



Title	自律中枢に対する放射線の作用 第1報 頭部照射の呼吸中枢に及ぼす影響に就いて
Author(s)	津屋, 旭
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 13(10), p. 595-604
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19962
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1報 頭部照射の呼吸中樞に及ぼす影響に就いて

東京大學醫學部放射線科教室(主任 中泉正徳教授)
東京大學醫學部生理學教室(主任 福田邦三教授)

津 屋 旭

Effect of Roentgen Ray on Autonomic Nerve Centers

I. Report. The Effect of Central Irradiation on the Respiratory Center

by Akira Tsuya

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

(From the Department of Physiology, Tokyo University: Director. Prof. K. Fukuda)

(昭和28年7月17日受付)

I. 緒 言

從來成熟哺乳動物の中樞神経系は極めて放射線感受性が低いとされ、且つ組織的研究の結果も以上の所見を支持しているが、機能的には自律神経緊張異常或は内分泌機能失調に對して遙かに敏感である事が、臨床的に多數経験され、所謂機能的エックス線療法として知られている。

呼吸中樞に對する放射線の作用に關しては、その報告は極めて少く、1935年 Nemenov が大脳切断猫に於いて、延髄部を Radon で照射し呼吸振幅・呼吸数の増大を見、又1951年河武氏等が間脳部照射後週期性波動呼吸を認めたと發表された以外には殆んど見あたらない。著者も頭部照射後の呼吸の變化を觀察し、2, 3の知見を得たので之を報告する。

II. 實驗方法

實驗動物 體重2~3kg 家兎

呼吸描記法 福田・加藤氏法により劍狀突起下約1~2cmの部位の呼吸運動による膨出を挺子に依り擴大し、煙紙上に描記した。本法に依れば胃腸蠕動運動の混入を殆んど考慮するを要しない(田坂)。

實驗は何れも無麻酔で、實驗時期は1年を通じて行つた。室温10~20°Cの場合は固定臺を30~

35°Cに保温し寒冷の影響を極力除外した。

エックス線照射條件：深部治療装置、管電壓130~150kV、管電流3mA、濾過板0.3~0.5mmCu、焦點皮膚間距離20~40cm、半價層0.3~0.4mmCu、毎分rは22~40r、照射野は間脳・延髄部照射の場合は1×1cm²、全頭部照射の場合は6×8cm²で照射した。間脳部照射は外背と外聽道とを結ぶ線の後 $\frac{2}{3}$ の點を中心として兩側から直角方向に行い、延髄部照射は外後頭結節の下部大脳槽の部位に後方から前方に直角に照射した。

觀察期間：照射後1, 3, 6, 12時間及び照射後10日迄は連日、以後は隔日又は2日間隔で30日に互に觀察した。

觀察事項：1) 呼吸水準 2) 呼吸數及び呼吸振幅 3) 呼吸速度 4) 呼吸準位と呼吸水準動搖との關係

III. 實驗結果

頭部照射群全例の結果を第1表に一括表示する。

1. 呼吸水準に及ぼす影響

表中(一)は呼吸水準が極めて安定であるか又は輕度な動搖を示す場合を言い、(一*)、(±)は波動呼吸が不規則に斷續出現する場合であつて相互間には移行型が認められる。(+)は規則正しい週

