



Title	自律中枢に対する放射線の作用 第3報 循環中枢に対する放射線の作用
Author(s)	津屋, 旭
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 14(1), p. 70-78
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19081
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

自律中樞に對する放射線の作用

第3報 循環中樞に對する放射線の作用

東京大學醫學部放射線科教室 (主任 中泉正徳教授)

同 生理學教室 (主任 福田邦三教授)

津 屋 旭

Effect of Roentgen Ray on Autonomic Nerve Centers

III. Report. The Effect of Central Irradiation on the Circulatory Center

(From the Department of Radiology, Tokyo University: Director Prof. M. Nakaidzumi and Physiology: Director Prof. K. Hukuda)

by

Akira Tsuya

(昭和28年9月24日受付)

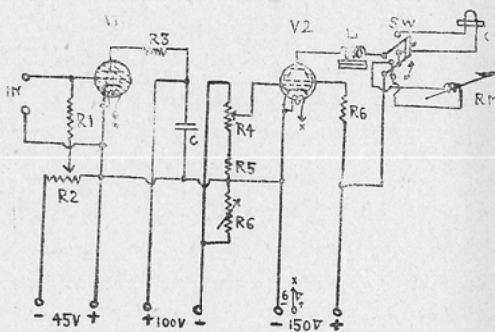
I 緒 言

第1, 2報に引続き中樞部照射の血圧, 脈搏數, 脈搏リズム, 呼吸性不整脈等に對する影響に就いて觀察した。從來エックス線照射の血圧, 脈搏數に對する影響に關しては多數の報告があるが, 循環中樞の血圧水準調節及び脈搏リズム調節機能等の上位調節機構が遙かに容易に障礙せられる事を認めたので之を報告する。

II 實驗方法

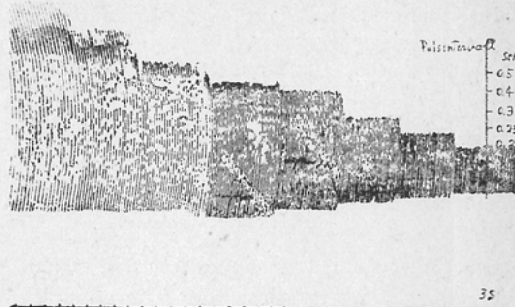
血圧測定は觀血的に總頸動脈の血圧をキモグラフィオン上に燐紙描記した。脈搏數, 脈搏リズム, 呼吸性不整脈等の觀察には Cardiotachogramm (E.P. Boas and E.F. Goldschmidt¹⁾, 松田²⁾)を用いた。描記法としては出力を記録電流計に導き, この運動を挺子によつて燐紙上に擴大描記せしめ,

第2圖 a) Cardiotachograph 配線圖

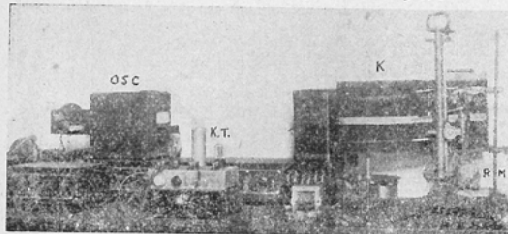


V1 66G V2 6V6 R1 250K R2 10K (VR)
R3 0.2K R6 1K R4 250K (VR) R5 10K
C 4MFD L 30H100mA OSC H Type
RM Recording Milliammeter SW Switch
R6 1Meg (VR)

第2圖 b) Tachogramm による脈搏數の較正



第1圖 Cardiotachograph 裝置の實況



長時間に亘る観察並に記録に便ならしめた。

装置の大略は第1, 2圖に示す通りであるが、その大要を簡単に説明する。

家兎の EKG を第二誘導によつて採取、四段増幅を行う。この際第四段目において並列的に出力を二分し(V_4 及び V_5)、一方は Cardiotachograph に導き脈搏リズムを描記せしめ、他方は電磁 Oscillograph(OSC)に導き、EKG の観察を行うと共に、後記 Cardiotachograph の強制放電が R 棘と正しく同期しているかを監視する(家兎では KEG の電位が低く、且つ脈搏数が多いので、同期しているか否かは Oscillograph によつて観察する必要がある)。

