精液の果糖産生に対する放射線の影響

岡山大学医学部皮膚科泌尿器科教室 雀 部 将
(主任: 大村順一教授)

INFLUENCIES ON FRUCTOSE PRODUCTION IN SEMEN BY RADIATION.

Susumu Sasabe

From The Department of Urology, Okayama University Medical School.

(Director: Prof. Dr. J. Omura)

- I. 緒言
- II. 原爆被爆者の精液果糖ならびに血糖
 1. 精液検査法
 - 1) 精液採取法
 - 2) 精液検査項目
 - a) 精液量
 - b) 精子数
 - c) 精液果糖量
 2. 血糖定量
 3. 検査成績
- III. マウス精囊腺内果糖濃度並びに血糖値に及ぼす放射線の影響
 1. 実験方法および実験材料
 2. 実験成績
 - 1) 健常マウス
 - 2) マウスに対するX線全身照射の影響

X線照射量による影響

 - A) X線全身照射……1日後
 - B) " 3日後
 - C) " 7日後

X線照射経過日数による影響

 - D) X線全身照射 50r
 - E) " 100r
 - F) " 300r
 - G) " 500r
 - 3) マウスに対するX線辜丸照射の影響

X線照射量による影響

 - A) X線辜丸照射……1日後
 - B) " 3日後
 - C) " 7日後

X線照射経過日数による影響

 - D) X線辜丸照射 50r

E) " 100r

F) " 300r

G) " 500r

IV. 総括並びに考按

V. 結論

I 緒言

放射線の生体に対する影響に関しては、各方面より種々研究されつゝあるが、近年科学の発達にともない我々の接する放射線も、X線のみならず、その使用目的こそ異れども種々の核爆発等にもともなう人工放射性物質など多数存在し、たえずそれらの放射能にさらされていると考えなければならない。これに対して原子爆弾被爆以来とくに放射能の人体におよぼす影響及びその対策、又はその治療面への應用など、多くの人々により追求されつゝある現状である。しかしながら放射線の辜丸におよぼす影響については原爆以前より幾多の研究が行われているが、男子副性器の活動性、或は機能については、未だまとまった検索がみられない。こゝにおいて私は、副性器機能および辜丸の男性ホルモン活動の指針たる精液果糖の放射線による影響について検索することによってその一端を解明せんと志し、広島地方における原子爆弾被爆者の精液果糖量および、精液果糖量の消長に密接な関係があると考えられている血糖値をも同時に測定すると共に、マウスを使用し、これにX線を照射して、精囊腺内果糖を測定し叙上の関係を追求した。

II 原爆被爆者の精液果糖ならびに血糖

昭和20年8月広島に有史最初の原子爆弾が投下されてよりすでに13年を経過するが、原爆の人体に及ぼす影響に関しては、被爆直後より今日に及ぶまで、その熱線および放射線などによる皮膚、造血臓器および性器など身

体各臓器に及ぼした影響に関し多くの研究が報告されているが^{1).2).3).4).5).17).18).}、私はその放射能が男子性器の生理作用に及ぼす影響を及ぼしているかについて調査するため、被爆者の精液果糖およびその果糖量に密接な関係のある血糖値を測定した。検査した被爆者は比較的若く、被爆距離も短く、又泌尿器科的には勿論その他の身体臓器にも認むべき疾患を有せざる14名を選び測定した。また同時に精液量および精子数をも検査した。

1. 精液検査法
- 1) 精液採取法：禁慾1週間の後、用手法にて滅菌乾燥せるピーカーに精液を採取せしめ、約30分間室温に放置して液化するのを待つて検査に供した。
- 2) 検査項目
- a) 精液量：5 ccの目盛つきメスピペットで測った。
- b) 精子数：白血球算定用メランチュールを用いて精液を0.5の目盛まで吸い、さらに Mac. Comber 液を11の目盛まで吸い、よく振盪して赤血球を計算する要領でトーマ・ツァイス血球計算板で最小区割80個内にある精子を計算し、その数を10⁶倍して1 cc中の精子数とした。
- c) 精液果糖の定量：Mann の原法を参照とした教室の山村⁶⁾の方法に従った。即ち①精液 0.4ccに磷酸緩衝液 (pH 7.4) を 0.2cc加える。②この混液 0.1ccをとり、これに10%三塩化醋酸 3.9ccを徐々に加え、後濾過する。③濾液 2 ccをとり、これに30%塩酸 7 ccおよび 0.1%レゾルシン氷醋酸溶液 1 ccを加え、此の混液を80~85℃の温湯中で10分間加温したのち、流水にて室温に冷却

し、コールマン型光電比色計をもつて比色定量した。フィルターの波長は 530mu である。

2. 血糖定量法：Folin-Wu の方法によつた。即ち、スピッツ・グラスに 3.4ccの蒸溜水をとる。空腹時、肘静脈より採血せる稀酸塩を加えた血液 0.2ccをとり、これを前記蒸溜水中に吹き出し、さらにこの蒸溜水を約10回吸つては吹き出してピペットの内面に附着せる血液を洗い込みよく混和する。これに 0.2ccの $\frac{2}{3}$ N sulfuric acid を加え、さらに 0.2ccの10% sodium tungstate を加えてよく混和し、3~5分置き、ついで遠心沈澱して上清 2 cc を Folin-Wu の sugar tube にとり、これに 2 ccの alkaline copper tartrate を加えて振盪混和し、沸騰水中に 8分入れた後、流水にて充分冷却し、これに 2 ccの phosphomolybdic acid reagent を加えて強く振盪混和し、また 5分間沸騰水に入れた後冷却し、これを蒸溜水で12.5ccに均等にうすめ、absorption cell に入れ、コールマン型光電比色計で測った。フィルターは波長 520mu を用いた。かくして附屬の表より血糖値を算出した。

