

放射線照射가 口蓋形成期에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究

서울大學校 齒科大學 齒科放射線學教室

副教授 劉 東 洙

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF RADIATION IN THE SECONDARY PALATE FORMATION.

Dong Soo You, D.D.S., Ph.D.

Dept. of Dental Radiology, College of Dentistry, Seoul National University.

.....>Abstract<.....

The author observed the effect of X-ray irradiation on the secondary palate formation of the rat fetuses.

The mothers were exposed to X-radiation on the 10½th, 11½th and 12½th day of gestation with respectively 150, 200, 250, 300 and 350 rads. The fetuses were removed from mothers on 15½th, 16½th and 18½th day of gestation.

Morphological changes in palate formation were examined and histochemical preparations were made.

1. In control fetuses, the secondary palates were fully developed on the 15½th to 18½th day of gestation. But in experimental fetuses, many cleft palates were observed in accordance with increase of X-radiation dose.
2. Frequency of incidence of horizontal position of both palated shelves in cleft palate was highest.
3. Accordig to the dislocation of palatal processes, the stain ability of palatal crest was varied.
4. The thickened area of palatal epithelium of palatal crest showed intense methyl green-pyronin and PAS reaction
5. Mesenchymal cell condensation was appeared under the thickened epithelium of palatal process and this mesenchymal tissue showed strong colloidal iron reaction.
6. The stain ability of alizarin red S and alkaline phosphatase reaction of tectal ridge were decreased, in accordance with increase of irradiation doses.

※ 本 研究는 產學協同財團의 研究費支援으로 이루어졌음.

—目 次—

- I. 緒 言
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗成績
- IV. 總括 및 考按
- V. 結 論
 參考文獻
 英文抄錄

I. 緒 言

1875年 Roentgen에 依해서 X線이 發見된 다음에부터 X線이 皮膚障害과 같은 生物學的인 副作用이 있음이 報告된바도 있으나, 醫學的診斷 및 産業分野에 걸쳐 極히 重要的인 位置를 占하고 있어, 여러面에서 生體에 미치는 影響에 關하여 檢索되어 왔다^{1-4), 17)}.

Bergonie-Tribone에 依하면 一般的으로 迅速히 分裂하는 時期에 放射線의 障碍을 받기 쉬우며 또한 新陳代謝가 旺盛한 活動期에서는 靜止期보다 훨씬 더 障碍을 받는 다고한다. 또한 組織器官의 分化程度에 따라서 X線의 感受性이 달라하는데서^{7), 9), 11), 12), 25), 29)} 放射線이 發育中에 있는 生體의 器官組織에 미치는바를 多角度에서 關連를 맺고 追究되어졌는데,^{10), 14), 21), 22), 24), 26), 29)} 특히 口腔領域에서는 口蓋破裂 顎間骨의 前齒部位消失等 骨格에서의 畸形과 前齒缺損等의 症狀이 나타난다고 한다.

그런데 口蓋破裂에 關하여는 Steigna⁴⁾에 依해 一般的으로 遺傳的인 素因이 原因이되는 것이라고 理解되고 있든것이 實驗畸形學의 發展에서 外因에 依해서도 口蓋破裂이 發現됨이 Wilson et al.(1951)⁷⁾ (1953)⁹⁾ Hicks (1954)¹⁰⁾ Russell and Russell(1954)¹¹⁾ Takeda(1968)²²⁾ Tamaki(1969)²³⁾ 및 金 (1976)²²⁾ 등에 依해서 報告되었으나 이들의 所見은 其大部分이 口蓋破裂의 形態的인 樣相과 成立機轉等에 關해서 觀察되고 있었다. 그러나 X線으로 誘導되는 口蓋破裂에 있어서의 組織化學的인 反應에 對해 報告된바는 매우 드문것같아¹⁴⁾ 이에 著者는 特히 二次口蓋形成過程에 있어 口蓋閉鎖不全樣相을 形態的인 觀察과 아울러 組織化學的으로도 追求된바가 있어 其知得된바를 報告하고자 한다.

II. 實驗材料 및 方法

實驗動物은 Sprague Dawley系의 白鼠를 使用하였다.

