

Reduced Glutathione 이 X-線全身照射를 입은 마우스十二指腸의 NP-SH, NP-SS 및 酸素消費量에 미치는 影響

慶北大學校 醫科大學 生理學教室

李 重 吉 · 朱 永 恩

= Abstract =

Effects of Reduced Glutathione on Non-Protein Sulfhydryl, Non-Protein Disulfide and Oxygen Consumption Rate of Mouse Duodenum Following Whole Body X-Irradiation

Joong Kil Lee, M.D. and Young Eun Choo, M.D.

*Department of Physiology, Kyungpook National University School of Medicine
Taegu, Korea*

In an attempt to better understand the effects of whole body X-irradiation on the levels of non-protein sulfhydryl (NP-SH), non-protein disulfide (NP-SS) and oxygen consumption rate (QO₂) of the mouse duodenum, and to clarify the possible radioprotective action of reduced glutathione (GSH), a whole body X-irradiation of 1,000r was given to albino mouse either singularly or immediately after injecting GSH intraperitoneally to mouse 1 mg per gm of body weight.

NP-SH was measured by Ellman's method, NP-SS was measured by the electrolytic reduction method described by Dohan and Woodward, and QO₂ by the Warburg's standard manometric method.

The experiment was performed at 1, 6, 12 and 24 hours post-irradiation, and the comparison was made with the control.

The results thus obtained are summarized as follows:

1) Comparing with the intrinsic NP-SH level of $3.31 \pm 0.27 \mu \text{ mol/gm}$ wet weight in the duodenum of the normal mouse, either whole body X-irradiation or injection of GSH alone produced no significant change in NP-SH from the normal. However, when GSH was injected prior to X-irradiation, markedly elevated NP-SH levels were observed throughout the entire experiment with the highest value of 4.70 ± 0.10 at 6 experimental hours.

2) The normal value of NP-SS in the mouse duodenum was $1.57 \pm 0.17 \mu \text{ mol/gm}$ wet weight, while in the group where injection of GSH and X-irradiation were combined, NP-SS increased to 2.36 ± 0.33 at 12 hours and 2.15 ± 0.53 at 24 hours, showing the intermediate value between the GSH injection group and X-irradiation group.

3) The normal value of QO₂ was $4.16 \pm 0.73 \mu \text{ l O}_2/\text{hr. /gm D.W.}$, and no noticeable change was observed comparing with the GSH injection group. However, in the group where X-irradiation alone was given, QO₂ of the duodenum increased significantly throughout the entire experiment with the highest value of 6.35 ± 1.07 at 6 experimental hours. When GSH was injected before X-irradiation was given, the levels of QO₂ were in the middle of the GSH injection group and X-irradiation group.

4) The above results suggest that GSH may be effective as a radioprotector in terms of NP-SH, NP-SS and QO₂ of the mouse duodenum.

緒 論

動植物界 및 微生物界에 널리 分布되어 있는 高分子 또는 低分子物質인 所謂 sulfhydryl (SH) 化合物은 重要한 生理的意義를 갖고 있음이 알려져 있다. 卽 各種 酵素反應, 細胞膜透過 또는 數種 peptide hormone 의 作用機轉에 關與할¹⁾ 뿐 아니라 生物의 energy 代謝에 있어서도 水素傳導體로서의 役割을 하고 있음이 밝혀져 있다.^{2,3)} 그러나 아직도 glutathione 을 爲始한 SH 化合物의 生理的意義에 對해서는 不明한 點들이 허다하다 하겠다.⁴⁾

한편 Bacq 및 Herve⁵⁾, Pihl 및 Eldjarn⁶⁾과 그外 많은 研究者⁷⁻¹⁴⁾에 依해서 SH 化合物을 放射線照射直前に 生體에 投與함으로써 生體를 放射線의 惡影響으로부터 保護할 수 있음이 報告된 以來 SH 化合物의 放射線保護作用에 對해서는 最近學界의 많은 注目を 끌고 있음은 周知의 事實이다. 그러나 現在까지의 報告들은 그 大部分이 이들 SH 化合物을 投與함으로써 實驗動物에서 그 LD 50/30 이 높아졌다는 것들이며¹⁵⁻¹⁷⁾ 이들 SH 物質들이 과연 어떠한 機轉에 依해서 放射線의 損傷으로부터 細胞 또는 生體를 保護하는 作用을 나타내는가에 對하여서는 많은 假說들이 있기는하나 아직 定說이 確立되어 있지 않고 있음이 現狀이다.^{5, 6, 11, 17, 18)}

