特 集

妊 娠 と X 線**

Pregnancy and X-ray

片 山 仁* 木 本 龍 也***

HITOSHI KATAYAMA, M.D., & TATUYA KIMOTO, M.D.,

産科婦人科領域におけるX線検査には次のようなものがあります。すなわち、

- 1) 腹部単純撮影
- 2) 骨盤気腹法
- 3) 子宮卵管造影
- 4) 胎児撮影
- 5) 骨盤計測 (Guthman 法, Martius 法)
- 6) 胎盤撮影
- 7) 羊水撮影
- 8) 胎盤シンチグラフィ ($^{99m}\text{Tc-HSA}$, $^{113m}\text{In Cl}_2$)

などであります。ここでは以上のような諸検査の詳細については、専門家の皆様に特に述べることもありませんので、本日は最近、社会的にも色々取沙汰されております妊娠に対する放射線の影響について* ICRP勧告¹⁾およびわが国の患者被曝防護のためのX線診断検討委員会の日本医師会に対する答申²⁾を参考にして述べさせていただきます。

放射線感受性について

哺乳動物の細胞の放射線感受性は、その種類や状態によって異なります。一般にベルゴニー・トリボンドーの法則で説明されますが、それを列記しますと次のようになります。

- 1) 細胞分裂の頻度の高いものほど感受性が高い。
- 2) 将来行なう細胞分裂の数が大きいものほど感受性が高い。

* 順天堂大学医学部教授 (放射線医学)

*** 順天堂大学医学部助手 (放射線医学)

Department of Radiology, Juntendo University,
School of Medicine** 第189回順天堂医学会学術集会 (May. 30. 1974)
(Jun. 19. 1974 受付)

3) 形態および機能において未分化のものほど感受性が高い。

ということであります。人体で具体的に組織の放射線感受性が高いものから順に述べますと、1) リンパ組織、骨髓、胸腺、2) 卵巣、睪丸、3) 粘膜、4) 唾液腺、5) 毛のう、6) 汗腺、脂腺、7) 皮膚、8) 漿膜、肺、9) 腎、10) 副腎、肝、脾、11) 甲状腺、12) 筋組織、13) 結合組織、14) 軟骨、15) 骨、16) 神経細胞、17) 神経線維となります。

これから分りますように生殖腺は体内で最も感受性の高い臓器の一つであります。一般に生殖腺に30ないし50R照射しますと突然変異率は2倍になるといわれております。

次に胎児の放射線照射による影響についてみてみます。胎児は成長した個体と異なり次のような特徴をもっております。すなわち、

- 1) 放射線照射に対する感受性は胎児の方がはるかに高い。成体では比較的抵抗性のある骨もその成長が旺盛な胎児期にはきわめて影響をうけやすい。
- 2) 個体の発生時期によって同じ量の放射線をうけても反応のあらわれ方が異なる。
- 3) 胎児に発生する奇形は無酸素状態やウイルス感染によっておこる奇形と本質的には同じである。
- 4) 照射された母体の影響をうける。

個体発生の時期と障害の特徴について

Russell³⁾は出生前の発育段階を放射線影響の立場から3段階に分け生物学的パターンを図1のよ

1) 脚注 ICRP. International Commission on
Radiological Protection (国際放射線防護委員会)

図 1

うに示しております。その概要を示すと次の通りであります。

- 1) 着床前期 (preimplantation period) 受精直後, 15R で細胞は膨張破裂する。結果として胎児は死亡吸収される。吸収を免れて出生した児は健康である。
- 2) 器官形成期 (period of organogenesis) 外胚葉性障害が中胚葉性障害より強くあらわれる。先天異常と新生児死亡が増加する。奇形は多様で2つ以上の奇形をみることが多い。マウスの子宮内照射で奇形を生ずる最低線量はおおよそ 15rad といわれている。予想される奇形としては終脳形成不全, 小頭症, 水頭症, 歯牙奇形, 脊髓中心水腫, 二分脊椎, 無眼症, 小眼症, 腹部ヘルニア, 右心, 指奇形, 骨奇形, 成長不全, 成熟不全, 貧血症などがある。
- 3) 胎児期 (fetal period)

以上述べた異常はむしろ減少するが出生後何らかの障害を長期にみるものが多い。すなわち, 胎児ないし新生児死亡や奇形発生より癌誘発の危険性が増加する。

現在まで放射線による異常の誘発発生率は少なくとも 100rad 以上で得られた線量効果関係を外挿して小線量域での発生率を出したものでありますが, 比較的明らかになっている障害について次に示します。