3. 検査成績
- 実験の対象とした症例は、18才より38才までの14名である。被爆距離は爆心より最短 1.5km 最長 3.0km であつた。
- 精液量は 0.6ccより 4.2ccで平均2.34ccであつた。精子数は1 cc当り 0より 241×10⁶の間にあり、平均 145×10⁶であつた。精液果糖量は最低 6 mg/dlより最高 556.5

第 1 表 原子爆弾被爆者の精液果糖及び血糖値

番号	姓 名	年令	被爆距離	婚・未	精 子 数	精 液 量	精液果糖	血 糖
1	N. K.	21	1.5km	未	220×10 ⁶	3.4cc	448mg/dl	80mg/dl
2	T. I.	38	1.5	婚	241×10 ⁶	2.1	370	80
3	N. T.	27	1.7	婚	0×10 ⁶	1.3	27	59
4	S. I.	22	1.8	未	238×10 ⁶	2.0	173	122
5	F. W.	28	1.8	未	196×10 ⁶	0.6	74	93
6	S. M.	18	1.8	未	198×10 ⁶	2.0	350	114
7	Y. T.	22	2.0	未	290×10 ⁶	3.8	82	68
8	H. S.	28	2.0	未	141×10 ⁶	4.2	208	131
9	K. M.	26	2.2	婚	44×10 ⁶	1.0	556.5	110
10	H. O.	27	2.3	未	22×10 ⁶	3.2	304	127
11	K. T.	25	2.3	未	158×10 ⁶	3.2	160	84.5
12	F. T.	26	2.5	未	118×10 ⁶	2.0	134	97
13	A. M.	23	3.0	未	132×10 ⁶	2.9	520	114
14	T. T.	28	3.0	未	33×10 ⁶	1.0	6	70
平		均			145.1×10 ⁶	2.34	243.8	96.4

mg/dl平均 249.8mg/dlで、血糖値は59mg/dlより 131mg/dl平均96.4mg/dlであった。

被爆距離と精液量および精子数との関係を見るに、この間に相関々係を見出せず、又精液果糖および血糖値についても被爆距離との関係は見出し難く、たゞ血糖値と精液果糖量とはほぼ平行関係にあるようにみられた。

この成績を健康人に比するに、平均値において精液量やゞ少く、精子数はむしろ多く、果糖濃度において僅かに低値を示した。また血糖値は正常値を示した。しかし、これらの例をくわしく見ると、第3例は 1.7km の所で被爆した27才の一見健康な既婚者であるが、精液量は 1.3cc、精子は全くみられず、果糖濃度27mg/dl、血糖値も59mg/dlと何れも低値を示した。また第14例も3kmの所で被爆したが、精液量 1.0cc、精子数 38×10^6 、血糖値70mg/dlで何れも低値を示し、また果糖濃度は 6 mg/dlと14例中最低値を示した。

昭和20年10月より同年11月中旬までの大越³⁾の調査によれば、被爆距離 3 km 以内は精子減少の影響あり、2 km 以内ではこれを免れないと云う、また 2.6km より不妊症が存在し、1.6km では50%が不妊、0.6km 以内では全部不妊であると報告している。また石川⁴⁾の昭和21年5月の調査によれば、原爆による睾丸障害のための精子数異常は、爆心から 1.5km 以内のものに高度であるが、それより遠方のものにも起つていと述べている。又その報告の中に、Schinz によればX線照射の場合、34% HED ($\doteq$ 200r) で一過性去勢を来し、60% HED ($\doteq$ 360r) で永久去勢を来すと、又仁科によれば広島市の場合では、地上に與えられた爆撃直後の放射能は、

500m以内	1000r
1000m以内	800r
1500m以内	500r
2000m以内	300r

であつたと云うから、Schinz の数字を根據にすれば、1500m以内のものは永久去勢、また2000m前後以内のものは一過性去勢をうけたことになると報告している。しかしながら一方同じ石川⁵⁾の2年後における昭和22年6月の調査の報告によれば、精子数変化は前回より著明に恢復したと報告している。

広島原爆障害研究会⁷⁾の報告によれば、瞬間放射線量は、遮蔽が全然なかつた時には、熱線による中等度の火傷は爆心より3kmまでおよび、γ線と中性子の総合的な効果は爆心から約2kmまでが顯著であると報告している。

被爆後18年を経過した今日、広島において被爆せる14

名につき調査した結果、その平均において、精子数は正常値以上であるが、精液量はやゞ低値を示し、そのうち2cc以下のものが全体の半数の7例を占めている。精液果糖濃度は14例中4例に低値を認めたが、その外は正常値と考えられる。血糖値は果糖濃度に低値を示す4例の中、その3例に夫々低値を認めた。しかし期待した程の顯著な影響は認められず、平均値より判断すれば、精子数、精液量、精液果糖および血糖値ともにほぼ正常範囲内にあり、睾丸および副性器機能も一應正常状態にあるものと考えられる。然し、第3例と第14例の如く顯著な障害をみとめたもののあることは見逃せない。