Cardiotachograph 装置は松田氏の發表されたものと同様であつて、EKG の R 棘の正の衝撃を Thyatron V_1 の Grid へ加える。元來 Thyatron の自發放電は R_0 を通じての C の充電及び放電によつて行われ、C の充電は CR_0 を時定数とする exponential の経過で正しく反覆されて起るから、Thyatron の自發放電は Thyatron の Grid bias 如何によつて種々の週期放電を示す。

さて家兎 EKG の R 棘を Grid に入れる場合には、Grid bias を充分大とし R 棘の先端が入つた場合にのみ Thyatron が強制放電を行う様調節すれば、脈搏(即ち EKG)と同期する Thyatron の放電が惹起せしめられる。この際脈搏間隔の長短により C の充電電圧の大きさに高低が現われる。従つて C の充電電流を V_0 を通じて記録電流計(RM)に導けば、RM の振れに大小が現われる。従つて之を燐紙上に挺子によつて描記せしめれば Cardiotachogramm が得られる。著者の試作した記録電流計の廻轉力はスプリングの強さと挺子の重さに適當に釣合せたものである。又放電の瞬間には電流計の針が急に零に戻るために挺子の運動が極めて早くなり、燐紙上に鮮明に描記する事が出来なくなるため、L(Choke Coil)を挿入し運動を減速した。但しこのために特記すべき缺點を認めていない。

燐紙描記法は記録中、目で監視しうる事、長時描記が可能なる點に於いて實驗には極めて有利であ

つた。呼吸と同時記録を行えば、脈搏数・脈搏リズム、呼吸性不整脈等の様相を正確に知る事が出来る。

III 實驗結果

1. 血圧特に血圧動搖に及ぼす影響

頭部・間脳部・延髄部其他照射後の第三級血圧動搖の出現状況を第1表に總括する。圖中福田・加藤²⁾氏が Urethan 麻醉時に指摘された13~19秒の規則正しい血圧動搖を示した場合を(+), (++)、不規則な短い週期の動搖を示した場合及び平坦な場合を(-), 兩者の移行型を(±)で記載する。血圧測定は頭部・間脳部照射時には週期性波動呼吸の出現が最も顯著な時期に、他部照射例では照射後3~5日目に行つた(第2報参照)。その結果は

(1) 全頭部・間脳部照射例では半数以上に第三級血圧動搖を認めた。その週期は13~19秒であ

第1表 エックス線頭部照射後に
見られた第三級血圧動搖

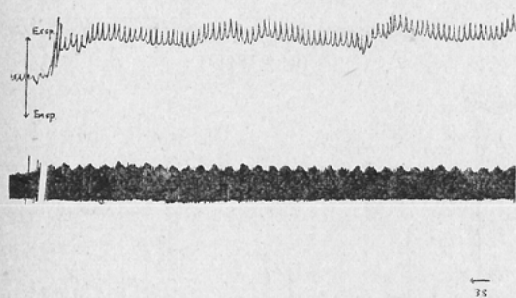
家兎 番號	實驗日	照射部位 線量	週期性 波動呼 吸出現 狀況	第三級 動搖出 現狀況	同週期 (單位秒)	備 考
No. 31	9/VI	全頭部 1000r	++	++	15~19	血圧 100 mmHg
No. 10	21/VII	同 上 5000r	+	±	25~60 不規則	血圧 120 mmHg
No. 16	8/II	間脳部 1000r×3	+	+	13~16 時々約28 のもの出 現	血圧 120 mmHg
No. 7	13/V	間脳部 1000r	+	+	16~18	
No. 23	27/III	同 上	++	-		血圧 130 mmHg
No. 11	21/VII	同 上	+	-		血圧 120 mmHg
No. 17	11/II	延髄部 1000r	+	-		血圧 120 mmHg
No. 62	26/III	同 上 2000r	-	-		血圧 130 mmHg
No. 63	26/III	同 上 3000r	+	-		血圧 130 mmHg 照射前週 期性波動 呼吸(+)
No. 32	12/VI	頭部以 外全身 2000r	++	-		血圧 95 mmHg
No. 64	26/III	同 上 1500r	-	-		血圧 120 mmHg

