

胃造影撮影時 撮影條件에 관한 研究

信興實業專門大學 放射線科

慶光顯·金興泰·樞達銀·宣漢慶*·許俊**

Abstract

A Study on Exposure Technics in Roentgenography of the Stomach

Kwang Hyon Kyong, Heung Tai Kim, Dal Kwan Kwon,
Han Kyung Sun*, Joon Huh**

Dept. of Radiotechnology, Shin Heung Junior College

In examinations of the stomach roentgenography, it is imperative to obtain adequate film density throughout all its different regions. Therefore, it is necessary to use more sophisticated exposure techniques. In order to achieve these purpose, the radiologic technologists must be measured abdominal thickness in variations with patient positions. In consideration of these problem, the author was made an experiment on correction method of kVp and mAs by abdominal thickness in roentgenography of the stomach.

The results were summarized as follows :

1. When the patient in erect position, abdominal thickness was the most thickened at the level of 3cm inferior to umbilicus without regard to body habitus and it was the most thickened at the level of 3cm superior to umbilicus in prone and supine position.
2. As a result of measuring film density for stomach, the adequate film density was represented from 0.70 to 2.49 in erect position and 0.28~1.18 in supine position, 0.5 ~ 2.45 in prone position.
3. In order to obtain uniform film density in 1.25, the correction factor for kVp by abdominal thickness was represented average ± 4.5 kVp per ± 1 cm in a fixed 50 mAs, and average ± 3.9 kVp per ± 1 cm in a fixed 100 mAs.
4. In order to obtain uniform film density in 1.25, the correction factor for mAs by abdominal thickness was represented average $\pm 30.9\%$ per ± 1 cm in a fixed 80 kVp and $\pm 26.9\%$ per ± 1 cm in a fixed 100 kVp.

* 聖家病院 放射線科

Dept. of Radiology, Holy Family Hospital

** 高麗大學校 保健專門大學 放射線科

Dept. of Radiotechnology, Korea University

目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗器具 및 方法
- III. 實驗結果
- IV. 臨床應用例
- V. 考 按
- VI. 結 論
- 參考文獻

I. 緒 論

最近에 胃疾患은 날로 增加되고 있으며 男子의 境遇에 있어 癌疾患의 頻發部位는 消化器系統疾患이 30.4 ~ 42.7%로서 가장 높은 比率을 보이고 있다.¹⁾ 이러한 癌에 對한 治療方法은 外科, 放射線, 化學療法 및 免疫療法等이 있으나,²⁾ 가장 重要한 것은 早期에 發見하여 生存率을 向上시키는 方法이라고 본다. 故로 胃疾患의 診斷에 있어서 胃內視鏡檢査 및 直視下의 胃生檢은 X線檢査와 더불어 必須不可缺의 檢査法이며,³⁾ 이들은 서로 우월을 論할 수는 없고 相互 補完하여 이를 併用하므로써 胃疾患의 正確한 診斷 特別히 胃癌의 早期發見에 큰 成果를 올리고 있는 實情이다. 이에 따라서 造影劑를 利用한 X線檢査중에서 胃造影X線攝影業務는 많은 分布를 차지하고 있다.⁴⁾

胃造影X線檢査法은 充滿法, 二重造影法, 壓迫法, 粘膜炎 relief 法 等을 併用해서 檢査를 하고 있다.⁵⁾ 그 중에서도 二重造影法의 檢査目的은 微細所見을 正面像으로서 粘膜炎의 變化를 捕捉하여 描寫하는데 가장 理想的인 方法이다. 그러나 이러한 檢査를 行하는데 있어서 適正한 撮影條件은 體位에 따른 患者의 體位, 造影狀態, 營養狀態, 使用裝置, 附屬品等에 따라 差異가 있기 때문에 撮影條件을 考慮할 必要가 있다.⁶⁾ 特別히 同一한 患者라고 할지라도 體位 및 spot 撮影時 壓迫되는 程度에 따라 腹部의 體位는 항상 變化되는 고로 이에 따른 撮影條件을 補正하여 診斷能力이 良好한 鮮銳度와 對照度를 가지는 X線寫眞을 만들어 낼 必要性이 있다. 故로 著者는 이러한 點을 考慮하여 胃造影X線攝影時 腹部의 體位에 따른 管電壓과 mAs의 補正方法에 對하여 實驗한 바 있어 이에 그 結果를 報告하는 바이다.