그러나 그 正確한 作用機轉이 무엇이든 間에 保護作用이 나타나기 爲해서는 이러한 SH 化合物이 細胞內의 目標分子(target molecule)속이나 或은 그 周圍에 集中되어 있어야 할 것이며¹⁹⁾ 특히 注入된 SH 化合物과 細胞內의 內在 sulfhydryl(SH)基 或은 disulfide(SS)基와의 相互反應關係가 가장 重要한 意義를 가질 것이다.^{17, 18)}

더욱이 Pihl 및 Eldjarn¹¹⁾, Bacq 및 Alexander¹²⁾와 Revesz 등¹³⁾에 依하면 細胞內의 non-protein sulfhydryl (NP-SH) 및 non-protein disulfide(NP-SS)가 放射線保護作用을 決定하는데 重大한 意義를 갖고 있다고 한다.

따라서 組織 或은 細胞內의 NP-SH 및 NP-SS의 level 이 放射線照射로서 어떠한 變化를 하게 되느냐를 안다는 것은 SH 化合物의 放射線保護作用의 機轉을 理解함에 있어 極히 重要한 課題인 것이나 이點에 關해서는 Ehrlich 腹水癌細胞를 使用한 Revesz 등¹³⁾과 Revesz 및 Modig¹⁴⁾의 報告를 除外하고는 아직 뚜렷한 報告가 없다. 특히 組織細胞의 NP-SH 및 NP-SS가 放射線照射로서 어떠한 變化를 하느냐에 關해서는 本教室의 盧 및 朱¹⁰⁾와 朴等²¹⁾이 X-線照射를 입은 마우스의 肝¹⁰⁾ 또는 家兔의 肝 및 肺組織²¹⁾의 NP-SH 및 NP-SS의 變動을

研究한 報告가 있을뿐 아직 많은 報告에 接하지 못하고 있다.

SH 化合物中 glutathione 은 glutamic acid, cysteine 및 glycine 으로서 構成된 tripeptide(γ -glutamyl-L-cysteinyl glycine)이며 還元狀態로서 生體에 注入하여야만 保護作用을 나타내고 더욱이 reduced glutathione (GSH)는 다른 SH 化合物에 比해서 毒性이 적고 그外 副作用도 적어서 放射線保護物質로서 [가장 많이 利用된다고 한다.^{6,7)} 따라서 GSH 를 X-線照射直前に 生體에 投與하고 細胞內의 NP-SH 或은 NP-SS의 量的變化를 살펴보는 것은 意義있는 일이라 하겠다.

한편 放射病(radiation sickness) 또는 急性放射線症狀群(acute radiation syndrome)을 일으킨만한 量的 放射線全身照射로서 消化器系統에는 곧 器質的變化가 오게 되고²²⁾ 이로서 食慾減退, 惡心, 嘔吐, 설사 및 體重減少 등의 消化器系統의 機能變化가 招來됨은 疑問의 餘地가 없다.²³⁾

本教室의 權 및 朱²⁴⁾는 마우스에 1000 r의 X-線을 全身照射하고 그 十二指腸의 自動性運動이 正常에 比하여 顯著히 亢進됨을 發表한 바 있고 李²⁵⁾는 나아가서 GSH를 X-線照射直前に 投與함으로써 十二指腸의 自動性收縮高가 X-線照射만을 한 群에 比하여 低下됨을 報告한 바 있다. 그러나 GSH가 X-線全身照射를 입은 動物의 十二指腸의 NP-SH, NP-SS 및 酸素消費量에 미치는 影響에 關해서는 아직 뚜렷한 報告가 없다.