備考 血圧測定は何れも週期性波動呼吸が
最も著明に出現せる時に行つた。

第3表 延髄部照射後の脈搏リズムの動搖(上段)及び週期性波動呼吸(下段)呼吸性不整脈の消長を示す。

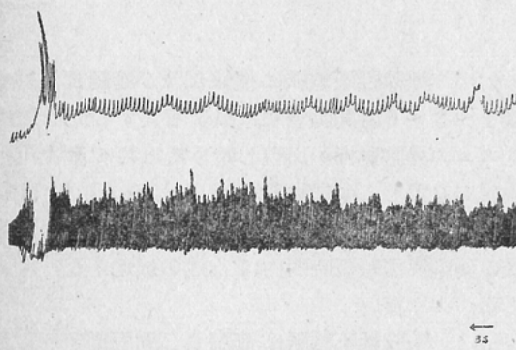
家兎 番號 No.	體重性	觀察期間	照射線量	照射群	1 3 6 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 時間	呼吸性不整脈の出現	
						照射前	照射後
46	2.0kg ♂	25/X~1/XI	200r	— —	—* —*—*— — + — — —	—	—
47	3.0kg ♂	3/X~8/XI	200r×2	—*~± —	+~± ± —*—* —* ± —*—* — 200r — — — —	—	—
59	2.8kg ♂	6/II~16/II	1000r	— —	— —*—*— —*— —*— —*— —*— — — + — — — — — — — — —	—	±
51	2.3kg ♀	16/XII~ 30/I	2000r	— —	— — — — — — —*— —*— — —*— — + ± ± — — — —*—	—	—
58	3.0kg ♂	5/II~14/II	3000r	—* —	— —*—*— — —*— —*—*—*—*— — —*—*— + ± — — — — —	—	+
57	3.0kg ♂	5/II~17/II	3000r	—* +	— —*—*— —*—*—*—*—*—*—*— + — —*—*— + + — ++ — — ± —	—	+

第4圖 No. 54 a) 照射前



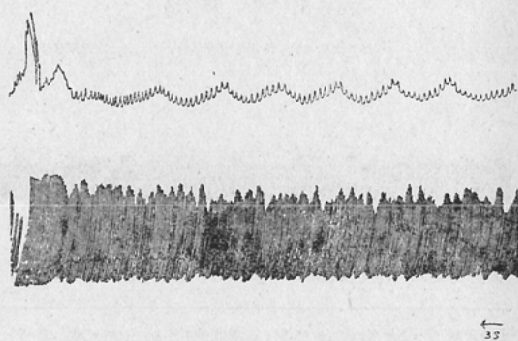
上段は呼吸, 下段は Cardiotachogramm
週期約3秒の脈搏リズム動搖出現(—)

第4圖 No. 54 b)



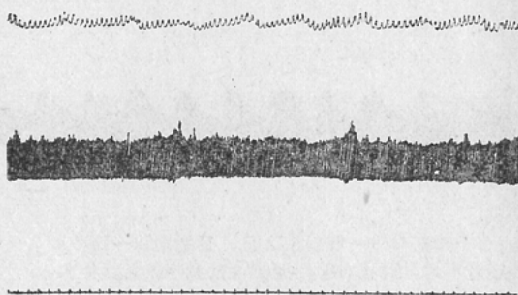
間脳部 3000r 照射後1時間
長週期脈搏リズム動搖(++) 呼吸性不整脈(+)

第4圖 No. 54 c)



照射後1日, 週期性波動呼吸(+)脈搏緩徐, 長週期
脈搏リズム動搖(++)週期約3秒リズム動搖を重疊す。

第4圖 No. 54 c)



照射後4日, 脈搏リズム動搖消退す(—)
正常家兎に最もよく見られる型である。

動呼吸に比し出現し難く、その程度は第三級血圧動揺と同程度である。

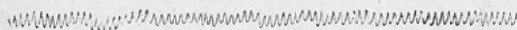
(2) 全頭部・間脳部2000r~3000r一時照射群では照射後3時間乃至2日頃から脈搏リズムの異常動揺が出現し、4~5日又はそれ以上に互つて存続する(第4圖 a,b,c,d)。