III マウス精囊腺内果糖量並びに血糖値に及ぼす放射線の影響

さきに原子爆弾被爆者の精液果糖並びに血糖値について述べたが、これに関連して放射線の精液果糖並びに血糖値に及ぼす影響を調べるため次の如き実験を行った。

1. 実験方法および実験材料

実験材料としては、体重11.3～28.3gの雄性マウスを使用し、これを4～5匹づつに分けて一定の食餌をもつて終始飼育観察した。実験に際しては予め体重を測定し、1群の平均体重がほぼ一定になる様に心掛けた。また実験に当つては7匹を以て1群とし、採血またはその他の手技上の失敗例を除き各群夫々5～6匹を採用した。

放射線としてはX線を使用し、これを全身照射群と睾丸照射群とに2大別し、夫々次の条件にてX線を夫々50r, 100r, 300r, 及び 500rを1回に照射し、各々共に1日、3日、及び7日後に実験に供した。

X線照射条件

管球電圧	100KV
管球電流	3 mA
濾 過	Al 1 mm
焦点皮膚距離	25cm
r/m	20.6r

全身照射の場合は照射野は 6×8 cm、睾丸照射の場合は厚さ 1.5mmの鉛ゴムで身体他部を保護し、睾丸部のみに直径1cmの丸い穴をあけ、こゝより 5×5 cmの照射野で睾丸部照射を行った。

糖測定に際しては、先づエーテル麻酔のもとに腋窩動脈より採血し、血糖測定に供し、ついで開腹して精囊腺を前立腺前葉と共に基部において内容液の消失しないように充分注意して1側の精囊腺を切断し、これをあらかじめ10%三塩化醋酸5ccを入れておいた秤量皿に投入し、精囊腺重量を測定し、(10%三塩化醋酸5ccの重量は計

算の都合上 5 g とした) 次に果糖定量を行った。

果糖定量は Mann の原法に従って行った教室の山村⁶⁾の方法によつた。しかし著者は精囊腺の乾燥するのを防止するため、又時間的關係をも考慮して 1 回の実験は 4 ~ 5 匹に止め、つぎの如く行つた。即ち 1 側の精囊腺を 10% 三塩化醋酸 5 cc を入れた秤量瓿に投入し、その重量を測定し、ついでガラス棒で組織を充分に磨りつぶしながら攪拌して後濾過する。濾液 2 cc を試験管にとり、これに 80% 塩酸 7 cc および 0.1% レゾルシン氷醋酸 1 cc を加え、この混液を 80 ~ 85°C の温湯中で 10 分間加温したのち流水で室温に冷却し、コールマン型光電比色計をもつて比色定量する。波長、530mu のフィルターを用いた。尚精囊腺重量が 150mg 以上の場合は更に 5 cc の 10% 三塩化醋酸を加えて実験に供した。

血糖定量は、前記人体による場合と同様に Folin-Wu の方法により測定した。

2 実験成績

1) 健常マウス (対照群)

健常マウス 10 匹の 1 側精囊腺重量、精囊腺の含有せる果糖量並びに血糖値を測定した成績は第 2 表其の 1 の通りである。

体重は 15 ~ 24 g のものを用い、平均値は 19.5 g で、これらの平均精囊腺重量は 112.0mg、果糖濃度は 479.9mg/dl、血糖値は 167.9mg/dl であつた。また果糖濃度と血糖値、および果糖濃度と精囊腺重量との関係については第 1 図、第 2 図に示す如くである。

体重 13.3 ~ 16.0 g の比較的幼若マウス 10 匹の平均体重は 15.2 g で、これらの平均精囊腺重量は 96.0mg で、果糖濃度は 42 ~ 398mg/dl、平均 161.4mg/dl、血糖値は 86 ~ 179mg/dl、平均 110.9mg/dl であつた。

第 2 表 (其の 1) 正常マウスの果糖濃度

番 号	体 重	精囊腺重量	果 糖 濃 度	血糖値
2	15	87	264	86
3	16	127	398	179
5	17	96	140	135
6	18	144	428.5	170
8	19	72	182	172
11	20	117	628	193
12	21	109	520	210.5
16	22	102	520	196
17	23	147	978	179
19	24	119	740	158
平 均	19.5	112.0	479.9	167.9

第 2 表 (其の 2) 幼若正常マウスの果糖濃度

番 号	体 重	精囊腺重量	果 糖 濃 度	血糖値
1	13.3	56	42	92
2	13.9	80	47.6	86
3	14.8	86	84	92
5	15.0	87	264	100
6	15.0	107	157	86
8	15.8	101	84	104
10	15.8	97	91	96
12	16.0	117	262	179
13	16.0	102	184	118
16	16.0	127	398	156
平 均	15.2	96.0	161.4	110.9