以上の 見地에서 著者들은 마우스에 1,000 r의 X-線全身照射를 하여 經時的으로 十二指腸의 NP-SH, NP-SS 및 酸素消費量(OO₂)의 變動을 觀察하고 나아가서 GSH 를 X-線照射直前に 投與하여 그 影響을 살펴봄으로써 GSH 의 放射線保護作用의 一端을 究明코져 本實驗을 하였고 그 結果를 報告하는 바이다.

實驗材料 및 方法

I) 實驗材料 :

實驗動物은 雜種 흰 마우스로서 體重 20~25 gm 의 成熟健康한 것을 雌雄의 區別없이 任意로 選擇하여 總 396匹을 使用하였다.

II) 實驗方法 :

(1) 實驗動物은 다음의 各群으로 나누어 實驗하였다. 卽

第 1 群 : 正常群으로서 NP-SH 및 NP-SS의 測定에는 9匹, OO₂測定에는 36匹을 使用하였다.

第 2 群 : 1,000 r의 X-線 全身照射한 群으로서 NP-SH 및 NP-SS 測定에는 43匹, OO₂測定에는 76匹을 使

用하였다.

第 3 群: GSH 를 投與한 群으로서 NP-SH 및 NP-SS 測定에는 40匹, QO_2 測定에는 66匹을 使用하였다.

第 4 群: GSH 投與後 1,000 r의 X-線全身照射한 群으로서 NP-SH 및 NP-SS 測定에는 34匹, QO_2 測定에는 92匹을 使用하였다.

以上の 各群中 實驗群(第 2, 3, 4群)에서는 各各 1, 6, 12 및 24 時間에 實驗하였다.

(2) GSH의 投與

體重 gm 當 1 mg의 GSH^{10,17)}을 Kreb's Ringer bicarbonate buffer(KRB, pH 7.4) 溶液 0.5 ml에 溶解시켜서 單回에 마우스 腹腔內로 注入하였다.

(3) X-線照射:

Picker 製 X-線深部照射裝置로서 200 Kv, 100 mA, 1 mmAl 및 0.5 mm Cu filter 와 target-object 거리 50cm의 條件으로서 單回에 1,000 r의 X-線을 全身照射하였다. GSH 를 投與한後 X-線全身照射한 群에서는 GSH 投與後 10 分에 X-線照射를 하였다.^{6, 7, 25, 26)}

(4) 十二指腸의 抽出:

마우스를 實驗前 最少 10 時間 絶食시킨 後 cervical dislocation 으로서 犧牲시키고 곧 幽門部로부터 3 cm의 十二指腸을 切取하여 0°C의 KRB 溶液中에 두었다.

(5) NP-SH 및 NP-SS 定量:

NP-SH 定量은 Ellman의 方法²⁷⁾에 따랐으며 NP-SS의 定量을 爲해서는 20 分間 電氣的 還元을 繼續함으로서 Dohan 및 Woodward의 electrolytic reduction

Table 1. NP-SH and NP-SS Levels of Duodenum in Normal Mouse

Expl. No.	NP-SH*	NP-SS*
1	3.70	1.30
2	3.40	1.60
3	3.40	1.90
4	3.70	1.60
5	3.20	1.60
6	2.90	1.60
7	2.90	1.60
8	3.20	1.60
9	3.40	1.30
Mean	3.31	1.57
S.D.	0.27	0.17

* μ mol/gm wet wt.

方法²⁸⁾에 따랐다.

(6) QO_2 의 測定

Warburg의 標準檢壓法²⁹⁾에 따랐으며 60 分間의 QC_2 를 $\mu l O_2/hr/mg$ dry weight 로서 表示하였다.