(3) 延髄部照射 3000r 以下では脈搏リズムの異常動揺は殆んど認められない。

(4) 不安定な脈搏リズムの動揺を示す個體(不安定型)は放射線感受性が大である。

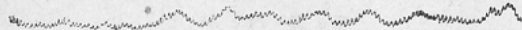
(5) 定型的な長週期の脈搏リズムの動揺は、循環中樞が不安定な個體(No.54)に出現し、其の週期は週期性波動呼吸と同様11~18秒であつた。この長週期の動揺の上に、更に前述した週期約3秒の動揺が重疊出現する場合も認められた(第5圖 a,b)。

第5圖 No. 55 a)



間脳部 3000r 照射後2日、週期約3×2秒の脈搏リズム動揺(+). 週期約3秒のものが融合する状況を示す。

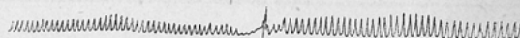
第5圖 No. 44 b)



全頭部 2000r 照射後2日、長週期11~18秒の脈搏リズム動揺(III), 週期性波動呼吸を随伴する。

(6) 脈搏リズム動揺一過性増強と共に呼吸潮汐運動の一過性増強を認めた例がある(第5

第5圖 No. 58 c)



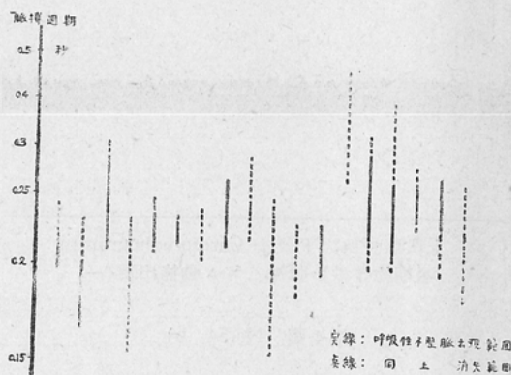
脈搏リズム動揺の増強と呼吸振幅の増強とが相伴っている症例

圖 c)。

3. 呼吸性不整脈に及ぼす影響

(1) 呼吸性不整脈は第3圖に示す様に、個體如何に關せず、脈搏週期と密接な關係にあり、脈搏週期約0.2~0.25秒の範圍に出現する。

第6圖 呼吸性不整脈と脈搏週期との關係(家兔18例)



(2) 呼吸性不整脈は間脳部及び延髄部照射後1~3~6時間頃著明に出現増強するが、脈搏リズムの異常動揺が出現し始めると共に漸次消褪の傾向を示し、異常動揺の極期では全く消失する。回復期に際し再び出現する。同一個體に於いて諸種の藥劑使用時短時間内に上述の経過が認められる事が少ない。

(3) 呼吸性不整脈は延髄及び間脳部照射に際し同程度に出現する。

4. 不整脈の出現

延髄部 1000r 照射例において、照射後1~3時間に互り徐脈と共に不整脈を認めた1例(No. 59)がある。更に1週間後再現した。

5. 脈搏リズムの動搖に及ぼす各種薬剤の影響

(1) 外界からの刺激(機械的、音響、痛覺)興奮に際し、脈搏数の増加と共に脈搏リズム動搖の一過性消失、呼吸性不整脈の減弱・消退が認められる。

(2) Adrenalin, Atropin 0.1% 0.3cc 皮下注射後10~20分頃から脈搏数増加と共に脈搏リズムの動搖が消失し全く平坦となり、1時間又はそれ以上に互つて継続した。その際週期性波動呼吸及び呼吸性不整脈も一過性に減弱、消失する。又循環中樞の疲勞時同注射によつて反つて脈搏数の増加と共に脈搏リズム動搖の出現する場合も認められた。

(3) Philopon (覺醒劑) 1% 0.3cc 皮下注射後10~20分頃より呼吸数・脈搏数の増加と共に脈搏リズムの動搖及び呼吸性不整脈が減弱した。

(4) Pilocarpin 1% 0.3cc 皮下注射によつて約半数に於いて、10~30分後頃から週期性波動呼吸の出現と共に脈搏リズムの動搖及び呼吸性不整脈の増強が認められ、10~30~60分又はそれ以上に互つて継続した。

(5) Urethan 20% 5~10cc 皮下注射後10~20分頃から不規則な週期(6~12~18秒)の脈搏リズムの動搖が出現し、60分又はそれ以上に互つて継続した。同時に週期性波動呼吸、呼吸性不整脈の増強を認めた。又個體により殆んど脈搏リズムの動搖を惹起せしめ得ない場合もあつた。大量注射時には徐脈と共に脈搏リズムは速かに消失するに至る。