白血病については Brill(1962)⁴⁾の報告をもとに

して ICRP で平均的見積りを行なったところ全身 1rad 被曝により人口100万につき1ない2例の白血病の発生をみるという結果がでております。また, Court-Brown と Doll⁵⁾ は 11,287名の放射線治療を受けた強直性脊椎炎患者の追跡調査で最大骨髓線量と白血病発生率の間に直線的な関係をみております。また, Stewart⁶⁾⁷⁾⁸⁾は胎内被曝児の癌発生率の増加を指摘しております。

小頭症については Miller⁹⁾ および Wood¹⁰⁾¹¹⁾の報告があります。表1は妊娠時期による照射の悪性腫瘍発生の度合を示しております。

表 1 妊娠時期による照射率の比較 (Stewart)

検査した妊娠時期	悪性腫瘍群	対 照 群	両群照射数の比
妊 娠 前 期	33	4	8.25
妊 娠 中 期	67	45	1.49
妊 娠 後 期	698	489	1.43
時 期 不 明	343	236	1.45
合 計	1,141	774	1.84

生殖系への影響をみますと大体ベルゴニー・トリボンドーの法則に合致しています。男性では, spermatogonia, spermatocyte, spermatid, sperma 順に感受性が高い。女性では卵子形成期の初期ほど感受性が高く, 黄体, 間質細胞, 卵胞細胞, 卵子の順となります。又, 男性, 女性ともある程度放射線をうけると不妊となることは知られていますが, 卵巣の場合, 一時的な不妊は 200R/1回, 800R/4日分割で, 永久不妊は 400R/1回, 500R/2日分割で生じます。

X線検査時の被曝量について

表2に示すように ICRP はX線検査を生殖腺線量の大きさによって低, 中, 高生殖腺線量群の3群に分けています。心臓, 胸部, 四肢の検査を含む最も一般的検査の多くは 10mrad 以下の生殖腺線量であります。生殖腺が直接被曝しない下腹部の数種の検査において線量は約 100mrad のレベルであります。ところが産科婦人科領域における検査の生殖腺線量は大きく 500mrad を越え, 大体

表 2 成人の放射線検査における生殖腺線量の群別

	生殖腺線量 (mrad)		遺伝有意線量に 対して占める大 体の百分率	平均骨 髄線量 (mrad)	一人あたりの平均骨 髄線量に対する寄与 の大体の百分率
	男	女			
A. 低生殖腺線量群					
頭部（頸椎を含む）	10 以下		1 以下	50	3
歯（口内全部）	"		"	20	6
腕（前腕と手を含む）	"		"	<10	—
骨胸廓（肋骨，胸骨，鎖骨，肩）	"		"	100	—
胸 椎	"		"	200	—
下肢，足	"		"	<10	—
胸（心，肺），集団間接撮影を含む	"		4	40	35
B. 中生殖腺線量群					
胃および上部消化管	30	150	4	300	15
胆嚢，胆道撮影	5	150	1	100	—
上腿の下 2/3	400	50	4	50	—
C. 高生殖腺線量群					
腰椎，仙骨	1000	400	18	200	7
骨 盤	700	250	9	100	2
臀部，上腿の上 1/3	1200	500	8	50	—
泌尿管撮影	1200	700	12	500	10
逆行性腎盂撮影	1300	800	4	300	—
輸尿管膀胱撮影	2000	1500	1	300	—
消化管下部	200	800	13	600	8
腹 部	500	500	4	100	3
腹部（婦人科）		600	10	100	2
骨盤計測	胎児……1000				
		1200	7	800	4
卵管造影	胎児……4000			2000	
		1200	< 1	300	—

ここに示す生殖腺線量は多くの国での測定を総合したもので、上記の3群の線量の大きさは大体のオーダーを示すにすぎないと考えるべきである。この表に便宜上加えた平均骨髓線量も、同じように総合した値である。

1000mrad 前後であります。場合によっては数千 mrad にも達します。

また、個人の生殖腺線量を子供期待数で加重した遺伝有意線量というものがありますが、大体 10 mrad から 60mrad 程度であります。これには一次線維によって生殖腺が被曝するような検査の影響が大きいわけです。わが国における遺伝有意線量は 26.5mrad という値が出ております。