實驗對像이 될 仔白鼠를 얻기위한 交配는 午後 6時에서 그다음날 아침 8時까지 雄한마리에 雌한마리의 比率로 同舍시켰고 腔檢이 確認이된 受胎白鼠를 사용하였다^{5), 22), 32)}.

仔白鼠에 對한 胎齡의 其準은 午前 2時으로하고 仔白鼠에서의 口蓋形成時期에 該當되는 10½日, 11½日 및 12½日의 時期에 母體에다 X線을 照射하였다.

X線照射方法은 上記妊娠時期에 各已 150rads, 200 rads, 250rads, 300rads 및 350rads을 220KVp, 10mA, Filter 1/2 Cu. FSD 5cm. 照射野 5cm×5cm×1/2線量 25R/min.를 nembutal麻醉下에서 1回 照射하였다

X線照射는 深部治療裝置(MAXIMAR 250-III)를 利用하였다. X線照射時 左側子宮部位에 該當되는 腹部以外를 厚經 16mm의 鉛板으로 가리고^{23), 32)} 局部照射시킨 左側子宮角에서 摘出된 仔白鼠를 實驗群에, 그리고 右側子宮內의 仔白鼠는 其實驗群의 對照群으로 삼았다. 仔白鼠는 胎齡 15½日, 16½日 및 18½日이 되는 날에 母體(45마리)으로부터 開腹 摘出되었다. 摘出된 仔白鼠(301마리)는 곧이어 斷頭되고 其中一部는 骨格의 異常을 觀察하기위해 透明標本 製作法¹⁶⁾에 256마리의 仔白鼠가 配當되었고 나머지 仔白鼠는 組織 및 組織化學的인 檢索에 試供되었다. 組織 및 組織化學的인 方法은 PAS (McManus), collicidal iron (Hale reaction), methyl green-pyronin 및 alkaline phosphatase(Gomori)²⁰⁾과 alizarin red S (Dhal) 法⁹⁾을 實施하고 또한 HE染色을 通法에 따라 製作하고 對照檢鏡된바는 다음과 같다.

III. 實驗成績

透明標本像에 있어서의 所見은 主로 出產直前에 까지 어느 程度發育된 仔白鼠를 對像으로해서 檢討하기 爲해 胎齡 18½日에 摘出된 것中에서 觀察이 이루어졌는 線量別으로본 口蓋破裂의 發現像을 보면 Table 1에서와같이 對照群에 있어서는 口蓋破裂이 形成됨을 볼수 없었으나 胎齡이 11½日에 照射된 경우 가장 현저한 發生頻度を 나타내고 있었고 또한 胎齡 10½日 및 12½日에 照射되는 경우에는 11½日의 경우보다 口蓋破裂의 發生率이 減少되는 경향을 나타내고 있어 이에 11½日의 경우에 있어서의 照射線量別 口蓋閉鎖不全形態에 對한 發現頻度を 組織切片像에서 一括된 所見에서 보건데 Table 2.에서와 같이 實驗群에 있어서는 200rads 照射된 前後부터 照射量이 많아짐에 따라 發生頻度も 增加되는 傾向이었다.

口蓋破裂의 發現相은 兩側口蓋突起가 垂直位를 取하

는 경우가 거의 胎半을 차지하고 있었고 그 다음으로는 一側이 垂直位를 取하고 他側은 水平位로 나타내는 경우의 順으로 發現되고 가장 적게 나타내는 경우는 아직 癒合은 未이 되었어도 水平位를 取하는 경우이었다.

Table 1. Frequency of incidence of cleft palate on the 18½th day.

irr. day	group	dose				
		150R	200R	250R	300R	350R
10½th	con.	0%	0%	0%	0%	0%
	irr.	0%	1.4%	4.3%	5.6%	1.0%
11½th	con.	0%	0%	0%	0%	0%
	irr.	0%	10.4%	86.1%	88.3%	88.8%
12½th	con.	0%	0%	0%	0%	0%
	irr.	0%	2.3%	0%	0%	0%

Table 2. Frequency of incidence of abnormalities of palate in the irradiated fetuses on 18½th day of gestation, exposed with various dose on 11½th day of gestation.