實 驗 成 績

1) 正常마우스 十二指腸의 NP-SH 및 NP-SS 值를 各 各 그 平均値와 標準偏差로서 表示하면 第一表와 같다 即 正常群에서 十二指腸의 NP-SH는 $3.31 \pm 0.27 \mu mol/$

Table 2. Changes of NP-SH Level of Mouse Duodenum following Single or Combined Application of X-Irradiation and Reduced Glutathione (GSH)

Group	Hour	NP-SH*				
		0	1	6	12	24
Normal	Mean	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31
	S.D.	0.27	0.27	0.27	0.72	0.27
	(n)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)
GSH	Mean	3.31	3.44	3.74	3.46	3.35
	S.D.	0.27	0.26	0.18	0.27	0.27
	(n)	(9)	(9)	(10)	(10)	(11)
1000 r X	Mean	3.31	3.50	3.17	3.48	3.40
	S.D.	0.27	0.19	0.25	0.39	0.41
	(n)	(9)	(11)	(10)	(12)	(10)
GSH + 1000 r X	Mean	3.31	3.71	4.70	4.19	4.00
	S.D.	0.27	0.13	0.10	0.43	0.75
	(n)	(9)	(10)	(8)	(8)	(8)

* μ mol/gm wet wt.

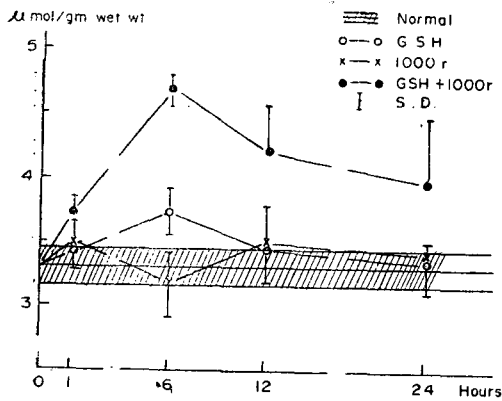


Fig. 1. Changes of NP-SH level of mouse duodenum following single or combined application of X-irradiation and reduced glutathione (GSH).

gm wet weight 이고 NP-SS 는 $1.57 \pm 0.17 \mu \text{ mol/gm wet. weight}$ 이었다.

2) 마우스에 體重 gm 당 1 mg 의 GSH 를 單獨投與한 群, 1,000 r 의 X-線을 全身照射한 群 및 GSH 投與後 1,000 r 의 X-線全身照射한 群에 있어서 1, 6, 12 및 24時間에서 各各 NP-SH 值를 測定하고 正常群의 그것과 比較하면 第 2 表 및 第 1 圖에 表示한 바와 같다. 即 GSH 單獨投與로서 NP-SH 는 6 時間에서 若干높은 값

을 나타내나 全般的으로 正常値와 大差없음을 알 수 있고 X-線單獨照射群에서는 程度의 差異는 있으나 正常値와 全實驗時間에서 큰 差異가 없음을 볼 수 있다.

한편 GSH 投與後 X-線全身照射한 群에서는 1, 6, 12, 및 24時間에서 各各 3.71, 4.70, 4.19 및 4.00 으로서 實驗 6 時間에서 最高値에 達하고 그後 若干低下된 듯 하나 全實驗을 通하여 그 값이 모두 다른 群에 比하여 顯著히 높음을 알 수 있다.

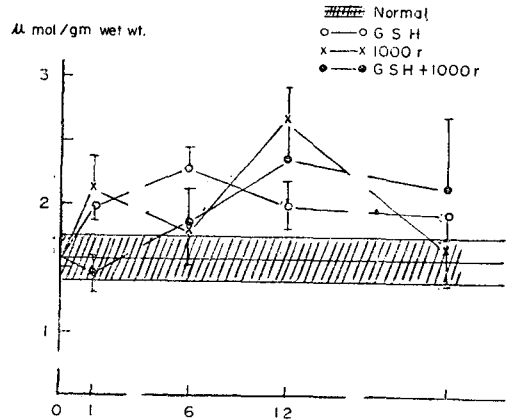


Fig. 2. Changes of NP-SS level of mouse duodenum following single or combined application of X-irradiation and reduced glutathione (GSH).