第 1 表 頭 部 エ ッ ク ス 線

家兎番號	體 重	性	觀察期間	照射部位	照射線量	照 射 前		照						
								1時間	3時間	6時間	12時間	1日	2	3
No.38	2.0kg	♂	12/VII 26/VIII	間腦部	60r	+	±		-	±		-	+	-
No.42	2.1kg	♀	16/VII 15/VIII	同	60r	±	±	+	-	-		-	-	
No.19	1.9kg	♂	16/XII 7/I	同	600r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No.16	2.7kg	♀	25/X 20/XI	同	1000r (第1回)		*	*	*	*	-	-	±	-
			21/XI 17/XII	同	1000r (第2回)		-	-	-	-	-	++ 約21	-	+ 20
			9/I 8/II	同	1000r (第3回)		±	観 察 せ ず				±	++ 16	+ 約15
No.15	2.7kg	♂	25/X 27/XI	同	2000r	-	-	-	-	*	-	*		±
No.20	1.8kg	♂	6/XII 13/I	同	4000r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No.14	2.9kg	♂	13/X 6/XI	同	5000r		-	-	-	-	-	-	+ 20	++ 19
No.31	2.0kg	♂	29/V 12/VI	全頭部	1000r		-	-	-	-			*	
No.43	2.1kg	♀	13/VIII 25/VIII	同	1000r	*	±					+	-	+
No.42	2.1kg	♀	18/VIII 21/VIII	同	2000r	-	+	+	±	±		-	++	++
No.38	2.0kg	♂	21/VIII 15/IX	同	2000r	-	*	*	*	++		±	++	++
No.10	2.5kg	♂	4/VII 21/VII	同	5000r		+	++ 23	++ 20	++ 28		+ 19	+ 約20	++ 約20
No.17	2.9kg	♂	8/XI 17/XII	延髓部	1000r	±	+	±	+ 22	+ 20	-	-	+ 22	+ 約20
No.22	2.2kg	♂	8/I 6/II	同	1000r	+	-	-	-	-	-	-	-	-
No.59	2.8kg	♂	5/II 16/II	同	1000r		-	-	-	-		+	-	-
No.21	2.7kg	♂	8/I 6/II	同	2000r	-	-	-	-	-	-	-	-	-

備考: 數字は5分間における週期性波動呼吸数を示す

照射後の週期性波動呼吸の消長

射					後										
4	5	6	7	8	10	12	13	15	17	18	20	21	23	25	27日
±		-		+	60r(第2回) ↓		-	+	-	-	*	+	-		-
	60r(第2回) ↓		-	±	-	±	+	+	-	+	±		*	-	*
-	+	-	+	±	±		-	-		-			-	死亡	
+	±	+	±	+	±	-	+	±		+			+	-	
	+			+		+			*		-			-	
+	±	*	±	+	+	-		+	+	+					
+	+	+	+	*	-	+		-	±		-		±	-	±
+	+	+	+	+	+		+	-		-		±		+	
+	+	±	±	±	+		+		±		+				-
±	±	-	+	±		±		+							
-	死亡														
+		+	+	+		-	±		±						
+	±	-	+	-		-		-		*		-		-	
	平坦	平坦	平坦	±	平坦	平坦	±	+							
±	+	+	+			+	±	+		+		±			-
-	+	±	-	-	-	+	-	-	-	±	±		-	+	-
-	-	-	-	-	-										
-	-	-	±	±	-	-	-	+	-	±			±	±	-

家兔番號	體 重	性	觀察期間	照射部位	照射線量	照 射 前	照							
							1時間	3時間	6時間	12時間	1日	2	3	
No.51	2.3kg	♀	16/XII 30/I	同	2000r		—	—	*	—		—	+	±
No.58	3.0kg	♂	5/II 14/II	同	3000r		—	—	*	*		+	—	±
No.57	3.0kg	♂	5/II 17/II	同	3000r		+	+	—	*		*	+	+

期性波動呼吸が連續出現する場合であつて、週期及び波形の齊一性及び動搖振幅の大小を参考として(+)、(++)を區別した。ここに週期性波動呼吸と稱するのは一定の週期を以て胸廓の擴張と收縮を反覆するが、その振幅が呼吸の潮汐運動を凌駕する場合を指している。その際個々の呼吸振幅が一定であるのを特徴とする。上記記號の下段の數字は5分間に於ける週期性波動呼吸の平均數であつて正確に數え得ない場合は參考値を?を附して