t. type	dose				
	150rads	200rads	250rads	300rads	350rads
fusion	60(100)	60(86.5)	9(13.9)	7(11.7)	6(11.2)
cleft palate	0	7(10.4)	56(86.1)	53(88.3)	48(88.8)
H.H.	0	0	13(23.2)	8(15.1)	8(16.6)
V.H.	0	3(42.9)	19(32.8)	20(37.8)	16(33.4)
V.V.	0	4(57.1)	24(44.0)	25(47.1)	24(50.0)

H. H. = horizontal position of palated shelves in both sides.

V. H. = vertical position of palatal shelf in one side and horizontal position of palatal shelf in opposite side.

V. V. = vertical position of palatal shelves in both side

組織 및 組織化學的인 所見을 口蓋突起의 發育相을 中心으로 觀察한바 對照群에서는 胎齡 15½日에서 18½日에 걸쳐 仔白鼠는 左右의 口蓋突起가 正中線에서 相互癒合하고 있었으며, 또한 正中線部의 上方에서는 鼻中隔과 癒合 또는 癒合이 進行되어지는 過程이어서 二次口蓋形成이 完成되어지는 傾向이었다(圖 1~5). 이에 따라 口蓋上皮도 점차 重層化되는 所見으로 觀察되었다. 口蓋에서의 石灰化進行程度는 口蓋緣上部에서 alizarin red S 染色에서 赤染되는 骨化小片이 나타나고 있을 뿐, 아직 正中線部位까지 進展되지 않은 狀態이었다(圖 4). 이와 같은 發育時期에 있어서의 colloidal iron反應은 上記赤染部位와 鼻中隔에서 濃靑染되고(圖 6), PAS反

應은 中等度로 미만성 이었으며, alkaline phosphatase 反應에서도 中等度の 反應을 나타내고 있었다(圖 5).

口蓋上皮層에선 PAS反應은 比較的 濃染되는 陽性反應을 나타내는 反面에 colloidal iron反應에서는 淡染되는 傾向이었다. 한편 核酸에 대한 methyl green-pyronin 染色性은 口蓋上皮 및 鼻上皮에서 pyronin染色性이 점차 増染되는 傾向이었다(圖 2).

實驗群에 있어서는, 이미 table 2에서 一括된바와 같이 150 rads으로 照射處理된 경우, 口蓋突起는 거의 對照群과 大差없이 左右口蓋突起는 正中線部에서 서로 癒合되어진 狀態를 나타내고 있었다. 그러나 200 rads에서 照射量이 250rads增加함에 따라 거의 大部分이 口蓋閉鎖不全相을 나타내고 있었는데(圖 6~12), 이들 口蓋突起의 轉位樣相에 따라 組織化學的인 消長을 달리하는 傾向이 있었음이 檢鏡되었다. 側 口蓋突起가 兩舌側面에서 舌과 下顎사이에서 깊이 박혀있는 모양의 垂直位를 取하고 있는 時期에 있어서도 일반적으로 口蓋突起의 口蓋上皮層에서 上皮의 一部가 肥厚된 部分을 形成하고 또한 肥厚된 點은 口蓋突起內으로 陷入되어 마치 小溝狀의 口蓋陵을 發現하고 있었다. 口蓋陵 下部結合組織에는 結合組織細胞가 密集되어 있었다. 이와 같은 部位에 있어서는 他口蓋上皮部보다 強한 pyronin好性을 나타내고 있었으나 colloidal iron反應에서는 上皮下層에서의 結合組織細胞가 密集되어있는 部位에서 濃靑染되는 所見이었다(圖 6, 11). 片側이 水平位를 取하고 있을 때에 있어서는 口蓋上皮에 沿하여 比較的 強한 PAS反應과 methyl green-pyronin染色性이 増染되는 傾向이나 口蓋突起遊離緣으로 갈수록 淡染되어지는 傾向이었다(圖 7, 8, 9). X線照射量이 300~350 rads이 被曝된 경우에서는 一部 口蓋突起 位置變位되어 있거나 혹은 突起가 形成되지 않는 경우가 觀察되기도 했다(圖 10, 12). 口蓋突起가 形成되지 않은 部位에서는 上皮下層에서 結合組織細胞의 密集化는 檢鏡되었으나 上皮肥厚를 나타내지는 않았다.

