（図Ⅵ）

これは，3.0kg ♀ における実験例である。心電図記録は第Ⅰ，第Ⅱ，第Ⅲ誘導の同時記録を行つた。

総頸動脈に側圧 120mmHg を負荷し，90mmHg～130mmHg（波高 40mmHg）にて平均36.8秒の周期の周期性血圧第三級動揺の出現をみた。呼吸運動のpatternは呼吸水準の動揺と無呼吸期と呼吸期の交代をもつて周期形成が行われている。その呼吸水準の頂（呼吸潮汐運動の呼出側に片寄つて行われる部分），及び無呼吸期が周期性血圧第三級動揺の頂，及び血圧上昇期に対応している。一方呼吸水準の谷（呼吸潮汐運動の吸入側に片寄つて行われる部分），及び呼吸期が周期性血圧第三級動揺の谷，及び血圧下降期に対応している。

以上の煤紙記録のうえの変化に伴なう心電図上の変化は図Ⅵ（B）に示す。その心電図基線は第Ⅱ，第Ⅲ誘導において周期性血圧第三級動揺に伴ない上下に動揺している。その心電図基線動揺の頂は周期性血圧第三級動揺の頂に，また心電図基線動揺の谷は周期性血圧第三級動揺の谷にそれぞれ対応している。周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期時間は平均20 5秒，血圧下降期時間は平均16秒にて，その間における心搏数は前者平均40，後者平均40であり，R-R 時間は前者平均0.51秒，後者平均0.40秒であり，血圧上昇期に R-R 時間の延長が認められる。また，この R-R 時間延長は血圧上昇期中央附近においてもつとも著明にて，その最大 R-R 時間は平均 0.7 秒に達する。また，R-R 時間の最短は血圧下降期の谷に近い $^1/_8$ の時期にあり平均0.39秒である。心電図基線は周期性血圧第三級動揺に伴ない上下に著しく動揺するが，その極度に達したる部分（心電図基線動揺の頂，及びその前後附近）においてはR棘の記録にあたつて，心電図記録ペンの可動範囲をこえるためR棘の真の棘高が記録されず上端が切りつめられて記録されていることを考慮に入れなければならない。そのため，R棘の観察にあたつては，このR棘高の不確実なる部分を除外した血圧上昇期，及び血圧下降期を比較する。血圧上昇期の谷に近い $^2/_8$ の期間におけるR棘高は，第Ⅱ誘導において平均 0.28mV（標準偏差 0.05mV），第Ⅲ誘導においては平均 0.24mV（標準偏差 0.02mV）である。これに対して血圧下降期の谷に近い $^2/_8$ の期間におけるR棘高は，第Ⅱ誘導において平均 0.26mV（標準偏差 0 05 mV），第Ⅲ誘導においては平均 0.22mV（標準偏差 0.04mV）であり，血圧上昇期においてその第Ⅱ，第Ⅲ誘導のR棘高は増高し，血圧下降期において減高する。第Ⅰ誘導においては周期性血圧第三級動揺の頂附近においてわずかに呼吸潮汐運動による基線の動揺がみられる以外，全般に平坦に記録され，第Ⅱ，第Ⅲ誘導においてみられる周期線血圧第三級動揺にもとずく基線の動揺はみとめられない。またR棘は周期性血圧第三級動揺に左右されることなく一様に 0.15mV で変化を示さない。

以上本実験においては周期性血圧第三級動揺に伴ない血圧上昇期に R-R 時間の延長傾向を示し，第Ⅱ，第Ⅲ誘導において基線が上に向い動揺する。R-R時間延長は血圧上昇期中頃においてもつとも著明となり以後ふたたび短縮傾向を示し，周期性血圧第三級動揺の頂に近い部分から第Ⅱ　第Ⅲ誘導における基線は下に向つて動揺しはじめ頂を経て血圧下降期に移行し，R-R時間は血圧下降とともに R-R 時間は短縮し，血圧下降期末期にもつとも R-R 時間は短縮する。R棘は第Ⅱ，第Ⅲ誘導において，その血圧上昇期に増高し，その血圧下降期において減高を示す。

以上の変化が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期性に交代する。しかし第Ⅰ誘導においては，周期性血圧第三級変動にともなう心電図基線の動揺はみられず平坦に記録され，また上記のR棘も変化を示さず一様に同じR棘高を維持し増減することはない。