第 1 図 正常マウス：果糖濃度と血糖値の関係

第 2 図 正常マウス：果糖濃度と精囊腺重量の関係

2) マウスに対する X 線全身照射の影響

A) X 線全身照射 1 日後

体重 18.5 ~ 22.5 g のマウスを用い、夫々 50r、100r、

第3表 X線全身照射 1日後

照射量	番号	体 重	精囊腺重量	果糖濃度	血糖値
50r	1	14.0	97	74	86
	2	15.3	107	73.5	100
	3	19.3	217	357	103
	4	20.0	217	322	122
	5	22.2	267	378	127
	平均	18.2	181	240.9	107.6
100r	6	15.5	105	86	145
	7	15.8	119	42	100
	8	16.3	117	84	73
	9	21.3	217	483	62
	10	21.3	187	238	80
	11	21.5	203	330	98
	平均	18.6	158.0	210.5	93.0
300r	12	14.7	90	42	100
	13	16.5	102	42	57
	14	17.3	230	21	65
	15	19.5	126	314	164
	16	21.3	195	274	58
	17	22.5	219	252	77
	平均	18.6	160.3	157.5	86.8
500r	18	13.5	89	21	101.5
	19	15.3	84	54	170
	20	16.5	99	21	86
	21	19.3	90	240	33
	22	19.8	189	205	33
	23	21.3	367	210	26.5
	平均	17.6	153.0	125.2	75.0

300r, 及び 500rを前述の如く夫々1群7匹として照射した。

その成績は第3表, 第3圖に示す如く精囊腺重量はX線照射量の増加により殆んど変化を認めないが, 精囊腺内果糖量はX線照射によりすでに50r 照射より著明に低下し, X線照射量の増加につれて更に次第に低値を示した。血糖値においても果糖量低下と平行して低値を示した。

B) X線全身照射 3日後

体重16.3~24gのマウスを用い, 夫々50r, 100r, 300r 及び 500r を夫々1群7匹として照射し, 前記同様その中の5~6匹を採用した。

その成績は第4表, 第4圖にみるように精囊腺重量はX線照射により殆んど影響をうけないが, 精囊腺内果糖量はX線照射により著明に低下し, またX線照射量の増加につれて次第に低値を示すのを認めた。また血糖値に

第3図 X線全身照射 1日後

おいても果糖濃度と平行関係にあることを認めた。しかしX線照射量の増加による影響は, 精囊腺内果糖も血糖と共にX線全身照射1日後の場合よりも少い。しかも血糖値においては照射X線量増加により低下の傾向は示すが大体正常値範囲内である。

C) X線全身照射 7日後

X線照射後の衰弱を考えて特に19.3~28.3gの重量を有する大きなマウスを用い, X線全身照射1日後及び3日後の場合と同様に夫々50r, 100r, 300r 及び 500r を1回に照射した。照射後7日間を経過してもマウスに外見上特別の変化は見られなかった。

精囊腺重量は第5表, 第5圖にみるようにX線照射量による影響は殆んど認められず, 精囊腺内果糖濃度および血糖値は, X線全身照射3日後と同様にX線照射により夫々低値を示し, X線照射量の増加と共に低下の傾向

第4表 X線全身照射 3日後

照射量	番号	体 重	精囊腺重量	果糖濃度	血糖値
50r	1	18.3	129	197.5	164
	2	21.3	117	227	174
	3	22.3	98	260	199
	4	22.8	152	201	164
	5	23.3	177	590	151
	平均	21.6	134.6	295.1	170.4
100r	6	17.4	117	274	160
	7	22.8	131	274	139
	8	23.3	127	224	147
	9	23.6	160	404	164
	10	24.0	107	248	193
	平均	22.2	128.4	284.8	160.6
300r	11	16.3	101	98	188
	12	20.3	111	114	156
	13	20.8	129	264	124
	14	21.2	146	556	170
	15	21.8	94	140	151
	平均	20.1	116.2	234.4	157.8
500r	16	17.3	99	98	181.5
	17	18.5	92	120	70
	18	20.3	128	187	135
	19	20.3	115	150	135
	20	21.3	129	296	170
	平均	19.5	112.6	170.2	138.3

は示したが、その影響は照射3日後の場合より少いようである。血糖値についてはX線照射量の増加により低下の傾向は示すが、その影響は非常に少ない。

次にX線を夫々全身に50r, 100r, 300r及び500r照射した各群について、その経過日数による影響を観察した。この場合体重を一定させるために特に20g以上のマウスのみを集めた。

D) X線全身照射50r

第6図のように精囊腺重量は3日後において1日後よりは低下し、7日後にはやや回復の徴が見られる。果糖濃度は1日後より著明に減少し、3日後は更に減少するも、7日後には殆んど回復する。血糖値は1日後は低値を示すも3日後よりは回復の徴を示し、7日後には殆んど正常値に帰る。

E) X線全身照射 100r

第7図の如く精囊腺重量は全身照射100rの場合も、50r照射の場合と同様に3日後には1日後よりもやや低下し、7日後にはやや回復し、果糖濃度も50r照射の場

第4図 X線全身照射 3日後

合同様に1日後より著明に低下し、3日後は更に低下するが、7日後には殆んど回復する。血糖値についても50r照射の場合とほぼ同じような傾向を示すが、50r照射の場合よりも照射後1日の血糖値は更に低値を示した。

F) X線全身照射 300r

精囊腺重量、精囊腺内果糖濃度および血糖値のいずれもが50r及び100r照射の場合と同様の傾向を示すが、何れも7日後における回復がやや悪い。

G) X線全身照射 500r

X線照射量が1回に500rの大量になつてもマウスの全身状態には何等外見上の変化はなく、精囊腺重量、精囊腺内果糖濃度および血糖値の何れも、50r, 100r及び300r全身照射の場合と同様の傾向を示した。