IV. 總括 및 考按

活潑히 分化增殖하는 器管形成期에 該當되는 發生時期에 X線이 作用되면은 生體에서는 여러모양의 形態的異常과 3) 12) 17) 22), 發育障害가 나타남에도 不拘하고 器管分化는 繼續進行되어지는데서 5) 6) 15) 18) 各 器管形成의 一端을 追求함에 있어 보다 많은 關心의 對象이 되고있다 하겠다 13) 19). 特히 X線을 催奇因子으로 하는 경우 照射線量에 따라 發育相을 달리하고, 또한 같은 선치류이라도 mouse와 rat에서의 口蓋形成過程은 서로 달리하는데서

13) 15) 더욱 關心의 焦點이 되는 것이라 하겠다^{26) 31)}.

이에 著者도 實驗的으로 X線을 口蓋破裂의 誘導因자로 해서 口蓋形成의 一端을 追究할 試圖아래 本實驗을 計劃하고 그 實驗的結果에서 얻어진 바를 一括하여 考按하건데 本實驗所見에서와 같이 口蓋形成過程에 該當되는 時期에 X線이 作用되어서 誘導되는 口蓋破裂의 發現相은 X線照射量이 增加되면서 發現頻도가 높아짐은 Tamaki (1969)²³⁾ 및 金 (1976)²²⁾의 所見과 一致되는 것이라 하겠다²⁷⁾. 또한 照射線量의 增加에 따라서 障害樣相을 보건데 本實驗에서 試供된 仔白鼠에서의 口蓋破裂成立에 對한 適當量은 200~250rads가 되는 것으로 思料되고, 出現頻度에서 가장 많은 것이 胎齡 11½日이었고 그다음이 10½日과 12½日에 該當되는 것이라 하겠다 또한 金(1976)²²⁾과 같이 250rads를 照射했을 때는 모든 條件下에서 口蓋破裂相이 出現하였고, 對照群에서는 어느 群에서도 口蓋破裂이 形成되지 않았음을 봐서 X線照射가 口蓋破裂을 誘發하는 外因임을 認定할 수가 있다. 이와 같은 所見은 亦是 金 (1976)²²⁾의 結果와 一致되며 또한 mouse에서의 Takeda(1968)²²⁾ 成績과도 거의 같 傾向을 나타낸 것이라 하겠다.

口蓋突起의 轉位相을 보면 線量이 比較的 적게 作用되었을 때는 水平位의 形態를 取하다가 線量이 增加함에 따라 垂直位로 發現되는 傾向을 나타낸다고 보겠다. 口蓋突起의 轉位機轉에 대해서는 口蓋突起의 上皮組織에서의 增殖樣相에서 追求된바 Walker and Fraser(1956)²³⁾의 見解와 같이 結合組織細胞의 密集化가 하나의 intrinsic shelf force으로서 作用됨이라 보는데 本實驗結果에서도 이와 같은 所見이 口蓋陵部位의 上皮肥厚와 그 直下에서 認定되었다. 또한 이에 따라 酸性粘液多糖類를 爲한 colloidal iron反應이 強하게 나타남을 보아 아마도 口蓋突起의 轉位을 위한 內部力은 酸性粘液多糖類와 같은 性分을 나타내는 것이라¹⁴⁾ 思料된다.

口蓋突起의 發育不全에서 形成遲延現象이 比較的 많은 線量의 照射에서 出現되었는데 이와 같은 경우는 二次口蓋廢鎖過程의 어떤 時期에서 廢鎖機能이 一時停止 혹은 低下되는데서 起因되며, 이와 같은 機轉에서의 機能低下는 口蓋上皮와 鼻上皮的 形態形成과 密接한 關係가 있을 것으로 보고 있는데²²⁾ 本實驗的 所見에서도 이와 같은 때에 一致해서 口蓋上皮細胞에서의 methyl green-pyrodin 染色性이 口蓋陵이 出現된 突起에서보다 淡染되는 傾向을 取하고 있었다. 이와같은 所見은 口蓋陵部位의 上皮細胞에서의 分化 增殖能이 活潑히 形成되지 않는에서 口蓋陵의 發生分化가 亦是遲延되는데서 惹起된 것으로 보며, 口蓋陵이 形成된 경우에는 PAS反應이 비교적 強한 陽性反應을 나타내고 또한

methyl green-pyronin染色性이 增殖되는에서 活潑한 分化增殖이 進行됨을 暗示하는 것이라 생각되나, 本實驗에서는 核酸에 對한 檢討는 methyl green-pyronin 染色에서의 所見만을 다루었기 때문에 앞으로 이 方面에 보다 많은 檢索이 이루어짐은 生物學的으로 매우 意義있는 對像이라 思料된다.