II. 實驗器具 및 方法

1. 實驗器具

X線發生裝置: Profex ray 600mA, 150 kVp
自動現像機: Fuji RK Type
增感紙: Kyokko High Speed
필름: Fuji RX Type
濃度計: Sakura 濃度計 PDA 81
팬 톨: Acryl plate (30 × 30 × 4 cm)
Acryl step phantom 20 계단 (1 ~ 20 cm)
Grid : 12 : 1

2. 實驗方法

가. 患者의 體位에 따른 腹部의 體位를 알기 위하여 總 112名(男 50名, 女 62名)의 被檢者를 ra-



사진 1. 二重造影像의 濃度測定部位



사진 2. 立位充滿像의 濃度測定部位

ndom sampling 하여 두께가 얇은 사람, 보통, 그리고 두꺼운 사람으로 각각 分類하여 立位, 仰臥位, 腹臥位에서의 呼吸時 臍部, 臍部에서 아래로 3 cm 되는 部位, 그리고 臍部에서 위로 3 cm 되는 部位의 두께를 각각 測定하여 그 平均値의 두께를 算出하였다.

나. 胃造影 X線寫眞에 있어서 각 部位의 濃度を 알기 위하여 仰臥位 및 腹臥位에서 撮影한 良質의 胃 X線寫眞을 選擇하여 各 部分에 對한 濃度を 測定하였다 (寫眞 1, 2 참조).

다. 腹部를 가정한 phantom 두께에 따른 管電壓의 變化를 알기 위하여 腹部를 假定한 Acryl plate (30×30×40 cm) 위에 1 cm 간격으로 된 20 계단의 Acryl step phantom (20 cm) 을 놓아서 被寫體로 하고 50 mAs 그리고 100 mAs 로 各各 固定한 다음에 管電壓은 70 kVp 부터 5 kVp 간격으로 해서 115 kVp 까지 變化시키면서 撮影하였다. 이 때에 焦點-필름間 距離는 40 인치이고 使用한 格子比는 12 : 1 이었다

라. 腹部의 두께에 따른 mAs의 變化量을 알기 위하여 "다" 항과 같이 同一한 被寫體, Grid 그리고 距離에서 管電壓을 70, 80, 100 kVp 로 各各 固

定시키고 10, 20, 40, 60, 80, 100 그리고 150 mAs 로 變化시키면서 撮影하였다.

마. "다" 항과 "라" 항의 方法에 依하여 얻어진 ฟิล름濃度を 測定하여 特性曲線을 作成한 後, 濃度 1.25 를 내기 위하여 두께의 變化에 따른 kVp 와 mAs 의 補正에 對한 曲線을 作成하였다.

III. 實驗 結果

가. 患者의 體位에 따른 腹部의 두께

總 112 名의 被檢者에 對한 腹部의 두께를 測定한 結果의 平均値는 表 1 과 같다. 立位에서는 體格의 區分과는 相關없이 臍部 아래로 3 cm 되는 部位가 가장 두꺼운 것으로 나타났으며, 그 다음은 臍部에서 위로 3 cm 되는 部位이였으며, 臍部가 얇은 두께로 나타났다. 그러나 仰臥位, 腹臥位에서는 體格의 型態와는 關係없이 臍部에서 위로 3 cm 되는 部位가 가장 두꺼웠으며, 그 다음이 臍部, 臍部에서 아래로 3 cm 되는 部位의 順位로 나타났다. 그리고 性別에 따른 腹部의 두께에 對한 平均値는 表 2 와 같다. 즉, 立位에 있어서는 男女의 性別에 關係없이 臍部에서 아래로 3 cm