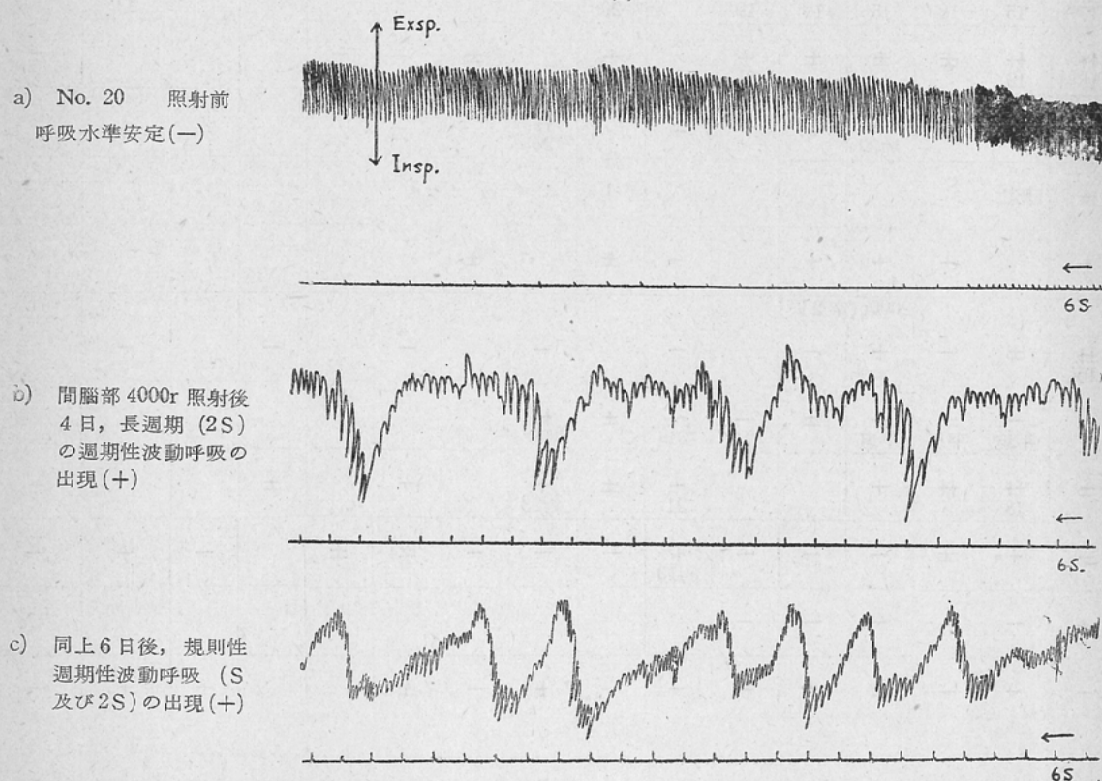
示した。

第1表の結果を通覽して認められた點を列記すると、

(1)間腦部600~5000r 照射全例において週期性波動呼吸の出現を認め、照射線量及び個體差によつて異なるが、照射後1~4日頃に出現し5~20日間又はそれ以上長期に亘つて繼續するが、其の間波狀的經過を示す事が多い(第1圖)。

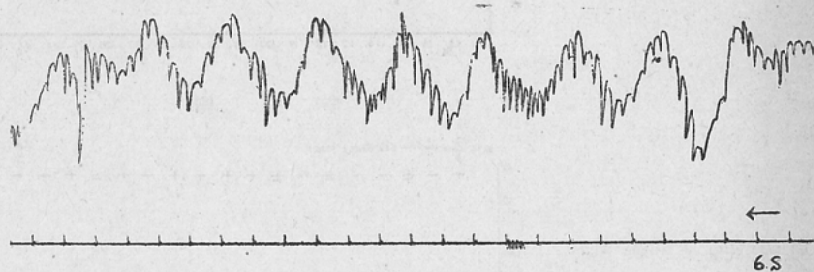
(2)全頭部1000~5000r 照射群では既に1~6

第 1 圖

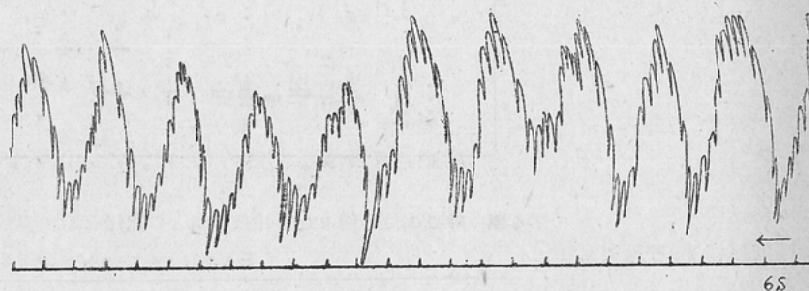


射					後										
4	5	6	7	8	10	12	13	15	17	18	20	21	23	25	27
±	—	—	—	—		*									
—	—	—	—	—											
—	++	++	—	±	—										