V. 結 言

著者는 妊娠白鼠에다 仔白鼠의 二次口蓋形成時期에 該當되는 胎齡 10½日, 11½日 및 12½日 時期에 150rads, 200rads, 250rads 300rads 및 350rads의 X線線量을 照射하고, 15½日 16½ 및 18½日에 仔白鼠에서 誘導된 口蓋破裂像에 對해서 形態的인 觀察과 아울러 組織 및 組織化學的인 所見을 檢索한바에서 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 本實驗에 試供된 仔白鼠의 胎齡 15½日에서 18½日의 時期에는 거의 二次 口蓋形成이 完成되는 단계에 있음이 對照群에서 觀察되었으나 實驗群에 있어서는 X線線量의 增加에 따라 顯著하게 口蓋閉鎖不全相을 나타내고 있었다.
2. 口蓋破裂의 發現形態는 兩側 口蓋突起가 垂直位을 取하는 것이 가장 많았다.
3. 口蓋突起의 轉位樣相에 따라 口蓋陵에서의 染色性을 달리하고 있었다.
4. 口蓋陵의 口蓋 上皮가 肥厚함에 따라 methyl green-pyronin染色性이 増染되고 PAS反應은 強한 陽性反應을 나타내었다.
5. 口蓋上皮的 肥厚함에 따라 그 下部組織에서는 結合組織細胞의 密集化가 나타나고 또한 collidal iron反應에서 強한 濃靑染을 나타내었다.
6. X線照射量이 增加됨에 따라 一般的으로 口蓋緣에 있어서의 alizarin red S의 染色性이 低下되고, alkaline phosphatase反應도 減弱되는 傾向이었다.

參 考 文 獻

- 1) Bardeen, C. R. : Further studies on the variation in susceptibility of amphibian ova to the X-rays of different stages of development. Amer. J. Anat., 11 : 419, 1911.
- 2) Cameron, G. R. : The Staining of Calcium, J. Path, Bact., 32 : 929, 1930.
- 3) Job, T. T., et al. : Biological effects of roentgen rays. The determination of critical periods