3) マウスに対するX線率丸照射の影響

A) X線率丸照射1日後

体重13.8~20.0gのマウスを用い、全身照射の場合と

第5表 X線全身照射 7日後

照射量	番号	体 重	精囊腺重量	果糖濃度	血糖値
50r	1	21.8	133	422	203
	2	23.8	150	668	164
	3	24.9	129	334	196
	4	26.7	165	534	174
	5	27.5	172	668	179
	平均	24.9	149.8	525.2	183.2
100r	6	22.1	110	364	174
	7	22.3	147	570	147
	8	22.8	191	652	199
	9	25.0	172	416	188
	10	25.6	176	564	203
	平均	23.6	159.2	513.2	182.2
300r	11	21.3	121	282	127
	12	23.3	133	314	188
	13	23.4	125	386	208
	14	25.3	121	504	179
	15	25.3	162	572	167
	平均	23.7	132.4	411.6	173.8
500r	16	19.3	102	230	116
	17	20.0	124	182	184
	18	20.3	121	354	160
	19	24.5	157	772	172
	20	28.3	154	474	160
	平均	22.5	131.6	402.4	158.4

同様に、夫々50r、100r、300r および 500r を夫々1群のマウスに照射した。

精囊腺重量はX線照射量の増加により殆んど変化なく、精囊腺内果糖濃度はX線照射により、すでに50rで低下を見るが、100rでは更に低下し、300rでは又や増加し、500rでは最低値を示した。血糖値は50rではほぼ正常値を示すが、X線照射量の増加につれて100rより更に300r、300rより更に500r照射群と徐々にあるが増加の傾向を示した。

B) X線率丸照射 3日後

体重11.3~24.8gのマウスを用い、夫々50r、100r、300r及び500rを夫々1群に照射した。精囊腺重量は50r及び100rでは殆んど変化はないが、300r及び500r照射によりやや低値を示した。精囊腺内果糖濃度は50r照射では殆んど正常平均値の1/2値を示すが、100rではやや回復し、300r及び500rでは100r照射の時より又やや低値を示した。血糖値は50r照射で、精囊腺内果糖と同様に最低値を示したが、100r、300r及び

第5図 X線全身照射 7日後

500rではほぼ正常値に近くなり、血糖値は果糖濃度に平行して増減しているようである。

C) X線率丸照射 7日後

体重12.8~27.8gのマウスを用い、X線率丸照射1日後及び3日後同様に、50r、100r、300r及び500rを照射した。

精囊腺重量はX線照射7日後においては、X線照射量による影響は全く認められず、精囊腺内果糖濃度は50rですでに低下を示し、100r、300rとX線照射量の増加により次第に低値を示し、300r照射時が最低値を示した。500r照射群では300r照射群よりかえって高値を示した。これは300r照射群のマウスの平均体重が最低のためとも考えられる。血糖値は殆んどX線照射量による影響は見られなかった。

X線を率丸に夫々50r、100r、300r及び500r照射せ

第6図 体重20g前後以上
X線50r 全身照射

第7図 体重20g前後以上
X線100r 全身照射

第8図 体重20g前後以上
X線300r 全身照射

第9図 体重20g前後以上
X線500r 全身照射

第6表 X線率丸照射 1日後

照射量	番号	体 重	精囊腺重量	果糖濃度	血糖値
50r	1	14.3	101	21	90
	2	15.8	112	63	53
	3	16.3	72	57	170
	4	17.5	134	286	184
	5	20.0	117	42	59
	平均	16.8	107.2	93.8	111.2
100r	6	14.3	74	26	122
	7	14.8	101	76	147
	8	15.6	80	84	160
	9	16.3	162	110	160
	10	17.3	120	84	101.5
	平均	15.7	107.4	76.0	138.1
300r	11	13.8	69	63	139
	12	14.3	96	64	122
	13	14.3	120	57	140
	14	15.3	97	51	158
	15	19.6	110	294	197
	平均	15.5	98.4	105.8	151.2
500r	16	12.3	76	21	66
	17	14.3	94	51	188
	18	14.3	123	42	228
	19	15.3	101	20	124.5
	20	19.5	175	210	227
	平均	15.1	113.8	68.8	166.7

る各群について、その日数の経過による精囊腺重量、精囊腺内果糖濃度および血糖値に及ぼす影響について調べて見た。X線率丸照射の日数の経過による影響を調べる場合に、特に幼若マウスの率丸への影響を見るために15g前後以下の体重の幼若マウスのみをとりあげた。

D) X線率丸照射 50r

精囊腺重量は照射1日後は正常値を示すが、3日後はやゝ低値を示し、7日後では正常値に復している。精囊腺内果糖は照射1日後に著明に減少し、3日後は更に減少し、7日後では正常値に恢復する。血糖値は1日後は低値を示すが日数の経過と共に正常に復す。

E) X線率丸照射 100r

精囊腺重量は3日後にやゝ低値を示すが、7日後では恢復する。精囊腺内果糖は1日後にすでに平均値の半値を示し、3日後には更に低下し、7日後では正常値への恢復の徴を示す。血糖値は精囊腺内果糖と同様に3日目に低値を示すが、何れも正常値範囲内であつて、殆んど変化は見られない。

第10図 X線率丸照射 1日後

(註) ---- 正常平均値

F) X線率丸照射 300r

精囊腺重量は50r, 100r 照射の場合と同様に3日後に低値を示すが、7日後には恢復する。果糖濃度も亦50r, 100r 照射の場合と同じような傾向を示し、血糖値は1日後、3日後はほぼ正常で、7日後はやゝ高値を示した。