C）周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図上の諸変化

以上述べた如く，周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図上の変化は僅少であり，その変化自身も個体による差異が大きい。しかし，先に述べた各実験例の如く，あるものにおいては若干の変化がみられ，その変化には一つの共通な傾向が観取された，その変化はR-R時間の延長，R棘高の変化，期外収縮の出現，及

びP棘，T棘の不安定なる変化である。全実験例21例中，この3変化のいずれか一つの変化がみられものは9例であり，R棘高の変化を示すもの8例，R-R時間の変化を示すものは4例，期外収縮の出現をみるものは3例であり，P棘，T棘の変化を示すもの3例であつた。R-R時間の変化を示すものは同時にR棘高の変化を示す。これ等の点につき各個体における計測値は第Ⅰ表，第Ⅱ表に示す。以下各変化につき述べる。

1) R棘高の増減変化

全実験例21のうち，その8例が周期性血圧第三級動揺に伴ない周期性にR棘高の増減変動がみられた。このうち4例は同時にR-R時間の増減変動をみとめた。このR棘の増減変動は，実験動物番号No.24にみられる如く，その第II，第III誘導においてみられ，第Ⅰ誘導においてはみられない。一般にR棘増減の様相は周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期にその増高を，血圧下降期にその減高を周期性に行う。しかしながらその増減変動は劃然と転替することなく，増高より減高，減高より増高が徐々に行われる。その増高傾向より減高傾向に移行する境界点（増高の極大），及び減高傾向より増高傾向に移行する境界点（減高の極小）は各個体により異なるが，一般に次のようである。血圧上昇に伴ないすでに血圧上昇期前半においてR棘高の増高がみとめられるが，血圧上昇期後半に至りR棘増高傾向が著明となり進行性にR棘は増高し，周期性血圧第三級動揺の頂またはその前後において減高傾向を示しはじめる。以後血圧の下降に伴ないR棘は減高するが血圧下降期後半は，その減高傾向を停止し若干増高を示し以後一定のR棘高値を示して血圧上昇期に移行する。しかし，図Ⅹ（B）の如く，血圧上昇とともにR棘増高を示し，血圧上昇期を通じて進行性に行われ，R棘高の減高は周期性血圧第三級動揺の頂より

第Ⅰ表　　血圧第三級変動に伴う心電図計測値　(1)

実験動物番号	血圧上昇期					血圧下降期				
	血圧上昇継続期間(秒)	心搏数(計測した各周期の平均)	心電図計測値 平均R－R時間(秒)	心電図計測値 平均R電圧	心電図計測値 期外収縮	血圧下降継続期間(秒)	心搏数(計測した各周期の平均)	心電図計測値 平均R－R時間(秒)	心電図計測値 平均R電圧	心電図計測値 期外収縮
1	18.1	68.0	0.27	0.35	(－)	12.6	47.0	0.27	0.35	(－)
2	12.7	49.1	0.26	0.45	4	11.5	47.5	0.26	0.45	15
3	8.7	38.6	0.21	0.10	(－)	6.7	30.8	0.21	0.10	(－)
4	20.6	54.0	0.38	0.50	(－)	11.7	30.9	0.38	0.50	(－)
5	19.1	55.1	0.35	0.80	(－)	16.5	47.2	0.35	1.00	(－)
	12.8	44.7	0.29	0.70	(－)	13.1	45.3	0.29	0.70	(－)
6	16.9	57.7	0.19	0.20	(－)	17.4	59.3	0.29	0.20	(－)
8	15.0	83.8	0.19	0.20	(－)	16.16	90.7	0.19	0.20	(－)
9	6.25	29.2	0.21	0.60	(－)	10.3	46.9	0.21	0.60	(－)
10	11.3	56.8	0.20	0.30	(－)	23.8	99.3	0.20	0.30	(－)
11	9.5	46.0	0.21	0.20	(－)	6.9	33.0	0.21	0.20	(－)
12	16.5	98.2	0.17	0.20	(－)	14.0	83.0	0.17	0.20	(－)
13	12.0	33.0	0.36	0.20	(－)	12.0	33.0	0.36	0.20	(－)
14	7.7	36.7	0.21	0.50	(－)	7.6	36.7	0.21	0.50	(－)
15	17.0	55.8	0.30	0.20	(－)	16.8	55.6	0.30	0.20	(－)
20	16.5	59.0	0.28	0.65	(－)	16.5	59.0	0.28	0.61	(－)