(6) Phenobarbital 10% 0.3cc 皮下注射後10~15分頃から呼吸数、脈搏数の減少と共に脈搏リズムの動搖は全く消失し、30分以上に互つて継続した。

(7) Nitrogen Mustard Tris, 5mg 靜注後約30分頃から、呼吸数の減少と共に脈搏リズムの動搖が増強し、6~9秒程度の長週期のものが連続出現した。

(8) 自律神経遮斷劑 Dibenamin 10~15mg,

Imidalin 0.2% 0.5cc 皮下注射後20~30分頃から、脈搏数減少と共に脈搏リズムの動搖も減退した。一過性に呼吸性不整脈の増強、呼吸水準の動搖を認める事もある。

(9) 頸動脈洞神経切斷の影響。頸動脈洞神経切斷、又は總頸動脈閉塞によつて、脈搏数は著増すると共に、脈搏リズムの動搖は消失した。この効果は一過性で1~3~5週後再現する。

(10) 體位變換の影響。家兎を仰臥位から頭部を約70~80°舉上すると、脈搏数増加と共に脈搏リズムの動搖が減弱又は消失する。

(11) 呼吸抵抗増加操作の影響。氣管を人為的に狭窄せしめると、その程度に應じ、呼吸に對應する極めて著明な徐脈が出現し、脈搏リズムの重搖を消失せしめ得る。

以上の事實から次の様に結論される。

(1) エツクス線間腦部照射によつて、第三級血壓動搖及び脈搏リズムの長週期の動搖が著明に出現する事は、上記機能調節中樞が間腦部に存在する事を示唆する。

(2) 呼吸性不整脈が延髄部照射のみならず、間腦部照射によつても著明に増強される事は、呼吸性不整脈發現機序に對する間腦部の關與を示唆するものであろう。

(3) 呼吸性不整脈は循環中樞が興奮異常狀態に存在しない場合に出現する。

(4) エツクス線照射による脈搏数の變動及び脈搏リズムの動搖増強は、呼吸数の變動及び呼吸水準の動搖に比し出現し難く、循環中樞が呼吸中樞に比しエツクス線感受性の小なる事を示す。但し循環中樞が不安定な個體ではエツクス線照射の影響を受け易く、その事情は呼吸中樞に關する場合と同様である。

(5) 脈搏リズム動搖の週期は正常家兎に於いては週期約3秒のものが屢々見られるが、間腦部照射によつてこの2倍時に更に長週期のものが出現した。典型的な場合には週期11~18秒の長週期のものが出現し、週期性波動呼吸と相携えて出現消退する場合も認められた。週期約3秒の脈搏リズム動搖の振幅は脈搏数と密接な關係があり、脈

搏数が著しく頻数な場合 (Adrenalin Atropin 注射, 總頸動脈閉塞時等) には消失するが, 脈搏が減少すると共に増強し, 著しく緩徐となれば再び消失するに至る。

IV 考 案

第三級血壓動搖に就いて考察するに, 第1表に示した様に間腦部照射時のみ出現する事は, 間腦部に血壓調節中樞⁶⁾が存在するという先人の業績の結果と一致する。著者の認めたものは, 福田・加藤氏が家兎 Urethan 麻醉時認めたものと全く同性質であつて, 氏等は之を Traube の β 波であらうとし, その中樞性機序に關して考察, 證明を行つている²⁾。