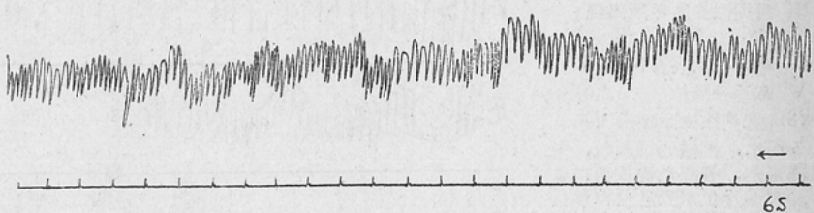
d) 間腦部 4000r 注射後
10日後, 齊一性大
(++)



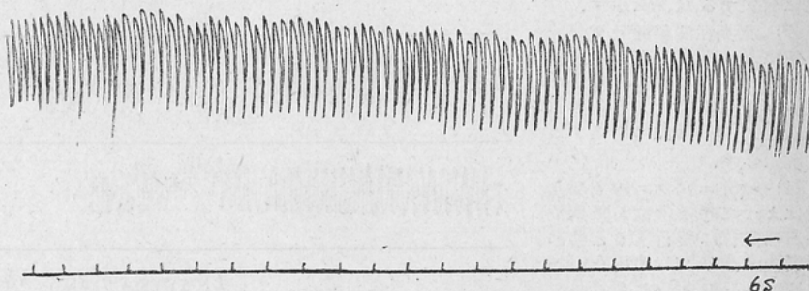
e) 同上12日後, 顯著的
週期性波動呼吸 (++)



f) 同上18日後, 呼吸水
準動搖 (±)

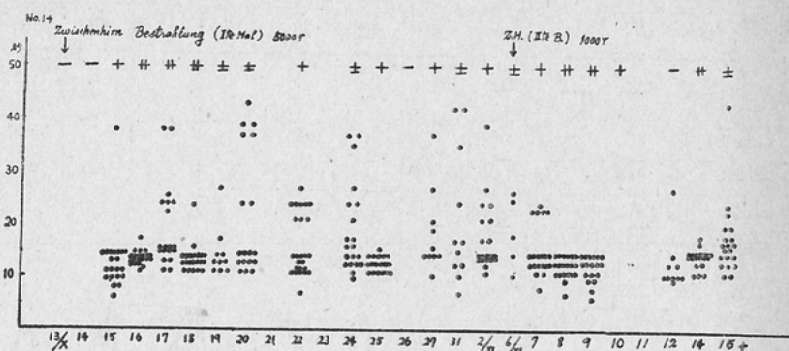


g) 同上31日後, 呼吸水
準安定 (—)



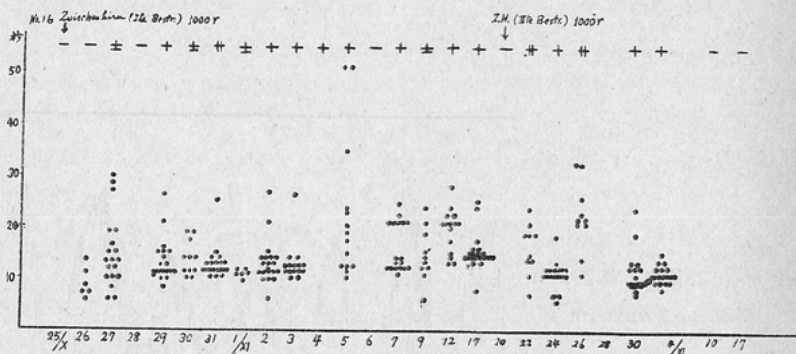
第 2 圖

週期性波動呼吸の消長を示す。間腦部 5000r 照射例 (No. 14)



第 3 圖

同上、間腦部 1000r 照射例 (No. 16)



第4圖 呼吸率位と種々なる呼吸の型との関係を示す模型圖

I 安靜(正常)呼吸率位

(1)

II 呼吸水準動搖位 (2)

III 週期性波動呼吸出現位 (3) (4)

IV 麻痺呼吸移行位 (5)