※ 1) 血圧上昇部とは血圧が上昇しはじめて血圧が最高値に達するまで（血圧第三級変動の一周期の谷から頂まで）

2) 血圧下降部とは血圧が最高部より下降しはじめ最低値に達するまで（血圧第三級変動の一周期の頂から谷まで）

3) 期外収縮：(－) は出現しなかつた事を示す　数字は出現した全数

第Ⅱ表　　血圧第三級変動に伴う心電図計測値　(2)

実験動物番号	計測期間の別	血圧上昇期時間又は血圧凸部期時間	心搏数（計測した各周期の平均）	心電図計測値 平均R－R時間（秒）	平均R電圧	期外収縮	計測期間の別	血圧下降期時間又は血圧凹部期時間	心搏数（計測した各周期の平均）	心電図計測値 平均R－R時間（秒）	平均R電圧	期外収縮
16	㊤	15.5	51	0 30	0.50	1	㊦	23.0	75	0.30	0.50	3
	㊤	15.5	41	0.38	0.62	(－)	㊦	31.0	80	0.38	0.62	(－)
	凸	23.0	60	0.38	0.65	(－)	凹	23.0	60	0.38	0.57	(－)
	㊤	18.0	40	0.45	0.66	1	㊦	33.5	72	0.45	0.62	5
	凸	26.0	58	0.45	0.64	6	凹	26.0	57	0.45	0.61	(－)
	△㊤	17.0	34	0.50	0.65	(－)	㊦	15.0	30	0.50	0.65	(－)
	凸	16.0	32	0.50	0.69	(－)	凹	16.0	30	0.50	0.65	(－)
17	㊤	12.0	35	0.34	0.70	(－)	㊦	20.0	55	0.36	0.70	(－)
	凸	16.0	40	0.40	0.70	(－)	凹	16.0	49	0.32	0.70	(－)
18	㊤	14.0	49	0.28	0.48	(－)	㊦	16.0	56	0.28	0.48	(－)
	凸	15.0	54	0.28	0.48	(－)	凹	15.0	54	0.28	0.48	(－)
	△㊤	18.0	63	0.28	0.46	(－)	㊦	24.0	84	0.28	0.46	(－)
19	㊤	13.0	40	0.32	0.40	(－)	㊦	13.0	45	0.29	0.30	(－)
	凸	13.5	42	0.32	0.40	(－)	凹	13.5	46	0.29	0.30	(－)
8	㊤	12.0	26	0.46	0.71	(－)	㊦	16.0	42	0.38	0.67	(－)
	※½㊤	4.8	10	0.48	0.72	(－)	½㊦	5.6	16	0.36	0.63	(－)
24	㊤	20.8	42	0.49		6	㊦	16.0	40.3	0.39		5
	凸	18.4	42	0.44		9	凹	18.4	38	0.49		2

（1）　上昇部とは血圧が上昇し最高部に達する迄（血圧第三級変動の一周期の谷から頂まで）
（2）　下降部とは血圧が最高部より下降最低に達する迄（　〃　の頂から谷まで）
（3）　凸部とは血圧上昇部の中央から血圧下降部中央迄（血圧第三級変動の一周期の血圧最高部を含む山型の部）
（4）　凹部とは血圧下降部の中央から血圧上昇部の中央迄（血圧第三級変動の一周期の血圧最低部を含む谷型の部）
（5）　㊤とは上昇期、㊦とは下降期の意味
（6）　凸とは凸部、凹とは凹部の意味
（7）　(－) とは期外収縮の出現のない事を意味する　期外収縮の欄の数字はその期間出現した期外収縮の数
※　No.8 1/8上・下は上昇部后半½の期間と下降部后半½の期間との比較
△　は迷走神経切断実験例

谷まで血圧下降期を通じて進行性に行うものもあつた。しかし，以上の変化は第II誘導，第III誘導にみられるもので，実験動物No.24（図XI）の如く，その第I誘導においてはR棘に変化はみられない。

また，迷走神経切断によりR棘高の増減変動は抑制を受け，殊にその増高傾向が迷走神経の影響を受けていることを示す。

2）R-R 時間の変化

周期性血圧第三級動揺に伴ない，心電図上 R-R 時間の延長が周期性に出現するものは全実験21例のうち4例であり，この4例は同時にR棘高の増減変動を伴ない，R-R 時間延長のみが出現するものはみられない。その R-R 時間延長を示す周期性血圧第三級動揺上の時期は個体により幾分の差異がみられるが，一般に血圧上昇期中央附近，またはその頂に近い 1/8 の時点附近より R-R 時間は延長を示し，頂を過ぎ血圧下