Table 3. Changes of NP-SS Level of Mouse Duodenum following Single or Combined Application of X-Irradiation and Reduced Glutathione (GSH)

Group	Hour	NP-SS*				
		0	1	6	12	24
Normal	Mean	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
	S.D.	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
	(n)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)
GSH	Mean	1.57	1.98	2.28	2.00	1.94
	S.D.	0.17	0.10	0.14	0.20	0.19
	(n)	(9)	(5)	(5)	(10)	(10)
1000 r X	Mean	1.57	2.13	1.79	2.62	1.65
	S.D.	0.17	0.26	0.26	0.28	0.32
	(n)	(9)	(8)	(10)	(9)	(8)
GSH + 1000 r X	Mean	1.57	1.42	1.82	2.36	2.15
	S.D.	0.17	0.14	0.29	0.33	0.53
	(n)	(9)	(8)	(8)	(8)	(8)

* $\mu \text{ mol/gm wet wt.}$

Table 4. Changes of Oxygen Consumption Rate (QO₂) of Mouse Duodenum following Single or Combined Application of X-Irradiation and Reduced Glutathione (GSH)

Group	Hour	QO ₂ *				
		0	1	6	12	24
Normal	Mean	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16
	S.D.	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
	(n)	(36)	(36)	(36)	(36)	(36)
GSH	Mean	4.16	4.23	4.23	4.17	4.15
	S.D.	0.73	0.25	0.27	0.45	0.30
	(n)	(36)	(17)	(18)	(16)	(15)
1000 r X	Mean	4.16	4.73	6.35	5.43	3.90
	S.D.	0.73	0.89	1.07	0.76	0.82
	(n)	(36)	(22)	(17)	(18)	(19)
GSH+ 1000 r X	Mean	4.16	3.97	4.99	5.01	4.32
	S.D.	0.73	0.60	0.57	0.64	0.69
	(n)	(36)	(25)	(27)	(21)	(19)

* QO₂= μ l O₂/hr./mg D.W.

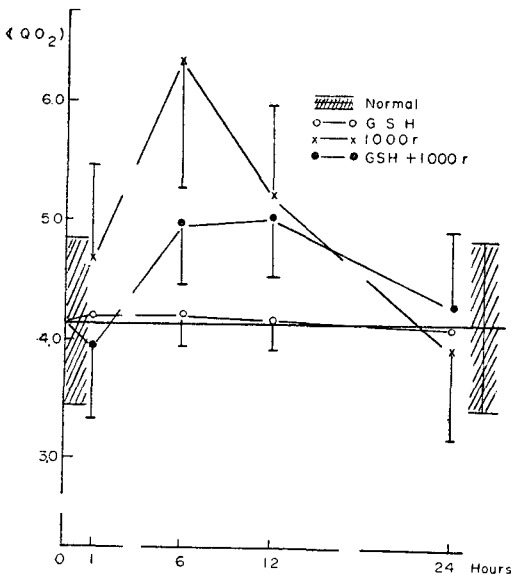


Fig. 3. Changes of oxygen consumption rate (QO₂) of mouse duodenum following single or combined application of X-irradiation and reduced glutathione (GSH).

3) 第3表 및 第2圖는 各 實驗群에서의 NP-SS의 變動을 正常値와 比較表示한 것인데 여기서 보는바와 같이 實驗 6時間까지는 GSH 單獨投與群에서 그 NP-SS 値가 다른 群에 比하여 높은값을 나타내는 傾向을 보

였으나 後 12時間 및 24時間에서는 正常値가까이로 低下되었음을 알 수 있고 X-線照射만을 한 群에서는 照射後 12時間에 가장 높은 값을 나타내었으나 24時間에는 正常値로 돌아왔음을 알 수 있다.

한편 GSH 投與後 X-線全身照射한 群에서의 NP-SS 의 變動은 24時間까지 次次 높아지고 12 및 24時間까지 繼續 높아져서 24時間에서는 全群에서 가장 높은 값을 나타내고 있음을 볼 수 있다.

4) 第4表 및 第3圖는 各 實驗群에서의 QO₂의 變動을 正常群의 그것과 比較表示한 것이다. 即 여기서 보는바와 같이 正常値에 比하여 GSH 만을 投與하였을 때는 마우스 十二指腸의 QO₂는 各 實驗時間에서 變化가 없음에 比하여 X-線單獨全身照射群에서는 6時間에 全實驗을 通하여 最高値에 達하였음을 볼 수 있고 後 次次 QO₂가 減少되어 24時間에는 正常値로 恢復됨을 알 수 있으나 全般的으로 全實驗群中 가장 亢進된 QO₂를 나타내고 있음을 알 수 있다.