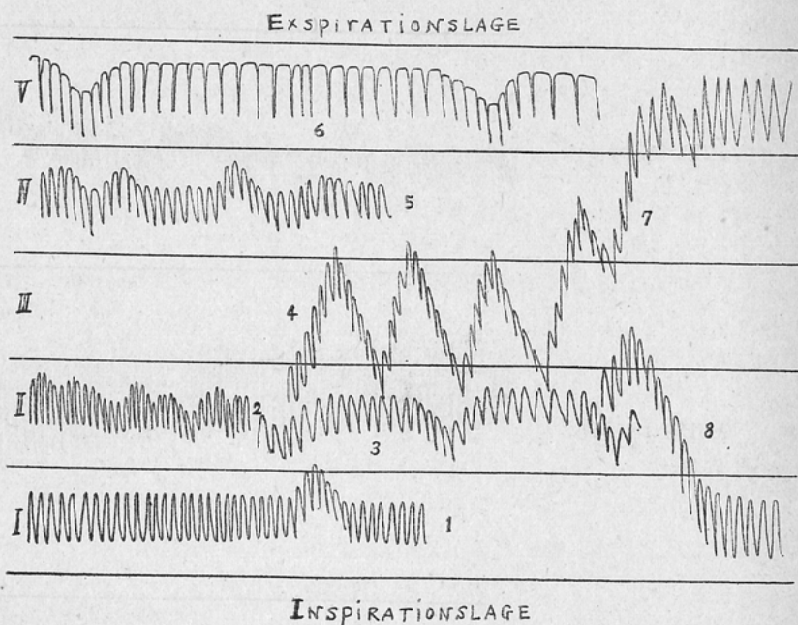
V 麻痺呼吸位 (6)

(8) 週期性波動呼吸を呈

せる例に、機械的音刺激、中樞興奮剤、覚醒剤等投與により、呼吸率位が吸息位に移行すると共に、波動呼吸が一過性に消失する状況を示す。

(7) 週期性波動呼吸を呈せる例に、中樞麻痺剤、自律神経遮断剤投與により、呼吸率位が呼息位に移行すると共に波動呼吸が一過性に消失する状況を示す。

(1)→(6) エックス線間腦照射によつて呼吸率位が吸息位から呼息位に移行すると共に週期性波動呼吸が出現次いで消滅する状況を示す。



時間後から週期性波動呼吸を認めた例があり、間脳部同様長期に亘つて出現する。又間脳部照射群より著明に出現する傾向があり、麻痺性呼吸を認めたものもある(No. 10)。

(3) 延髄部1000~3000r 照射群では、前者の場合と異り、週期性波動呼吸の出現が遙かに軽度であるか又は出現しない(他部照射の場合の成績は第2報を参照)。

(4) 週期性波動呼吸の週期は個體によつても略々同様で、5分間に17~23程度であるが、最も屢々出現する週期は11~14秒である。平均数が更に少いものは後述の如く長週期のものを含むためである。

(5) 以上の影響は可逆的であり反覆照射により反覆出現せしめ得る。

(6) この様な呼吸型の發現に對しては個體差及び季節の影響が大であり、自然に出現傾向を有する症例(No. 10, No. 17)では出現が促進された。同一症例でも照射を反覆すると同呼吸出現が容易になるか、又麻痺呼吸への移行が促進される。

(7) 週期性波動呼吸の週期及び波形の齊一性に就いて検討して見よう。第2, 3圖に於いて縦軸に週期(單位秒)、横軸に照射後の日数を取り、個々の波動呼吸の週期を10~20個數へ之を全部記入した。それに依ると週期の長さ及び波形は齊一のものでなく相當の動搖がある事が分かる。週期及び波形の不齊一性は小線量照射例(No. 16)に於いて大線量照射例(No. 14)より大であり、又その齊一化の過程もより緩徐である。兩者共齊一化の經過に比しその消褪(不齊一化)の經過が長い事は、エックス線照射の影響が長期に亘り殘存する事を示すものである。

此の際興味ある事は、この週期が大多數11~14秒の範圍に集中しているが、更に21~24秒時に36秒附近に集中する傾向が見られる事であつて、最も例數の多い週期をSとすると、他の週期は大體2S及び3Sの關係にある。この場合Sに對する2S(3Sをも含む)の出現率を見ると $\frac{1}{2}$ < $\frac{1}{3}$ < $\frac{1}{4}$ の順に大となる傾向がある。換言すれば齊一化が著しい程週期Sのものが多くなる。