降期の頂に近い $^1/_3$ の時点附近まで持続する。一般に言つて，R棘高の増高より遅延して R-R 時間延長が出現し，R棘高の増高傾向が減高傾向に移行する時点よりおくれて R-R 時間延長は消失する。この R-R 時間延長は迷走神経切断により完全に消失する。

3) 期外収縮の出現

期外収縮の出現は全実験21例のうち3例にみられた。この期外収縮は恒常的でなく，また非周期的でその出現時期も一定しない。実験動物 *No.*16（図Ⅲ(B) 最上段）の如く，周期性血圧第三級動揺に伴ない，その血圧下降期に対応して，永続しないが周期的に一定時間持続して期外収縮の出現がみられた。一般に期外収縮は周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期においても，血圧下降期においても，その頂に近い部分に出現する傾向にある。また実験動物 *No.*2 においては，R--R 時間，R棘に変化なく期外収縮のみ出現し，また実験動物 *No.*16 において R-R 時間，R棘に変化なき時期において期外収縮の出現がみられる。このことは期外収縮が，R-R 時間　R棘の変化に関係なく単独に出現し得ることを示す。期外収縮に対応して周期性血圧第三級動揺の血圧曲線上急激な血圧下降がみられる。

4) P棘，T棘の変化

図Ⅷ(B)，図Ⅸ(B)，図Ⅹ(B)，にみられるごとく，血圧上昇期において，その後半期または血圧下降期前半にわたり，P棘の減高，T棘の増高がみられる。しかしこれらの変化は，R-R 時間延長，R棘の増高よりその出現がおくれ，またその消退は R-R 時間短縮，R棘減高より早い。

論　議

血圧が心臓搏動，ならびに呼吸運動に応じて動揺する以外に，さらに大きな周期をもつて動揺することは古から知られている。福田④は，心搏動に伴なうものを第一級の血圧動揺，呼吸運動に伴なうものを第二級の血圧動揺，それ以外の，前二者の動揺をのせて，さらに大きな周期の血圧動揺を総括して，血圧第三級動揺と呼称している。しかして，かゝる血圧第三級動揺のなかには，Traube⑤-Hering⑥の波，Mayer⑦の波，Roy⑧の波，Wilson⑨，Guyton⑩の呼称する Vasomotor Waves，Barcroft & Nishimaru⑪の Splenic Waves 等の多くのものが属している。またその催起方法についても，Tranbe，Hering の人工呼吸下クラーレ注射を行つて得たもの⑤⑥，福田・加藤のウレタン麻酔のみにて出現をみたもの，⑫福田⑬等の迷走神経切断端中枢端の刺激によつて出現したもの，Cushing⑭による蜘蛛下腔内の Ringer 氏液圧入により出現をみたもの，津屋⑮の間脳部その他のX線照射により出現をみたもの等多くの業績が報告されている。しかして，これら多くの研究者により観察されたこれらの血圧動揺波は必ずしもその発現様式は一致せず，その異同性，発現機序に関しては多くの論議がなされ，その見解は一致しない。

本論文においては，福田の命名④，ならびに分類に従つた。しかして，かゝる周期性血圧第三級動揺に関して論述を行う場合においては，上記の如く，その催起方法により，周期性血圧第三級動揺の発現様式を異にすることから，その催起方法を限定し論ずべきであろう。かゝる意味から，本論文においても以下述べるところのものは，宮川により提起された総頸動脈に対する側圧負荷により惹起される周期性血圧第三級動揺についてである。

しかして，上記の宮川の方法により惹起される周期性血圧第三級動揺は，宮川の述べる如く，脳血流が間歇的に行はれることによつて出現するものである。その間歇的血流は，この場合，脳えの血流をつかさどつている唯一の血管である一側の総頸動脈に対する脳血流制御と，循環中枢の自己調整的な性質により生ずるものである。この血圧動揺にもとずいて，脳え不充分ながら血液の間歇的補給が行われ動物の生命が維持されていると言うことが出来る。