한편 GSH 를 投與後 X-線全身照射한 群의 QO₂는 6 및 12時間까지 繼續 相當히 높은 값을 나타내었다가 24時間에 正常値와 비슷해지나 全般的으로 GSH 單獨 投與群과 X-線單獨照射群의 값의 大略中間値를 나타내고 있음을 볼 수 있다.

總括 및 考察

X-線全身照射를 입은 動物의 腸管에는 腸管內의 chol-

inesterase의 level의低下와 acetylcholine과 같은刺戟傳導物質에對한感受度의變化로서腸管運動의變化가오게된다는것²⁹⁻³²⁾은이미잘알려져있는事實이며權및朱²⁴⁾와李²⁵⁾에依하면X-線全身照射를입은마우스의摘出十二指腸의自動性運動이15分까지는正常에比하여顯著히亢進되었다고한다.

最近生體를放射線의損傷으로부터保護할수있는化學的保護物質에對한研究가活發해짐에따라細胞內的NP-SH및NP-SS의level이放射線에對한保護作用의本態라함이알려져있다.^{11-13), 17, 20)}

이點에關해서는本教室의李⁹⁾는in vitro에서盧및朱¹⁰⁾는in vivo에서모두X-線照射를입은마우스의肝組織의NP-SH및NP-SS가正常에比하여增加되었다고報告한바있다.그러나앞서論한바와같이X線照射로서腸管運動의變化가招來되는腸管에있어서그NP-SH및NP-SS가X-線照射로서어떠한變化를갖게되느냐에關해서는아직뚜렷한報告가없다.한편放射線照射直前にSH基를含有하거나或은生體內에서SH基의遊離를促進할수있는物質을投與함으로써放射線의障害로부터生體를化學的으로保護할수있다함은이미널리알려져있는事實이다.^{5, 6, 7, 11, 17, 18)} 이들SH化合物이X-線照射를입은動物의腸管의NP-SH및NP-SS에어떠한影響을나타내느냐에對해서는別로報告된바가없다.

더욱이GSH는SH化合物中最毒성이弱하여가장有効한保護物質로알려져있음^{6, 7)}에비추어,著者들은本實驗에서1,000r의X-線全身照射直前に마우스에GSH를投與하고十二指腸의NP-SH및NP-SS의level이어떠한變化를하느냐를살펴봄으로써GSH의放射線保護作用의一端을알기爲하여本研究를試圖한것이다.

그結果를總括하여考察하면1,000r의X-線全身照射로서마우스十二指腸의NP-SH値는照射後24時間까지正常에比하여變化가없음을볼수있고이點은Yakovlev 및 Isupova¹⁷⁾, Rausch 및 Graul²⁶⁾ 등의實驗結果와비슷하다하겠다.即그들은照射後24時間까지는肝組織의NP-SH値가正常에比하여別變化가없다가24時間부터는높아진다고하였으며朴等²¹⁾도역시마우스肝組織의NP-SH値가照射後5時間까지는別變化가없고48時間에서높은값을나타내었다고하며本實驗의結果와비슷하다하겠다.한편GSH만을投與하였을때는NP-SH値가6時間에서若干높은값을보이나곧正常値와비슷하게됨을보는데이로써GSH는注入後6時間이 지나면體外로排泄이

되어버린다고生覺할수있겠다.그러나GSH를投與한後X-線照射를한群에서의十二指腸의NP-SH는6時間에서正常에比하여有意하게增加되어最高値에達하고그後若干減少는되어도다른群보다는顯著히높은값을維持하고있음을볼수있다.이처럼GSH의投與로서X-線照射를입은마우스十二指腸의NP-SH値가顯著히높아져있음은細胞內的NP-SH가放射線保護의本態¹¹⁻¹³⁾라는點에비추어볼때結局GSH의放射線保護作用의結果라고말할수있을것이다.