(8) 全頭部5000r 大線量照射例(No. 10)では照射直後から第3日に亘り著明な週期性波動呼吸を認めたが、以後數日間は極めて平坦緩徐となり麻痺性呼吸を示し、音・機械的刺激・痛覺刺激に對し著しく鈍感となり動作も不活潑であつた。かかる麻痺性呼吸の消褪に際して再び波動呼吸の出現を認めたが、その事情はUrethan 大量麻酔の場合と同様である(福田・加藤)。

2. 呼吸數及び呼吸振幅に及ぼす影響

(1) 呼吸數に對する影響は個體及び實驗時期によつて、又實驗日の室温等によつて著明に影響されるが、夏季實驗に於いて呼吸數が頻數なる場合には、全頭部・間脳部・延髄部1000~2000~4000r 照射1, 3, 6, 12時間後約半數に著減、線量に従つて1~3日後に復舊したが、冬季實驗に於いて呼吸數が始めから減少している場合には大線量照射によつても或程度以上には減少しない。

(2) 呼吸數と週期性波動呼吸の齊一性の程度及びその位相との間には、一定の關係は認められない。

(3) 呼吸振幅は一般に呼吸數が減少する場合増大する傾向が見られた。

3. 呼吸速度に及ぼす影響

波動呼吸出現に際しては呼吸速度曲線に週期的變動を認めないのを常とするが、同呼吸の出現が極めて顯著な場合、位相の轉換期に相當して呼吸速度曲線が週期的に増大する場合が認められた。

4. 呼吸準位と呼吸水準動搖との關係

以上呼吸中樞の諸障礙の出現及び消褪時の呼吸水準の變動を觀察すると共に、更に各時期に於いて中樞神經麻痺劑、興奮劑或は其他の刺激を與へ呼吸水準の動搖と呼吸準位との關係を求めて見た。

著者は便宜上呼吸準位を 1) 安靜呼吸位, 2) 呼吸水準動搖位(不規則型), 3) 週期性波動呼吸出現位(規則型), 4) 麻痺呼吸移行位, 5) 麻痺呼吸位の5段階に分類し、呼吸水準と週期性波動呼吸のいろいろな型との關係を説明しよう(第4圖)。

エックス線照射に依り呼吸水準が不規則に動搖

し呼吸準位が1)→5)に移行すると共に、漸次動揺が顯著且つ齊一化し定型的な週期性波動呼吸に移行(呼吸振幅も増大)、時に極めて著明な動揺を示すが、大線量照射の場合には再び動揺が減少しつゝ平坦な麻痺呼吸に移行する。回復はこの逆の経過で行われる。

呼吸水準動揺時或は自然環境で波動呼吸を示す個體に中樞麻痺劑である鹽酸 Morphin 1~1.5mg/kg, Luminal 10~30mg/kg を注射すると、呼吸準位は漸次呼吸位に傾くと共に、週期性波動呼吸が顯現し、更に追加すれば動揺振幅が返つて縮小すると共に、呼吸準位は呼吸位の限界に達し平坦麻痺呼吸を示すに至る。又週期性波動呼吸を示す個體に溫熱、疼痛、音刺激、Philopon 1.5~5mg/kg, Camphor 5mg/kg, Caffein 5mg/kg 等の呼吸興奮、覺醒劑を使用すると、同呼吸は輕減消失すると共に吸息位に傾くが、麻痺呼吸位の場合には返つて同呼吸の出現を見る事もよく説明される。

週期性波動呼吸は中樞麻痺劑以外に自律神經遮斷劑 Teabron R 5~25mg/kg, Dibenamin 5mg/kg 注射によつても消失する事が見られたが、この際呼吸準位も著明に呼吸位に傾くのが認められた。

一般にエックス線照射後認められる週期性波動呼吸は自然環境時に出現する場合と比較して呼吸興奮劑、覺醒劑の作用を受け難いが、呼吸麻痺劑には影響され易い。

IV. 考 案

腦幹部電氣刺激實驗、斷頭實驗等に依り間腦部殊に視床下部に呼吸水準調節中樞が存在すると推定されているが(黒津・緒方・田坂・福田等)、エックス線間腦部照射後著明に週期性波動呼吸を認め、延髓部及び他部(第2報参照)照射後之を殆んど認めない事は阿武氏と同様以上の考えを支持するものである。