しかして，周期性血圧第三級動揺の発現機序に充分なる説明が困難であるにしても，ともかく，血圧にある一聯の変化が起ると言うことは，何等かの原因により血圧生成の諸部分に変化が起ることが予想される。すなわち，心臓のポンプとしての作用，末梢血管の抵抗，そしてこの場合問題にならないであろうが，血液粘性に何等かの変化が生ずることが予想される。しかして著者は，かゝる場合の心臓の活動の一側面を心電図上にとらえ観察した。

しかして，総頸動脈に対して上記の如き側圧負荷を行つた場合，側圧が総頸動脈内圧を凌ぐときは，総頸動脈は完全に圧迫される。かゝるときは，脳えの血流は杜絶し，前論文における脳血行遮断実験におけると同じ状況となる。また逆に体血圧の上昇により，総頸動脈内圧が側圧を凌ぐときは，脳血行は再開され，血液はふたたび脳内に流入する。従つて，かゝる操作によつて生ずる周期性血圧第三級動揺出現時における心電図の解析にあたつては，脳血行遮断時における心電図の所見が何かと参照となる。

しかして，かゝる同期性血圧第三級動揺の出現時に

おける心電図所見につき考察する場合，つぎの事柄につき考慮さるべきであろう。すなわち，上記の如く，総頸動脈に対して側圧負荷を行う場合，脳えは間歇的な血流が行われている。この脳えの間歇的血流が脳内の自律神経中枢に反応を及ぼし，それが迷走神経を介して心電図に周期的な変動を与える点について，及び，周期性血圧第三級動揺，及びそれに伴なう他の二次的諸変化が心電図に影響を及ぼす点についてである。

今回の側圧負荷実験において，その周期性血圧第三級動揺に伴ない上記の如き心電図上の変化を得た。すなわち，周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図上の変化は僅少である。しかしそのあるものにおいては，R棘，T棘，P棘　R-R時間の周期性変動，及びその血圧上昇期後期，または頂の部に期外収縮が出現するのがみられた。しかして前論文において述べた如く，心電図そのものの本態については，今日明確なる解明がなされておらず，種々なる因子が心電図上に影響をもたらされる。

しかして，周期性血圧第三級動揺に伴なつて出現する心電図の変化をみるに，周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期において，その血圧上昇に伴ないR棘の増高がみられT棘の増高が加わる。ついで R-R 時間は延長し，P棘の減高がみられる。また期外収縮は血圧上昇期後半，ことにその頂附近において出現する。また周期性血圧第三級動揺の頂を過ぎ血圧下降期に入り，上昇期にみられた諸変化は徐々に回復に向う。また，これらの変化の出現する時期は短期間ではあるが，この間進行性に変化する。かゝる変化は，あたかも，前論文において脳血行遮断時における心電図の変化，及びその出現状況に類似している。すなわち，脳血行遮断後，血圧が上昇し，しばらくしてR棘の増高がみられ，ついでT棘の増高が加わり，R-R時間延長が出現し，STの変化，P棘の変化が出現する。しかもこれらの変化が進行性に変化する。また期外収縮は，これらの変化が出揃つた時期に出現する。また脳血行再開後はしばらくこれらの変化を継続したる後漸次遮断前の状態に復帰する。脳血行遮断時の心電図を周期性血圧第三級動揺出現時の心電図と対比すると，周期性血圧第三級動揺出現時における心電図は，脳血行遮断時に出現する諸変化の全てを出現するに致らない状態にある。すなわち，周期性血圧第三級動揺出現時における心電図においては，R棘，T棘，P棘，R-R時間の変化はみられるが脳血行遮断時に出現した，STの変化，心室性細動を思わせる期外収縮の頻発はみられない。また，周期性血圧第三級動揺出現時においては，心電図上の各変化の程度は，脳血行遮時の変化の程度に較べ軽度である。例えば R-R 時間についても，脳血行遮時においては最大 R-R 時間は遮断前の10.4倍に達するものがあつた。またR棘においても遮断後最大R棘は遮断前の10倍に達するものがあつた。周期性血圧第三級動揺出現時における心電図にはかゝることはみられない。しかして，脳血行遮断時における，かゝる著明な変化は，脳えの血流遮断が長時間行われた時に出現するものである。言いかえれば脳血行の杜絶による効果が強く心電図にもたらされた時の変化である。以上の如く，周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図の変化は，あたかも脳血行遮断時における心電図の変化を軽度にし，簡略化したるがごとき感をいだかせる。それは，脳血行遮断による心電図上の効果が発現した初期に相当し，R棘，T棘，R-R時間の変化が開始される時期に相当する。すなわち，総頸動脈に側圧を負荷したる場合，側圧が総頸動脈内圧を凌ぐとき総頸動脈は完全に圧迫され脳血行が遮断される。この遮断状態が暫らく続く時は，脳血行遮断時と同じ状況で心電図上種々なる変化が進行性におこるわけであるが　側圧負荷の場合は，脳血行遮断による心電上の効果が発現されないうちに，体血圧の上昇により総頸動脈内圧が側圧を凌ぎ脳えの血液補給が行われる。従つて多くの場合心電図上変化はみられないか，僅少である。また心電図上変化をみられるものも，脳血行遮断による心電図の効果が強度に致らないうちに回復する。このように，周期性血圧第三級動出現時には，脳血行遮断による心電図上えの効果が軽度なるために，その心電図上の変化が僅少であることは，Cheyne-Stokes 呼吸を示した例（実験動物 No.7，図Ⅶ）においては，脳血行遮断による効果が強いことが想像され，心電図においても，より著明な変化を示すことからもうかがわれる。また，周期性血圧第三級動揺出現時においては，脳血行遮断時にみられた脳貧血による全身性痙攣にもとずく筋電図の混入が心電図に全くみられない。すなわち，周期性血圧第三級動揺出現時においては，脳貧血の程度は，呼吸麻痺に致らず，また痙攣が起こり得ないが，心電図上の変化を来たす直前，かまたはその初期の変化を生ぜしめる程度の貧血が起つていると想像される。