G) X線率丸照射 500r

精囊腺重量、精囊腺内果糖濃度および血糖値のいずれもが300r 照射の場合と全く同様の傾向を示した。たゞ精囊腺内果糖のみは7日後における恢復がやゝ遅いようである。

IV 総括並びに考按

精液果糖が率丸および副性器の健全により支配されることは先に教室の山村⁸⁾或は Mann⁹⁾、志田⁹⁾等の記載するところであり、また血糖が精液果糖量に密接な関係にあり、精液果糖量が血糖値に比例して増減することも証明されている⁸⁾。

こゝにおいて私は、原子爆弾の放射能が、いかに性腺

第7表 X線睾丸照射 3日後

照射量	番号	体 重	精囊腺重量	果 糖 濃 度	血糖値
50r	1	14.3	59	17	125
	2	15.0	63	19	114
	3	19.8	78	300	110
	4	21.0	111	118	193
	5	21.3	127	101	114
	平均	18.3	87.6	111.0	131.2
100r	6	13.3	56	32	102
	7	15.0	52	37	124.5
	8	18.3	145	201	213
	9	22.3	94	305	141
	10	22.7	161	330	184
	平均	18.3	101.6	181.0	152.9
300r	11	13.3	43	22	139
	12	14.3	54	29	131
	13	20.3	73	211	133
	14	20.8	114	110	188
	15	24.8	120	400	139
	平均	18.7	80.8	154.4	146.0
500r	16	11.3	50	5	97
	17	11.3	45	5.3	131
	18	19.8	65	237	122
	19	21.3	151	248	199
	20	23.9	102	354	174
	平均	17.5	82.6	169.9	144.6

第11図 X線睾丸照射 3日後

および全身に作用し、その結果、血糖および精液果糖に如何なる変化を来したかを調べるため、原子爆弾被爆者の精液果糖および血糖値を測定すると共に、マウスを用いて実験的にX線を全身および睾丸に夫々照射し、それらの精囊腺内果糖濃度および血糖値に対する影響を実験した。

被爆者の精液果糖および血糖については、原子爆弾被爆以来13年を経過するが、今日なお被爆者の犠牲は後をたゞず、その健康管理及び治療は重大な問題となっており、現在においてもなお定期的に或は必要に応じて諸検査が行われているが、これらの検査は主として造血臓器および末梢血液像を対象としたものである。しかし性腺および精子等、生殖機能に関しては被爆当時その影響について2～3の報告があるのみで^{3), 4), 5)}、最近その研究報告を見ず、又精液果糖に関してはまだその報告に接しない。私は少数例ではあるが被爆者の精液果糖測定を主とする精液検査を行うと共に、血糖値をも測定した。

被爆者は38才の1名を除く外は何れも18才より28才ま

での比較的若年者であり、これらの人々は被爆当時は小児期ないしは少年期のものであり、放射線の影響も比較的大きく、又これらの人々の将来に及ぼす影響も重要であると考えられる。しかし年令による原爆の影響は認められなかった。

被爆年令による影響と共に、被爆距離の遠近は更に重大なる影響を行はすものと考えられる。諸家の報告^{3), 4), 5), 7)}もまた被爆距離による影響について述べ、被爆当時の報告では3 km で精子減少を認め、1.6km では50%が不妊、0.6km 以内では全員不妊であると云い、また2,000 m前後以内は一過性去勢、1500m以内では永久不妊になる可能性があるとして述べているが、その2年後の報告では著明に回復の傾向を認めている。また広島原爆障害研究会⁷⁾の報告の如く、ただ単に被爆距離のみならず被爆時の情況、即ち主として遮蔽物の有無及びその程度により、熱線のみならずγ線及び中性子による障害に大

第8表 X線辜丸照射 7日後

照射量	番号	体 重	精囊腺重量	果糖濃度	血糖値
50r	1	14.5	102	163	135
	2	14.8	113	182	151
	3	20.7	114	286	143
	4	23.6	137	608	160
	5	26.3	137	121	141
	6	27.8	156	520	213
	平均	21.3	126.5	313.3	157.2
100r	7	15.3	105	98	135
	8	15.8	89	121	147
	9	23.6	122	296	147
	10	24.8	136	708	170
	11	25.0	133	98	139
	平均	20.9	117.0	264.2	147.6
300r	12	12.8	99	140	174
	13	15.6	87	129	148
	14	19.3	107	224	131
	15	20.2	147	173	151
	16	20.3	139	370	176.5
	17	27.8	134	143	174
	平均	19.3	118.8	196.5	159.1
500r	18	15.8	96	64	147
	19	16.0	94	104	164
	20	20.3	94	572	181.5
	21	21.0	124	230	176.5
	22	23.9	129	201	218
	23	24.8	197	489	129
	平均	20.3	122.3	276.7	169.3

なる相違があるものと考えられる。このような条件の加わるためか、被爆距離が短いものが最も影響が大きかったかと云うにそうばかりではなく、精液果糖量に減少を認める4例のうち、その3例は夫々1.7km、1.8km、2.0kmといずれも比較的近距离で被爆しているが、他の1例は3kmの所で被爆している。又一方比較的近距离の1.5km～2.0kmの所で被爆せるものでも全く正常値を示している。しかし被爆距離2.0km以内の被爆者の方に障害を認めるものが多いように思われる。