図 3 は 順天堂大学本館中央放射線室における検査時の線量の一例であります。すなわち、本館の地下にあり 子宮卵管造影や乳房撮影を行なってい

図 2

る第14X線室における一次線、二次線による線量を示しております、測定は水ファントムを用い、コロニアル線量計で測定致しました。撮影では、80 kvp, 100 mA, 1sec で天板上で一回曝射あたり0.56Rであります。透視の場合は80kvp, 1mA で0.8ないし0.9R/minであります。また図3には二次線による線量を示しておりますが、天板の真横が高い線量を示しております。いずれにしましても撮影より透視時の線量の比重が大きいわけです。

被曝線量を少なくするためには どうすれば良いか

まず、X線検査の適応を厳格に決めることあります。X線検査と同等またはそれ以上の検査があればまずそれを行なうべきであります。しっかりした診察もしないで、安易にルティーン検査の一環としてX線検査を指示することは厳に慎むべきであります。X線検査を行なう場合は所要の情報を最少の被曝量で得るように努力すべきであります。

放射線障害の予防の三大原則に時間（短い方がよい）、距離（距離をおく方がよい）および遮蔽物（適当な防護具を使用する、鉛ゴム前掛・手袋の使用など）はいかなる場合も生きているわけですがX線検査時における具体的な注意事項をあげるならば次のようなことがいえるであります。すなわち、

- 1) X線検査の適応を厳格に決める。
- 2) X線束を絞る（多重絞りをういて不必要に大きな照射野をさける。このことはX線像の画質を向上させる二重のメリットがある）。
- 3) 出来るだけ短時間に検査をすませる（このためには準備を完全にし、検査手技に習熟する必要がある。透視スイッチを手まめに切り、透視時間は多くても5分を越えないようにする）。
- 4) 出来るだけ生殖腺や骨髄を遮蔽する（防護具を有効に使用する。馴れれば検査の実施にもじやまにはならないし、たとえじやまにな

ってもがまんする必要がある）。

- 5) 暗室透視をする場合は、眼の暗順応を十分に（少なくとも10分間）にする。
 - 6) 技術的には遠距離撮影、高感度フィルムと増感紙の組合せ、高圧撮影、フィルターの使用、三相交流の使用、パルス曝射などを十分に利用する。
 - 7) 妊娠可能婦人のX線検査は原則として月経開始後10日以内に行なう。
 - 8) X線フィルムの中央管理による複数科受診の場合の重複X線検査をさける。
- などであります。

患者被曝防護のためのX線診断（日本医師会への答申）²⁾

昭和49年3月30日、日本医師会に提出された患者被曝防護のためのX線診断検討委員会（委員長北畠隆）の答申の中から産科婦人科領域に関係した事項を紹介します。一部重複する部分もあることをお断りします。

- 1) 胚と胎児は電離放射線に対する感受性が高いためICRPの勧告を採用している。すなわち、生殖能力のある婦人の下腹部と骨盤を含むような検査を決める際には、担当医はその婦人が妊娠している可能性を考慮に入れなければならない。婦人の妊娠の可能性の最も少ない時期を月経開始後の10日間であるとし、生殖能力のある婦人の下腹部と骨盤の放射線医学的検査のなかで、患者の当面の疾患に関連して重要でないものはすべて妊娠している可能性の少ないこの時期にすべきとしている。初回妊娠による妊娠悪阻を胃疾患と誤って、消化管X線検査を行なうおそれのあることを指摘している。
- 2) 精のう、精管造影では透視の不必要性と出来るだけ撮影枚数を少なくすること。
- 3) 骨盤気腹法では透視は行なわないこと。
- 4) 子宮卵管造影では透視は手早く行なう。撮影は造影剤注入直後と10分後の2枚とすること。

- 5) 胎児撮影は妊娠3カ月以前では、よほどのことがない限りX線検査は行なうべきでないこと。
- 6) 骨盤計測では高感度フィルムと増感紙の組合せを応用すること。
- 7) 羊水造影ではなるべく撮影回数を少なくすること。
- 8) 超音波検査を十分に活用すること(例えば胎盤撮影の代りに)。

患者の不安に対する対策

最近、マスコミの影響のためか患者から色々な質問を受けることがあります。これは何も放射線科医に対してのみでなく、医師一般に対しても行なわれることと思います。ここではそのような場合どうしたら良いか、われわれの心構えについて述べてみたいと思います。

列記してみますと、

- 1) 正しい知識で正しく説明すること。
- 2) 放射線の危険性を強調するあまり患者の不安をかきたてるようなことがあってはならない。
- 3) 放射線を正しく使えば、心配ないことを説明。
- 4) 質問者の立場で同じ質問でも異なった答となり得る。
- 5) X線検査のメリットとデメリットをよく説明し、そのバランスの上になんて決める。
- 6) 質問者(患者)に納得できる材料を提供し、最終的には質問者の判断にまかせる場合も必要である。

次の二つの例は、患者の質問に対する具体的な例示であります。参考にされると良いと考えます。

その1 熊本放射線管理研究所¹²⁾

“医療被曝に対する患者の質問に答えて”

日本放射線技術学会雑誌、20巻 9号
19~26, 1973.