脈搏リズムの動搖に關しては, 人間 (松田²⁾, 黒澤⁴⁾, 土肥⁵⁾等) 及び犬・猫 (D.D. Bond)⁷⁾に就いて二三調査されているが, 家兎に就いてはその報告が少なく, 著者の認めた様な規則正しい動搖に就いても未知である。松田氏は人間の脈搏リズムに關して, (1) 呼吸性不整脈, (2) 週期10~10數秒の Slow rhythm 及び (3) 不規則な動搖を區別し, 土肥氏は(1)以外に週期17~20秒の動搖を指摘した。Slow rhythm の本態に關しては, 松田・黒澤氏は之が情意が鈍麻した分裂病患者及び Lobotomie を行つた患者に著明にみとめられる事から, 各段階の植物神經中樞に對する上位中樞からの抑制減弱により, その影響が除外された爲に生ずるものであり, 皮質及び間腦に關聯した現象であらうと述べられている。著者の實驗に於いて, 長週期の脈搏リズムの動搖が間腦部照射によつて發現する事を示したが, 上記の所論に一支持を與えたものと考えられる。正常家兎において個體差・脈搏數の如何に關せず屢々出現する週期略々3秒の脈搏リズム動搖は, 中樞性及び種々の器官からの反射性機構と密接に結びついていると考えられ, 更に詳細な研究に俟たねばならないが, 間腦部エックス線照射によつて長週期の動搖の出現増強を認めた事は, この脈搏リズムの動搖の要因としての間腦の關與を推測せしめるものである。

脈搏リズムの動搖と脈搏數との間には一對一の關係はなく, 呼吸水準の動搖と呼吸數との關係と

同様と考えられ, 脈搏リズム調節單位が間腦に存在するとして説明出來よう。

脈搏リズム動搖の出現機序に關し, Anrep⁸⁾等更に D.D. Bond⁷⁾が呼吸性不整脈に關して行つたと同様の考え方を導入すれば, 著明な動搖出現は vagal tone (相對的な) の優越, 動搖減退・消失は sympathetic tone (相對的な) の優越と考える事が出來る。この考えは脈搏リズムの動搖が副交感神經刺激劑, 中樞麻痺劑により増強せられ (多くは脈搏數も同時に減少する), 交感神經刺激劑, 中樞興奮劑, 副交感神經麻痺劑, 自律神經遮斷劑, 頸動脈洞神經切斷等によつて減弱される事實と矛盾しない (多くは同時に脈搏數は増加する)。又エックス線照射による呼吸性不整脈の増強と同一方向の傾向を示している。

脈搏リズム動搖の出現機序を脈搏リズム調節單位に限局して考察すれば, 所謂交感神經中樞と副交感神經中樞との葛藤の状態 (黒津)¹¹⁾と見做す事も出來よう。著明な動搖が出現し得る條件としては, 兩中樞の興奮が未だ適度に保存されている事が必要であつて, 例えば副交感神經緊張が極端に低下すれば, Adrenalin, Atropin 注射時等に見られる様に硬直脈の狀を呈し, 又副交感神經緊張が極端に増強すれば, 交感神經緊張の動搖を覆つてしまつて中樞麻痺劑注射時に見られる様に麻痺單位に固定してしまふのであらう。かゝる場合交感神經緊張を高める様にすれば, 逆つて脈搏リズムの動搖が出現する事が期待されるのであつて, この關係は週期性波動呼吸に對する諸種藥物の作用と同様である事が, 著者の實驗成績から認められる。長週期脈搏リズム動搖が週期性波動呼吸の著明出現に際し認められ屢々兩者が相携えて出現する事實は, 前者が間腦の輕度の障礙に起因する事を示唆するものであらう。

以上を總括すればエックス線の中樞神經に對する作用は, Anderson & Kohlmann の云う様に自律神經失調狀態, 或は Opitz の云う様に副交感神經優越を伴う自律中樞の不安定狀態と考えられるが¹²⁾, 著者の成績は以上の事實を間腦の呼吸及び循環調節單位に關して證明したものである。

更にこの際留意したい事は、間脳部照射に際して、同時に脳下垂体及びその附近が照射されている事であつて、脳下垂体機能が一次的に、又間脳障害を介して二次的に影響を受けている事は當然豫想せらるゝ所であつて (A. Jordes¹³⁾, W. Lorenz¹³⁾, 西田氏¹⁵⁾¹⁶⁾等), 之に關しては更に考究を要すると考えられる。

V 結 論

(1) エックス線 1000~3000r 間脳部照射によつて、血圧第三級動搖が出現する。延髄部照射では認められない。

(2) 正常家兎に見られる週期約3秒の脈搏リズムの動搖は間脳部照射により増強更に融合し、典型的な場合には12~18秒のものが連続出現する。之は照射後3時間乃至2日頃から出現し4~5日又はそれ以上に互つて存続する。脈搏数は著變を認めないが、寧ろ増加の傾向を示す。循環中樞の不安定な個體では減少する。