- in mammalia development with X-rays. *Am. J. Anat.*, 56 : 97, 1935.
- 4) Sreigner, F.: Neve Beobachtungen und der erblicher Hasenscharte der Mans. *Z. Mensche, Veresgs und Konse, Lehre*, 23 : 427, 1936.
 - 5) Snell, C.D., et al.: The relation of mating, ovulation and the estrus smear in the mouse to time of day. *Anat. Rec.*, 76, 39, 1940.
 - 6) Hanson, J.: The histogenesis of the epidermis in the rat and mouse. *Am. J. Anat.*, 81 : 184, 1947.
 - 7) Wilson, J.G. et al.: Effect of irradiation of embryonic development I, X-ray on the 10th day of gestation in the rat. *Am. J. Anat.*, 88 : 1, 1951.
 - 8) Dahl, L.K.: A simple and sensitive histochemical methods for calcium, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, N. Y., 80 : 474, 1952.
 - 9) Wilson, J.G. et al.: Effect of irradiation of embryonic developonent. II, X-ray on the 9th day of gestation in the rat. *Am. J. Anat.*, 92 : 153, 1953.
 - 10) Hicks, S.P.: The effect of ionizing radiation, certain hormones and radiominetic drugs on the developing nervous system, *J. Cell Comp Physiol.*, 43, 151, 1954.
 - 11) Russell, L.B. and Russell, W.L.: Analysis of the changing radiation response of the developing mouse embryo, *J. Cell Comp. Physiol.*, 43 : 103, 1954.
 - 12) Walker, B.E. and Fraser, F.C.: Closure of secondary palate in three strains of mice, *J. Embryo, Expl. Morph.*, 4 : 176, 1956.
 - 13) Kalter, H and Warkany, J.: Experimental production of congenital malformations in mammals by metabolic procedure. *Physiol. Rew.*, 39, 69, 1959.
 - 14) Lasson, K.S.: Studies on the closure of the secondary palate II. Occrrence of sulfo-mucopoly saccharides in the pulate proceses of the normal mouse embryo. *Expl. Cell Res.* 21 : 498, 1960.
 - 15) Asling, C.G. et al.: The development of cleft palate resulting from maternal pteroylglutamic acid deficiency during the latter half of gestation in rat. *Gynec. & Obst.* V, 19, 1960.
 - 16) Johnston, M.E., et.al: Correlation of histochemical, autoradio graphic and microradiographic demonstrations of tissues calcification, *J. Histochem, Cytochem.*, 9 : 30, 1961.
 - 17) Johson, N.L.: The time and order of appearance of ossification center in the albino mouse. *Am. J. Anat.*, 146, 215, 1963.
 - 18) Callas, G. and Walker, B.E.: Palate morphogenesis in mouse emnbyoafter X-radiation. *Anat. Res.*, 145, 61, 1963.
 - 19) Wessells, N.K.: Tissue interactions and cytodifferentiations, *J. Expl. Zool.*, 157, 139, 1964.
 - 20) McManus and Mowry: *Staining Methods*. John weuth. INC Tokyo. 1964.
 - 21) Jacobsen, L.: Low dose X-irradiation and teratogenesis, *Acta path. Microbiol. Scand.*, Supplementum, 193, 1968.
 - 22) Takeda, N.: Studies of cleft palate in mouse Embryos. *J. Osaka Univ. Dent. Soc.*, 13, 151, 1968.
 - 23) Tamaki, A.: An experimental study on development of radiation induces malformation in mice. *Nippon Acta Radiologica*, 29 : 272, 1969.
 - 24) 최선수 : ^{60}Co 감마선 전선조사가 백서약하선에 미치는 영향에 관한 연구, *대치협회지*, 9 : 585, 1971.
 - 25) 丁炳相 : 放射線照射가 發生中の 胎仔에 미치는 影響, *서울의대잡지*, 13 : 91, 1972.
 - 26) Reminga T and Avery, J.: Differential binding of ^{14}C -cortisone in fetal placental and maternal liver tissue in A/Jax and C_{57} bl mice, *J. Dent. Res.*, 51 : 1426, 1972.
 - 27) Dalrymple G.V. et al.: *Medical radiation Biology*, W.B. Saunders Co. 1973.
 - 28) Spain K.M. et al. Quantitative studies of ^3H -corticoids in A/Jax mouse tissues after maternal injection of ^3H -cortisol. *J. Dent. Res.* 54, 1069, 1975.
 - 29) 박태원 : 방사선 방어, *齒科放射線*, 3 : 4, 1975.
 - 30) Loey, H. T.: Follow-Up studies of cortisone teratogenicity in CD_1 strain mice, *J. Dent. Res.* 55 : 598, 1976.
 - 31) 李基植 : Cobalt-60에 發育齒胚組織에 미치는 影響에 關한 實驗的研究, *齒科放射線*, 6 : 1, 1976.
 - 32) 金在德 : 放射線照射時 胎內白鼠의 口蓋形成期에 미치는 影響에 關한 實驗的研究, *齒科放射線*, 6 : 1, 1976.

Explanations of Figures①



Fig. 1. Skull of irradiated fetus on 18½th day of gestation, exposed with 250rads on 11½th dag of gestation. clearing preparation.



Fig. 2. Control fetus on 18½th day of gestation. methyl green-pyromin stain.

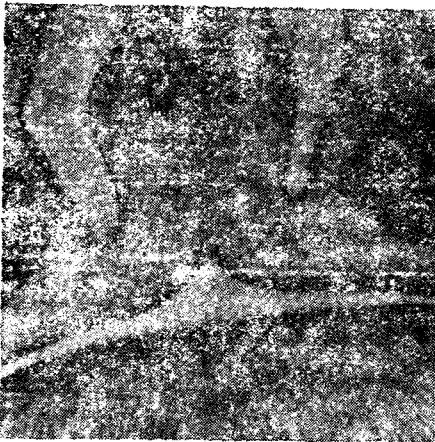


Fig. 3. Control fetus on 16½th day of gestation. Colloidal res reaction.