精液量は14名の平均は2.34ccで健康平均値^{6).10).11).12).}よりやや低値を示しているが、各人について見ると直接被爆距離の影響によるものとは考えられない。また被爆による不妊症の問題について考えて見るに、精子数および精液量より判断して不妊症^{3).4).6).9).14)}と考えられるもの5例を数えるが、その中3例は未婚者であり、他の

第12図 X線辜丸照射 7日後

2例は既婚で不妊を訴えている。

精液果糖濃度は平均243.8mg/dlでほぼ正常値^{6).8).9).10).11).12).13).14).}、5例に低値を認め、その中134mg/dlを示すものは一應除外するとしても、4例に明らかに果糖濃度の低値を認める。この中の1例は第3例の27才、既婚、被爆距離1.7km、子供なし、精子数0、精液量1.3cc、果糖量27mg/dl、血糖値59mg/dlであり、又もう1例は第14例の28才、未婚、被爆距離3.0km、精子数 33×10^6 、精液量1.0cc、果糖量6mg/dl、血糖値70mg/dlであつて、明らかに変化を認め、又他の2例においても夫々第5例、第7例の如く果糖量のみならず夫々精液量、血糖値にも変化を認めた。しかしこれが原爆の影響によるものか否かについては俄かに断定できない。

血糖値については放射線による影響としては、X線照射の場合の報告には接するが^{15).16).}、原爆の影響に関して

第13図 体重15g 前後以下

X線 50r 辜丸照射

(註) ----- 正常平均値

は適当なものに接し得なかつた。被爆者中 3 例に低血糖を認めたが、そのいずれもが精液果糖量は非常に低値を示し、血糖値と果糖濃度との平行関係を示すと共に、これら患者に何等かの障害のあることを示している。

以上原子爆弾被爆者の精液果糖、精液量、精子数および血糖値について考察を加えたが、次に実験的に X 線を種々の条件でマウスに照射し、その精囊腺内果糖、血糖および精囊腺重量に及ぼす影響に関して述べる。

先づ体重 15~24 g の健常マウス 10 匹を検したが、1 側精囊腺重量は 72~147 mg の間にあり、その含有せる果糖量は 140~978 mg/dl の間にあり、精囊腺重量と果糖濃度はほぼ比例することを認めた。血糖値は 86~210.5 mg/dl で、果糖量が多いものは血糖値も高値を示すよううかがわれる。比較的幼若な、体重 13.3~16 g のマウスでは、精囊腺内果糖濃度は 42~398 mg/dl、血糖値は 86~179 mg/dl であった。この場合山村⁶⁾はエーテル麻酔は精液果糖量には影響を及ぼさないと述べているが、血糖値については、エーテル麻酔は一般に血糖上昇を来すことが

第14図 体重15g 前後以下

X線 100r 辜丸照射

(註) ----- 正常平均値

認められている¹⁹⁾。又手術に関しては、果糖濃度には影響はないというが、血糖値に関しては、エーテル麻酔と同様にその上昇を来すことは衆知の事実である。しかしして血糖上昇は手術の大小により異り、特に大手術の場合に著明^{20), 21), 22), 23), 24)}である。本実験では単なる採血であつて手術的侵襲とは考えられないが、私の実験において、マウスの血糖値がやゝ高値を示しているとすれば、これは上記の如き理由によるものではないかと考えている。

次にマウスに対する X 線照射の影響については、X 線全身照射の場合として、体重 13.5~28.3 g の健常マウスに X 線を夫々 50r, 100r, 300r 及び 500r 照射し、夫々 1, 3, 7 日後にその精囊腺重量、精囊腺内果糖濃度および血糖値を測定したのであるが、精囊腺重量は X 線照射後の経過日数による変化はないが、果糖濃度および血糖値は、X 線照射量の増加につれて次第に低下する傾向を示し、その傾向は照射後日数の経過につれて軽度となる。また果糖濃度に比して血糖値は X 線量による影響が

第15図 体重15 g 前後以下
X線 300r 辜丸照射

第16図 体重15 g 前後以下
X線 500r 辜丸照射

非常に少い。

家兎、海猿、犬等の上腹部X線照射後は過血糖を来すと云うが¹⁵⁾、全身照射により糖代謝に関係のある膵臓、肝臓、脳等にX線が夫々刺激的或は破壊的に働き、その作用は種々であり、また勝¹⁶⁾、中村等²⁵⁾は人体X線全身照射は血糖値に著変を及ぼさないと云っている。

本実験においては、X線全身照射直後は或は過血糖を示したかも知れないが、24時間後では既に低値を示した。しかし3日後及び7日後では正常値を示し、何等X線の影響を認めることは出来ない。

精囊腺はX線照射後短时日のためか、その重量の変化は殆んど認められなかったが、果糖濃度はX線による精囊腺及び辜丸の障害のためか、または低血糖によるために低値を示したものと思われる。

次に20 g 前後以上のマウスにつきX線照射後の経過日数による影響を調べるため、夫々50r、100r、300r 及び500r を全身に照射し、経過日数による精囊腺重量、精囊腺内果糖濃度および血糖値の変化を見るに、精囊腺

重量は正常範囲内であるが、3日後および7日後はやゝ減少している。精囊腺内果糖量はX線照射により、照射X線量の如何にかゝらず低値を示すが、照射後1日ですでに低下し、3日後は最低を示すが、7日後には既に殆んど健常平均値に復している。血糖値は、1日後に最低を示し、3日後には既に回復の徴あり、7日後では殆んど健常平均値へ帰る。即ち、果糖は血糖回復に遅れて回復し、血糖より果糖への轉化には或程度の時間を必要とするものようである。