(3) 間脳部及び延髄部照射により呼吸性不整脈が増強する。

(4) 一般に循環中樞は呼吸中樞に比し放射線感受性が少ない。又循環中樞が不安定な個體では放射線の影響を受け易い。

(5) 脈搏リズムの異常動搖出現時には週期性波動呼吸を随伴するのを例とするが、時に脈搏リズム動搖の増強と呼吸振幅の増大とが相對應して出現する場合も見られた。

(6) 上記血圧の第三級動搖及び長週期の脈搏リズムの動搖は、間脳部に於ける循環中樞の軽度の障礙に因るものと考えられる。

(7) 以上から間脳部に呼吸水準調節中樞と同様に、血圧及び脈搏リズム調節中樞が存在すると推定される。

摺筆するに當り御指導御校閲を賜つた中泉教授、福田教授に深謝すると共に、實驗の御便宜を與えられた福田教授研究室及び種々助言を與えられた同室の諸兄に深く感謝する。又 Cardiotachograph 製作に協力された吉澤氏の勞に深謝する。

文 獻

- 1) E.P. Boas and E.F. Goldschmidt: The Heart Rate. (1933).
- 2) 松田幸次郎: カルデオタコグラフ, 生體の科學, 4, 41, (昭24).
- 3) 加藤保: Traube の血圧動搖と呼吸中樞の週期的興奮について, 日本生理學會誌, 10, 5, 151, (昭22).
- 4) 黒澤喜興: 精神疾患者の心搏リズム, 醫學と生物學, 21, 2, 81, (昭26).
- 5) 土肥一郎: 第30回日本生理學會總會報告, (昭28).
- 6) N. Matthas: Kreislaufuntersuchungen am Menschen mit Fortlaufend Registrierungen Methoden (1951).
- 7) D.D. Bond: Sympathetic and vagal interaction in emotional responses of the heart rate, Am. J. Physiol. 138, 3, 468, (1943).
- 8) G.V. Anrep, W. Pascual and R. Rössler: Proc. R.S.B.M. 119, 191, 218, (1936).
- 9) H.E. Hoff: Cardiac Output (Fulton: Textbook of Physiology. 666, 1951).
- 10) 松田幸次郎: 呼吸性不整脈の觀察. 日本生理學會誌, 11, 11-2, 19, (昭24).
- 11) 黒津敏行: 自律中樞に就いて, 腦研究, 3, 39, (昭24).
- 12) H. Holthusen: Lehrbuch der Strahlentherapie III (1925).
- 13) A. Jordes: Physiologie und Pathologie der 24-Stunden Rhythmik der Menschen. Erg. Inner. Med. 48, 574, (1935).
- 14) W. Lorenz: Wege zur besseren Verträglichkeit ionisierender Strahlen Stth. 90, 3, 421, (1953).
- 15) 西田文作: 生體內白血球に及ぼすレ線の影響に關する研究. 日本醫學放射線學會誌, 12, 1, 30:2, 29, (昭27).
- 16) 內分泌のつどい: 第1,2集, 東京大學內分泌集談會編.

Summary

1. The undulatory change of blood pressure of the 3rd order was elicited by 1000~3000r irradiation on mesencephalon area. No effect was observed by the irradiation of medulla oblongata.

2. The regular undulatory change of pulse rhythm of about 3 second period was observed in normal rabbit. Application of a single dose of 2000~3000r to the mesencephalon area resulted in the increased undulation and the appearance of longer ones of about 6~12

~18 second period, which persisted 4~5 days or later beginning 3 hrs to 2 days after irradiation. Pulse rate showed either no change or some increased.

3. Irradiation of mesencephalon and medulla obl. increased respiratory arrhythmia.

4. Generally, the sign of irradiation injury of circulatory center is less elicitable than that of respiratory center. But sometimes it could be easily elicited in individual animals in labile condition.

5. The undulation of pulse rhythm was accompanied with the undulatory movement of respiratory level and sometimes the increased undulation with the increased respiratory movement.

6. This undulatory pattern of blood pressure and pulse rhythm was considered an expression of an injury of a lesser degree caused in the circulatory center.

7. Discussion was made about the localisation of a regulatory center of circulation.