本呼吸の出現動機としては Urethan (福田・加藤)、迷走神經刺激(高木)、間腦部電氣刺激(緒方・田坂)、被爆・寒冷(緒方・山口)、Lumin 等(田坂)、等が知られているが、著者はエックス線

照射後の本呼吸が中樞神經麻痺劑によつて促進され、同興奮劑によつて抑制される事、本呼吸と呼吸準位の關係を考慮して本呼吸が中樞障礙に因るものであらうと推測する。山下・尾崎氏は Isomital 以外の中樞神經麻痺劑(鹽酸 Morphin, Isomital, Barbital, 抱水 Chloral 等)を、注入速度を遅くするか又は溶液濃度を低くする事によつて本呼吸が必發すると述べ、又呼吸抵抗の増加、酸素缺乏が本呼吸を起し得る事を示した。藥劑及び其の他の動機によつて出現する週期性波動呼吸はその経過が極めて迅速であつて容易に麻痺呼吸に移行するのを常とするが、エックス線照射の場合は極めて徐々に出現、消褪するために本呼吸出現の様相を詳細に追求するには最も良い方法の一つであると考えられる。

自然環境に於いて認められる週期性波動呼吸は呼吸水準調節機能の最も軽い障礙と考えられるが外界からの刺激によつて容易に消失せしめ得る事は、エックス線照射後に見られた同呼吸の執拗さに比して對照的であつてエックス線障礙の重篤さを示すものである。障礙が或程度以上になれば中樞は外界の環境に順應し得なくなり、中樞から末梢への神經衝擊の減少—呼吸水準の呼吸位への移行、呼吸數の減少、及び呼吸水準調節不全—呼吸水準の動揺、週期性波動呼吸—を來すものであらう。

V. 結 論

1) エックス線頭部照射は呼吸水準の動揺→週期性波動呼吸→麻痺呼吸への移行、及び呼吸準位も吸息位から呼息位への移行を來すが、之は呼吸中樞障礙作用と考えられる。

2) 上記呼吸障礙の程度が全頭部及び間腦部照射の場合、兩者の容積線量が著しく相違するに拘わらず著差を認めない事は、間腦部が呼吸水準調節機能と最も深い關係を有する事を示唆するものである。延髓部照射では殆んど影響を認めない。

3) 間腦部及全頭部600~1000r 以上一時照射によつて線量によつて異なるが1~4日後から週期性波動呼吸が出現し、5~20日又はそれ以上長期に亘つて繼續する、本來呼吸水準の動揺を示す個

體は放射線感受性が大である。

4) 週期性波動呼吸は呼吸水準の不規則動揺に引つづいて出現するが、出現開始時及び消退時には長週期 2S(時に 3S)のもの多く、極期には週期Sのものが出現し且つその週期及び波形の齊一性が大である。Sは11~14秒であつて、加藤氏がUrethan 麻酔の場合見られたものと同週期である。

5) エックス線照射後見られる同呼吸は自然環境に於いて出現するものと異り、諸種の刺激、中樞興奮剤の影響を受け難く極めて執拗であつた。但し中樞麻痺剤に對しては協同的效果を示した。

6) 呼吸数は呼吸頻數時には全頭部、間脳部、延髄部 600r 以上照射により、1~6~12時間後著減するが、呼吸数が緩徐な場合には大線量照射に依つても或程度以下には減少しない。呼吸振幅は一般に呼吸数が減少すると、増大する傾向がみられた。又呼吸速度曲線が週期的に増大する場合も見られた。