NP-SS의level은NP-SH에比하여이傾向이뚜렷하지는못하나GSH와X-線照射를併用했을때가12時間및24時間까지NP-SS의level이높은값을維持하고있음에비추어역시GSH의放射線保護作用을認定할수있다하겠다.

盧 및 朱¹⁰⁾에依하면GSH를投與한後1,000r의X-線全身照射를한마우스의肝組織의NP-SH및NP-SS가X-線照射나GSH投與만을한群의그것에比하여大體로높은값을나타내었다고報告한바있는데著者들의十二指腸을使用한實驗結果도이와大體로一致한다하겠다.

한편X-線照射가各組織의酸素消費量에미치는影響을研究한業績은枚擧키어려울만큼許多하나腸管特히十二指腸의酸素消費量(QO₂)이X-線照射로서어떻게變化하느냐에關해서는뚜렷한報告가別로없다.다만權및朱²⁴⁾에依하면十二指腸의QO₂가X-線照射1時間에서對照에比하여若干높은값을보였고照射後24時間에서는對照와비슷하게되었다고한다.著者들이얻은結果로서도X-線照射만으로서는1時間에서若干높고24時間에서正常値로돌아와서權및朱²⁴⁾의報告와同一하나QO₂가X-線照射後6時間까지繼續 높아져서6時間에서마침내最高値를나타내고있음을볼수있을뿐아니라本實驗의全實驗群을通하여가장높은값을나타내고있음을볼수있다.이點은本實驗에서使用한1,000r의X-線照射로서十二指腸內的各細胞가損傷을입게되고그結果代價的으로6時間까지活潑한酸化代謝를營爲하고있음을示唆한다하겠다.그러나GSH投與後X-線照射群에서는QO₂가6, 12 및 24時間에서正常値및GSH만을投與한群의그것에比하여서는높은값을보이나X-線만을照射한群에比해서는相當히 낮고大體로中間値를나타내고있음을볼수있다.

이結果로서GSH가QO₂의level에있어서도十二指腸에對한X-線의惡影響으로부터保護作用을나타내고있다고하겠다.

結 論

X-射全身照射가 마우스 十二指腸의 non-protein sulfhydryl (NP-SH), non-protein disulfide (NP-SS) 및 酸素消費量(QO₂)에 미치는 影響을 觀察하고 reduced glutathione(GSH)을 X-線照射直前に 投與하여 NP-SH, NP-SS 및 QO₂의 變動을 살펴봄으로써 GSH의 X-線保護作用의 一端을 究明하기 爲하여 마우스를 材料로 하고 1,000 r의 X-線全身照射만을 한 群과 GSH만을 投與한 群 및 GSH 投與後 1,000 r의 X-線全身照射한 群으로 나누어 各各 1, 6, 12 및 24 時間에서 十二指腸의 NP-SH, NP-SS 및 QO₂를 測定하여 正常對照群의 그것들과 比較하여 다음의 結果를 얻었다.

1) NP-SH의 正常値는 3.31±0.27 μmol/gm wet wt. 임에 比하여 X-線全身照射 및 GSH 單獨投與群에서는 正常에 比하여 有意한 差異가 없었으나 GSH 投與後 X-線照射群에서는 6 時間에서 4.70±0.10 μmol/gm wet wt. 로서 最高値를 나타 내고 全實驗을 通하여 各群中 가장 높은 값을 나타내었다.

2) NP-SS의 正常値는 1.57±0.17 μmol/gm wet wt. 이었고 GSH와 X-線照射를 合併한 群에서는 그 값이 次次 높아져서 12 時間에서 2.36±0.33, 24 時間에서 2.15±0.53 μmol/gm wet wt. 로서 全實驗을 通하여 X-線照射와 GSH 投與單獨群의 大略 中間値를 나타내었다.

3) 正常群의 QO₂는 4.16±0.73 μO₂/hr./gm D.W. 이었고 GSH 單獨投與群에서는 正常에 比하여 差異가 없었으나 X-線照射만을 한 群에서의 QO₂는 顯著히 增加되어 6 時間에서 6.35±1.07 로서 最高値를 나타내었고 그後 若干 減少되었으나 全實驗을 通해서 全群中 가장 높은 값을 나타내었다. GSH 投與後 X-線照射한 群에서는 QO₂가 X-線照射 및 GSH 投與群의 大略 中間値를 나타내었다.