この中にもりこまれてある質問は次の通りであります。

質問1 レントゲンを何回も受けるが大丈夫だろうか。

質問2 撮影のとき部屋の中にもいてもよいか。

質問3 股関節撮影の時、そばについていた(妊娠)が大丈夫か。

質問4 生理中の胃のX線検査に悪影響はないか。

質問5 妊娠中の胃の透視はよいか。

質問6 妊娠中の胸部撮影は胎児に影響はないか。

質問7 健康診断の時、妊娠でしたが害はないか。

質問8 妊娠以前のX線撮影も奇形の原因になるか。

質問9 主人がX線透視を受けたが子供をつくってもよいか。

質問10 胎児撮影はよいか。

質問11 胃集団検診をうけたいが放射線障害がこわい。

質問12 年に2回の胸部撮影と1回の胃の透視をうけているが障害はないか。

質問13 小児股関節撮影の時、生殖腺防護をしてくれていますか。

質問14 頭の撮影を近所の病院でうけ、大学病院に紹介された、大学でも撮影した。障害はないか。

その2 長倉 功¹³⁾

“X線を被曝した患者の不安を消す”。

日本放射線技術学会誌、21巻 3号、
3~7, 1974

朝日新聞の記者である長倉氏¹³⁾がX線を被曝した患者の不安を消す(100%納得させる)例題を対話形式で示しているので参考にされると良いと思います。

おわりに

われわれ医療に従事する者はX線を有効に活用し疾病の診断治療に貢献すべきと考えます。一方X線の物理的、生物学的性質をよく理解し最少線量で、最大の情報を得るよう努力すべきであります。

す。特に放射線の障害については医療従事者が正しく理解することが第一であると考えます。放射線障害に関する報告はすでにすぐれたものが多数あり、それらを是非参考にされることを切に望む次第です。

終るにあたり、この機会を与えて下さった古谷実行委員長に、深甚なる感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 日本アイソトープ協会：仁科記念財団，X線診断における患者の防護，ICRP Publication 16 46. 10.
- 2) 北 畠 隆，他：患者被曝防護のためのX線診断（答申），日本医師会雑誌，**71**，9，1247～1267，49. 5.
- 3) Russell, L. B., Russell, W. L. 臨床放射線，**17** 2，118より引用.
- 4) Brill, A. B., Tomonaga, M. and Heyssel, R. M. Leukemia in man following exposure to ionizing radiation, Ann. Intern. Med. **56**, 590, 1962.
- 5) Court-Brown, W. M. and Doll, R. Leukemia and anaplastic anemia in patients irradiated for ankylosing spondylitis. Spec. Rep. Ser. Med. Res. Council. No. 295, 1957.
- 6) Stewart, A., Webb, J., Hewitt, D. A Survey of childhood malignancies. Brit. M. J. i : **1495**, 1958.
- 7) Stewart, A., Kneale, G. W. Changes in the cancer associated with obstetric radiography. Lancet i ; **104**, 1968.
- 8) Stewart, A., Kneale, G. W. : Radiation dose effect in relation to obstetric X-rays and childhood cancer. Lancet i : 1185, 1970.
- 9) Miller, R. W. Delayed effect occurring within the first decade after exposure of young individuals to the Hiroshima atomic bomb. Pediatrics 18 : **1**, 1956.
- 10) Wood, J. W., Johnson, K. G., Omori, Y. In utero exposure to the Hiroshima atomic bomb: Follow-up at 20 years, ABCC Tr-9-65, 1965.
- 11) Wood, J. W., Keehn, R. J., et al. The growth and development of children exposed in utero to the atomic bomb in Hiroshima and Nagasaki, ABCC Tr-11-66, 1966.
- 12) 熊本放射線管理研究所. 医療被曝に対する患者の質問に答えて. 日放技会誌, **20**; 9, 19, 1973.
- 13) 長倉 功：X線を被曝した患者の不安を消す. 日放技会誌, **21**; 3, 3, 1974.