以上の如く，周期性血圧第三級動揺の出現時における心電図の変化が，脳血行遮断時における心電図の変化とその出現機序が同一であることが推察される。しかも，脳血行遮断の心電図えの効果が不充分であるためのものであると言い得るであろう。

しかして，脳血行遮断時における心電図の変化は前

論文において述べた如く，種々なる因子がこれに影響を及ぼす可能性が考えられる。すなわち，自律神経による影響，呼吸運動停止による血液の静脈性の増大，体液性の変化，冠流血量の変化，二次的に起る種々な反射等である。しかして，脳血行遮断時における実験において，迷走神経切断により，その心電図変化が抑制または消失したことは事実であつた。また前論文において述べた如く，自律神経が心電図に影響をもたらすことは，多くの研究者により認められているところである。かゝることから，前論文においては，脳血行遮断による心電図の変化には，自律神経がその主役を演じ，上記の諸因子はこれに加味される可能性があることを述べた。今回の実験において，周期性血圧第三級動揺出現時における心電図の変化も，迷走神経切断により消失または抑制をうけることもまた事実である。また上記の如く周期性血圧第三級動揺出現時における心電図上の変化が，脳血行遮断時における心電図の変化と同じ機序により生ずるものとすれば，やはりこの心電図の変化には自律神経が主役を演ずると言わねばならないであろう。

すなわち，1本の総頸動脈にて脳循環をつかどらせ，それに側圧を負荷することにより，脳内に循環障碍を生ぜしめる時，その循環障碍により心電図上に変化を惹起せしめるものと考えられる。しかしてこの脳循環障碍が血圧の変動，呼吸運動の pattern に与える影響と同様，心電図に対しても共通なる因子である。このことは，脳血行遮断実験においても，呼吸運動，血圧上昇と，心電図変化が直接的な因果関係を示さなかつたと同様，周期性血圧第三級動揺においても，この3者間に余り関聯性をみとめない。Knoll[16]，福田[17]等は，呼吸中枢，循環中枢はそれぞれの周期性の興奮動揺を有すると述べているが，さらに共通な障碍により，心電図上の別個の変化が，上記の負荷実験により生ずるものと考えられる。

しかし，脳血行遮断時においては，急激に起る脳内循環障碍であり，周期性血圧第三級動揺の出現時の場合は慢性で緩徐に起る脳内循環障碍であり，すでに循環障碍に対する順応が各中枢にいくらかでも生ずることが考えられる。このことは，図Ⅲ（D）にみられるごとく，期外収縮の出現が，周期性血圧第三級動揺がいくつか続くうちに消失することの説明となるのではなかろうか。