4) 以上の 成績으로 보아 GSH의 X-線에 對한 保護作用을 認定할 수 있다고 思料된다.

(本研究에 많은 도움을 해주신 申鉉鎔先生님과 崔瓊淑先生께 深謝한다)

參 考 文 獻

- 1) Straub, F.B.: *Proceedings of the plenary sessions, 7th International Congress of Biochemistry, IUB*, 36:41, 1967.
- 2) Reed, L.J. and Cox, D.J.: *Ann. Rev. Biochem.*

- 35:57, 1966.
- 3) Lanreut, T.C., Moore, E.C. and Reichard, P.: *J. Biol. Chem.* 239:3434, 1964.
- 4) 早石修, 市山新: 研究篇 I, *グルタチオンの生化學, グルタチオン 研究の進歩, 診斷と治療社, 東京 1969.*
- 5) Bacq, Z.M. and Herve, A.: *J. Suisse. Med.* 82: 1018, 1952.
- 6) Pihl, A. and Eldjarn, L.: *Pharmacol. Rev.*, 10: 437, 1958.
- 7) Bacq, Z.M. and Alexander, P.: *Fundamentals of Radiobiology, London, Pergamon Press, 1961.*
- 8) 李三英: *綜合醫學*, 13:39, 1968.
- 9) 李鶴九: *綜合醫學*, 13:27, 1968.
- 10) 盧英夏, 朱永恩: *綜合醫學*, 13:19, 1968.
- 11) Pihl, A. and Eldjarn, L.: *Advances in Radiobiology, Edinburgh, Oliver and Boyd, 1957.*
- 12) Bacq, Z.M. and Alexander, P.: *Nature*, 203:192, 1964.
- 13) Revesz, L., Bergstrand, H. and Modig, H.: *Nature*, 198:4887, 1963.
- 14) Revesz, I. and Modig, H.: *Nature*, 207:430, 1965.
- 15) Hulse, E.V.: *Int. J. Rad. Biol.* 6:323, 1963.
- 16) Paslicka, M., Hill, M. and Novak, L.: *Int. J. Rad. Biol.* 4:567, 1962.
- 17) Yakovlev, V.G. and Isupova, L.S.: *In: Chemical Protection of the Body Against Ionizing Radiation, London, Pergamon Press, 1963.*
- 18) Doherty, D.C.: *Radiation Protection and Recovery, Ed. Hollaender, A., London Pergamon Press, p. 45, 1960.*
- 19) Eldjarn, L.: *Proc. 18th Ann. Symp. Fund. Cancer Res. and Cell Rad. Biol. Univ. Texas, 1964.*
- 20) Jellum, E.: *Int. J. Rad. Biol.* 9:185, 1965.
- 21) 朴秀夏, 崔瓊淑, 金炳權, 權龍珠, 李在福: *대한생리학회지* 4:61, 1970.
- 22) Quastel, M.R.: *Brit. J. Radiol.*, 41:142, 1968.
- 23) Goodman, R.D., Lewis, A.E. and Schuck, E.A.: *Am. J. Physiol.* 169:242, 1952.
- 24) 權龍珠, 朱永恩: *대한생리학회지*, 4:45, 1970.
- 25) 李在福: *대한생리학회지*, 5:43, 1971.
- 26) Rausch, L. and Graul, E.H.: *Strahlentherapie*, 94:539, 1954.

- 27) Ellman, G.L.: *Arch. Biochem. Biophys.* 82:70, 1959.
- 23) Dohan, J.S. and Woodward, G.E.: *J. Biol. Chem.*, 131:301, 1940.
- 29) Conard, R.A.: *Am. J. Physiol.* 165:375, 1951.
- 30) Conard, R.A.: *Ibid*; 170:418, 1956.
- 31) Burn, J.H., Kordick, P. and Mole, R.H.: *Brit. J. Pharmacol.* 188:76, 1957.
- 32) French, A.B. and Wall, P.E.: *Am. J. Physiol.* 188:76, 1957.