X線辜丸照射について眺めると、X線辜丸照射の場合に、その照射X線量の大小による影響を調べるために、体重11.3~27.8 g の健常マウスにX線を夫々50r、100r、300r 及び500r 照射し、夫々1,3,7 日後に精囊腺重量、精囊腺内果糖量および血糖値を測定した。精囊腺重量はX線照射3日後に僅に低値を示す外に、照射X線量による影響は殆んど認められず、精囊腺内果糖濃度はX線照射後1,3,7 日の何れにおいても健常平均値より低値を示すが、照射X線量による影響は全く不定である。血糖値も果糖濃度と同様に一定の傾向は見られなかった

が、ほぼ正常範囲内で、果糖濃度との関係において、やゝ比例関係にあることを思わしめた。

次にX線照射後の経過日数による影響であるが、精嚢腺重量はX線量によらず、3日後には低下し、7日で大体照射後1日の重量に帰る。果糖濃度は1日後より低値を示すが、3日後は最低となり、7日後では健常平均値に帰る傾向を示すが、500r照射群ではその回復がやゝ悪い。血糖値も果糖濃度にほぼ平行関係を示すが、その変動する値の範囲は果糖濃度よりも少ない。

X線を辜丸部に照射することにより、辜丸機能の荒廢を來し、精液果糖に対して大なる影響を來すものと考えたが、認むべき一定の傾向は認められず、精液果糖のみならず血糖においてもむしろ全身への照射の方が影響が大きく明らかであった。

血糖値においては全身照射の場合には、果糖は血糖恢復に遅れて恢復したが、辜丸照射の場合にはほぼ平行して恢復した。これも辜丸部のみの照射よりもやはり辜丸部をも含めた全身への照射の方が、マウスに対する影響が大きかつた爲であると考えられる。

以上、原爆被爆者における精液所見と、マウスに対するX線照射実験を考察すると、そのうけた放射能によつては、精子形成が或程度認められても、果糖濃度の低下する例もあり、案外この方面は等閑に附されている傾向があることよりして、被爆者はもとより、放射能に曝されている限り、この方面の注意は疎かにすべきでないことを申したい。

V 結 論

放射線の精液果糖並びに血糖値に及ぼす影響を、原爆被爆者及びX線を照射せるマウスにつき検索せる結果、次の結論を得た。

1. 原爆被爆者14名中5名に精液果糖量の低下を認め、その内3名は血糖値も低下していた。

2. マウスの全身にX線を照射すれば、その照射量により、精嚢腺重量には殆んど変化は認めないが、精嚢腺内果糖濃度および血糖値は、照射X線量の増加につれて次第に低下し、その傾向は日数の経過につれて軽度となり、7日後には殆んど正常値に帰る。

3. マウスの辜丸部にX線を照射すれば、X線照射量

により精嚢腺重量は殆んど変化を見ず、果糖濃度は一般に低値を示すが、一定の傾向はなかつた。然し7日後には正常値に帰る傾向を示した。血糖値は3日後にやゝ低値を示すのみで、X線による影響は殆んど認められなかつた。

稿を終るに臨み、恩師大村教授の御指導と御校閲を深謝すると共に、御協力下さつた広島市民病院院長甲斐太郎博士、藤井浩博士及び放射線科の皆様に感謝する。

主要文献

- 1) 都築：綜合医学，14，493，1957.
- 2) 渡辺：綜合医学，14，924，1957.
- 3) 大越：原子爆弾災害調査報告，第1分冊，720，1953.
- 4) 石川：原子爆弾災害調査報告，第1分冊，724，1953.
- 5) 石川：原子爆弾災害調査報告，第1分冊，727，1953.
- 6) 山村：岡医誌，69，①2969②2985，1957.
- 7) 広島原爆障害研究会：日本医師会雑誌，39，674および802，1958.
- 8) T. Mann：精液の生化学，三共出版，1～83および135～160，(1956).
- 9) 志田：男性ホルモンと臨床，医歯薬出版，(1953).
- 10) 三矢：日泌尿会誌，48，419，1957.
- 11) 赤堀：第1回西日本不妊学会(抄)，(1958).
- 12) 瀬川：日泌尿会誌，48，869，1957.
- 13) 外塚：日泌尿会誌，43，215，1952.
- 14) 西村：臨床皮泌，7，835，1953.
- 15) Paul Lazarus：Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde 1 Band. 435，(1928).
- 16) 勝：第43回九州沖繩医学会会誌，(抄)107，(1943).
- 17) A.W. Oughterson & S. Warren：Medical Effects of the Atomic Bomb in Japan, p. 298, 318, (1949).
- 18) A.A. Liebow, S. Warren & E. DE Coursey：Am. J. Path, 25, 853～1027, 1949.
- 19) 丘中：長崎医学会雑誌，30，1035，1955.
- 20) 浅岡：日産婦会誌，7，1619，1955.
- 21) 渡辺：日外会誌，56，1126，1955.
- 22) 山下：医療，4，103，1950.
- 23) 山口：名古屋市立大医学会雑誌，2，17，1951.
- 24) 八田：熊本医学会雑誌，28，特集号203，1954.
- 25) 中村：共済医報，6，270，(1937). 抄