7) 呼吸水準準位と週期性波動呼吸の關係に論及し若干の考察を加えた。

8) 間脳部は呼吸水準維持に最も深い關係を有すると共に、呼吸の交代に關しても延髄の上位中樞として關與する處が大きいと考えられる。

文 獻

1) W. Scholz: Über die Empfindlichkeit des Ge-

hirns für Röntgen und Radiumstrahlen Klin. Wochenschr. 14, 6, 189(1935). —2) H. Langer: Roentgen rays and the autonomic nervous system Amer. J. Roentg. 18, 2, 137(1929). —3) M. Nernov: Die Aussichten der Beeinflussung des vegetativen Nervensystem durch Röntgen-Radiumbestrahlung Strahlenth. 53, 473(1935). —4) 阿武保郎他: X線間脳照射による週期性波動呼吸の出現について、醫學と生物學, 19, 1, 50(昭26). —5) 加藤保: Iranhe の血壓動揺と呼吸中樞の週期的興奮について、日生誌, 10, 5, 151(昭22). —6) 田坂巖: 週期性波動呼吸の出現動機に關する研究, 日生誌, 12, 304(昭25). —7) 緒方維弘他: 週期性波動呼吸の中樞性機序に就て(豫報), 體質醫學研究所報告, 1, 3, 207(昭26). —8) 田坂巖: Lumin 性波動呼吸の諸性質, 日生誌, 12, 315(昭25). —9) 吉松志郎: 週期性波動呼吸の中樞性機序と之を應用したシアン系感光色素の作用検討, 日生誌, 14, 5, 308(昭27). —10) 高木健太郎: 迷走神經の呼吸調節作用の中樞性機序に就て, 日生誌, 9, 667(1944). —11) 山口秀麿: 爆壓の家兎呼吸運動に及ぼす影響, 滿洲醫大生理學教室論文集, 1(1945). —12) 山口秀麿: 寒冷の家兎呼吸運動に及ぼす影響, 特に週期性波動呼吸に就て, 滿洲醫大生理學教室論文集, 1(1945). —13) 山下利博: 週期性波動呼吸に關する藥物學的研究, 日藥誌, 48, 2, 70(昭27). —14) 尾崎正道他: 所謂波動呼吸に對する諸種藥物の作用, 日藥誌, 46, 4, 202(昭26). —15) 山本道夫: 放射線の自律神經系に及ぼす作用に就て(第1・2編), 日醫放誌, 10, 7, 46(昭25). —16) 木村修治: 生物レ線作用の本態に就て(第2編), 日醫放誌, 11, 5, 14(昭26).

Summary

1. A particular respiratory pattern with undulatory change of the respiration level was elicited by irradiation of the head in rabbits, stronger effect was expressed on the tracing as a typical wave with amplitude much exceeding the tidal movement of the respiration, which latter was superposed on the wave representing the change of the respiration level. Still stronger effect corresponded to the paralytic respiration. This undulatory pattern of respiration was considered as expression of an injury of a lesser degree caused in the respiratory center.

2. The same effect was produced when irradiation was restricted to the mesencephalon area despite great difference in volume dose between the procedures of whole head irradiation and mesencephalon irradiation. This is in line with suggestion that mesencephalon,

as a higher center of respiration, is responsible for the appearance of the pattern. No significant effect was observed on the irradiation of medulla oblongata.

3. Application of a single dose of more than 600~1000 r to the whole head or mesencephalon area resulted in the undulatory movement persisting for a period beginning on the 1~4th day. It was still present on the 5~20th day or later, varying with applied dose and individuality.

4. A basic periodicity was represented by a period 11~14 sec (designated S sec). The most fundamental feature of this pattern of respiration is the uniformity of its period and repetition of the regular undulation. It was sometimes accompanied with an undulation of longer period (period 2S or rarely 3S) at the stage of its appearance and disappearance. The basic period S was about the same magnitude as observed in urethane anesthesia (Kato).

5. The undulatory change of the level caused by X-ray irradiation could be hardly influenced by administration of central nerve stimulants or by sensory stimuli, as contrasted with the one observed in natural condition. On the contrary it could be more easily paralyzed by central nerve anesthesia.

6. After 600~1000 r irradiation decrease in the respiration rate proceeded during 1~6~12 hrs and recovery was observed 1~3 days later in summer rabbits, but no significant change was observed in winter rabbits. The results was the same without regard to the irradiation areas (whole head, mesencephalon area and medulla obl.). Generally the respiration depth tended to increase as the respiration rate diminished. The pneumotachogram showed rarely periodic variation.

7. Discussion was made about the relationship between the general level of respiration and the undulatory pattern.

8. The present observation supports the view that the respiration level is maintained by a regulatory activity of the mesencephalon, which also participate in controlling respiratory rate, as a higher respiratory center.