また，血圧変動に対しては，心臓がポンプとしての作用が問題となり，これが如何に血圧に影響するかを考察されねばならない。心臓の血圧に対する作用如何に対しては，その心搏出量を知る必要がある。しかし今回の実験においては心搏出量は測定を行つておらずその様相を結論することは出来ない。しかし若し想像が許されるならば，心電図上その心搏数の増加を示さないことなどから推して，心搏出量の増加はみられないのではないのではなかろうかと想像される。しかしこの問題は今後の研究をまたなければならない。

また，今回の実験において，周期性血圧第三級動揺に伴ない，大きな基線の動揺がみられた。しかも，この動揺は，第II，第III誘導にみられ，第I誘導においてみられない。このことは心臓を中心として相称の地点間の誘導においてはみられないと云うことである。おそらく，周期性血圧第三級動揺にもとずく軀幹，四肢における筋肉の緊張による変化ではないかと思われる。

また，今回の実験において，かゝる心電図上の変化が血圧変動上に余り関係のないことが推察された。このことは周期性血圧第三級動揺の出現に際して，Traube[18]，Mayer[19]，Hering[20]，そして宮川の方法のかゝる催起方法に対しては，宮沢[21]が述べる如く，末梢血管が主役を演じており，心臓の作用は余りこれに関与しないように思われる。

要　約

1)　宮川の方法により惹起される周期性血圧第三級動揺に伴なう心電図の変化は僅少である。

2)　その変化は，R-R 時間延長，R 棘増高が主体で，これに，P 棘，T 棘の若干の変化が加わる。

3)　これらの変化は，周期性血圧第三級動揺の血圧上昇期後半に著明におこる。

4)　期外収縮は，周期性血圧第三級動揺の頂附近に出現する。

5)　以上の変化，及びその変化の出現様相はあたかも，脳血行遮断時に出現する心電図の変化の初期に類似する。

6)　これらの変化は迷走神経切断後，抑制または消失し，自律神経の影響が主役を演ずると思われる。

稿を終るにあたり，終始御懇篤なる御指導をたまわり，論文作成にあたつては御校閲の労をとられた，宮川清教授に感謝の意を表します。また実験にあたり種々御便宜をいただき，有益なる御忠言をいただいた，和合卯太郎教授，ならびに大原孝吉教授（名古屋市立医大第二生理学教室）に心からお礼申上げます。

また，本研究にあたつて，必要なる器械，実験装置，材料等につき御配慮をいただいき，種々御便宜と御援助をいただいた国立松本病院院長山口清治博士に心からお礼申上げます。

文　献

①宮川　清：日生誌　17, 383, 1955.　②宮沢和久：信州医誌　8, 505, 1959.　③宮川　清：日生誌　17, 301, 1955.　④福田邦三：人体生理学　143, 1949.　⑤Traube, C.: Central bl. f. d. med, Wissensch., Berlin S. 881, 1865. (cf. Am. J. Physiol. 116. 301, 1936.)　⑥Hering, E.: Sitzungsb. d. K. Akad. d. Wissensch, Wien 60, 839, 1869. (cf. Am. J. Physiol. 116, 301, 1936.)　⑦Mayer, S.: Ber. Akad. d. Wiss. Wien Ab 3, 281, 1876. (cf. J. Physiol. 74, 311, 1932.)　⑧Roy, C. S.: J. Physiol, 3, 203, 1881. (cf. J. Physiol. 74, 311, 1932.)　⑨Wilson, H. C.: Am. J. Physiol. 116, 295, 1936.　⑩Guyton, A.: Am. J. Physiol. 165, 158, 1951.　⑪Barcroft, J., Nishimaru, Y.: J. Physiol. 74, 311, 1932.　⑫福田邦三・加藤　保：日生理誌　8, 学 540, 1943.　⑬福田邦三：日生理誌　10, 258, 1947.　⑭Cushing, H.: Johns Hopkins Hosp. Bull. 12, 290, 1901,　⑮津屋　旭：日本放射線誌　13, 595, 1954.　⑯Knoll, P.: Sitz. Kais Akada. (Wien) Abt III 92, 439, 1886.　⑰福田邦三：日本生理誌　10, 258, 1949.　⑱Traube, M.: Zbl. med. Wiss. 880, 1865.　⑲Mayer, S.: Ber Akad. d. Wiss., Wien, Ab 3, 281, 1869.　⑳Hering, F.: Ber. Akad. d. Wiss. Wien, Ab 3, 826, 1869.　㉑宮沢和久：信州医誌　8, 505, 1959.