Fig. 4. Control fetus on 15½th day of gestation, alizarin red S

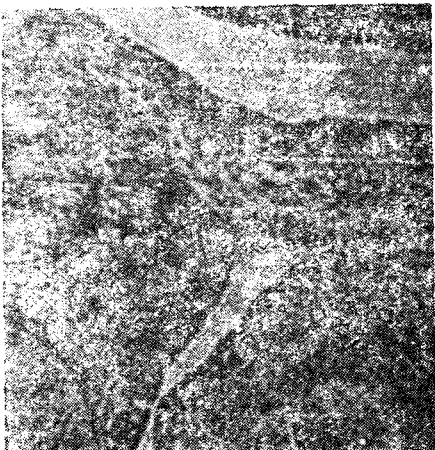


Fig. 5. control fetus on 16½th day of gestation. Alkaline phosphatase reaction

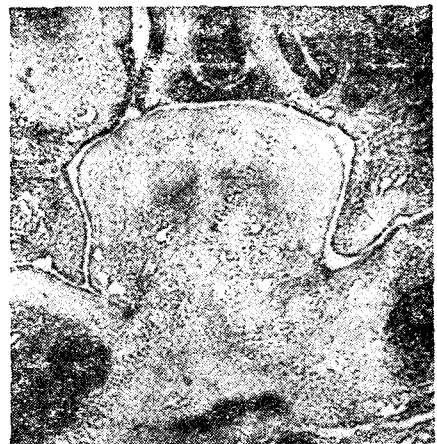


Fig. 6. Irradiated Fetus on 18½th day of gestation exposed with 250rads on 12½th day of gestation, Colloidal iron reaction

Explanations of Figures 2

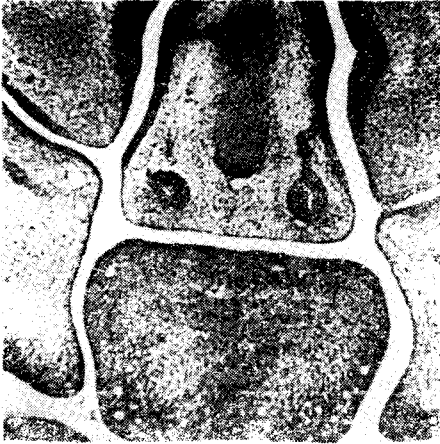


Fig. 7. Irradiated fetus on 18 1/2th day of gestation, exposed with 25 rads on 11 1/2th day of gestation, PAS reaction.



Fig. 8. Irradiated fetus on 18 1/2th day of gestation, exposed with 30 rads on 11 1/2th day of gestation, methyl green-pyronin stain.



Fig. 9. Irradiated fetus on 16 1/2th day of gestation, exposed with 2 rads on 10 1/2th day of gestation, methyl green-pyronin stain.



Fig. 10. Irradiated fetus 5 days after irradiation with 25 rads on 10 1/2th day of gestation, Hematoxylin-eosin stain.



Fig. 11. Irradiated fetus 6 days after irradiation with 350 rads on 10 1/2 days of gestation, colloidal iron reaction.

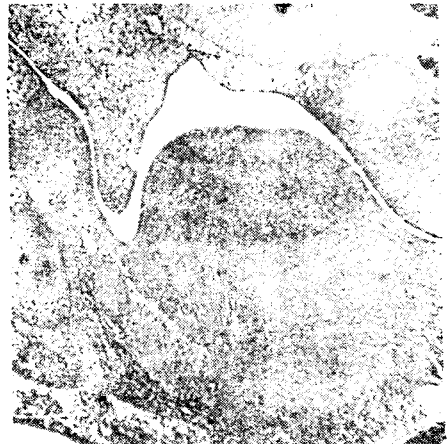


Fig. 12. Irradiated fetus on 1 1/2th day of gestation, exposed with 35 rads on 10 1/2th day of gestation, Hematoxylin-eosin stain.