Table 1. Average thickness of abdomen by patient position, bodily habitus (cm)

patient position	Bodily habitus	abdominal thickness by portion (cm)		
		3 cm above umbilicus	umbilicus	3 cm below umbilicus
Erect position	hyposthenic type	16.07	16.00	17.54
	sthenic type	18.74	18.70	20.29
	hypersthenic type	20.92	20.70	21.42
Supine position	hyposthenic type	17.78	17.11	15.35
	sthenic type	20.00	19.47	18.02
	hypersthenic type	22.00	21.50	20.60
Prone position	hyposthenic type	17.39	16.33	15.09
	sthenic type	19.57	18.36	17.27
	hypersthenic type	21.61	20.92	19.35

Table 2. Average thickness of abdomen by sex distribution (cm)

patient position	sex	abdominal thickness by portion		
		3 cm above umbilicus	umbilicus	3 cm below umbilicus
Erect position	male	19.57	19.11	20.19
	female	17.50	17.71	19.69
Supine position	male	21.01	20.57	18.99
	female	18.64	17.99	16.67
Prone position	male	20.66	19.72	18.20
	female	18.23	17.15	16.03

Table 3. Film density measured by portion in x-ray film of the stomach

Patient position	No	portion	film density	contrast media
Erect position	1	abdomen	1.41	-
	2	spine	0.88	-
	3	duodenum	0.70	Ba + air
	4	duodenal bulb	0.72	Ba + air
	5	body	0.71	Ba
	6	soft tissue	2.49	-
	7	fundus	2.44	air
Supine position	1	abdomen	0.45	-
	2	duodenal bulb	0.28	Ba
	3	body	0.46	Ba + air
	4	rib	0.85	air
	5	body	1.12	air
	6	body	1.18	Ba + air
Prone position	1	duodenal bulb	0.5	Ba + air
	2	body	0.2	Ba
	3	body	0.45	Ba + air
	4	abdomen	0.9	-
	5	fundus	2.45	air

되는 部位가 가장 두꺼웠고, 腹臥位 및 仰臥位에서는 腹部에서 위로 3 cm 되는 部位가 가장 두꺼웠다. 그리고 各 體位에 따른 腹部의 두께는 모두 男子가 女子보다 두꺼운 것으로 나타났다.

나. 胃造影 X線寫眞에 있어서 各 部分의 濃度

立位充滿像과 二重造影像에 있어서 各 部分에 對하여 濃度を 測定한 部分은 寫眞 1, 2와 같다. 各 部分의 濃度を 測定한 結果를 보면 立位充滿像에서는 0.70 ~ 2.49의 필름濃度이었고 二重造影像에서는 0.28 ~ 1.18에 이르는 濃度로 나타났다 (표 3 참조).

다. 腹部의 두께에 따른 管電壓의 變化

mAs를 固定하고 濃度 1.25를 내기 위하여 腹部의 두께에 따른 管電壓의 變化는 그림 1, 表 4와 같다. 即, 50mAs로 固定시키고 腹部의 두께에 따른 管電壓의 變化는 15 cm에서는 83 kVp, 16 cm는 86 kVp, 17 cm (92 kVp), 18 cm (98 kVp), 19 cm (103 kVp) 그리고 20 cm에서는 106 kVp를 주어야 濃度 1.25를 낼 수 있는 것으로 나타났다. 腹部의 두께가 ± 1 cm 씩에 따라서 管電壓을 平均 4.5 kVp를 變化시켜야 同一한 濃度를 낼 수 있는 것으로 나타났다. 그리고 100 mAs로 固定시키고 濃度 1.25를 내기 위하여 腹部의 두께에 따른 管電壓의 變化는 15 cm에서는 73 kVp, 16 cm에서는 76 kVp, 17 cm (80 kVp), 18 cm (84 kVp), 19 cm (87 kVp) 그리고 20 cm에서는 92

kVp를 주어야 하는 것으로 나타났다. 이 境遇에 있어서는 腹部의 두께가 ± 1 cm 씩에 따라서 平均 ± 3.9 kVp를 變化시켜야만 同一한 濃度를 낼 수 있는 것으로 나타났다.

라. 腹部의 두께에 따른 mAs의 變化

kVp를 固定시키고 濃度 1.25를 내기 위하여 腹部의 두께에 따른 mAs의 變化에 對한 結果는 그림

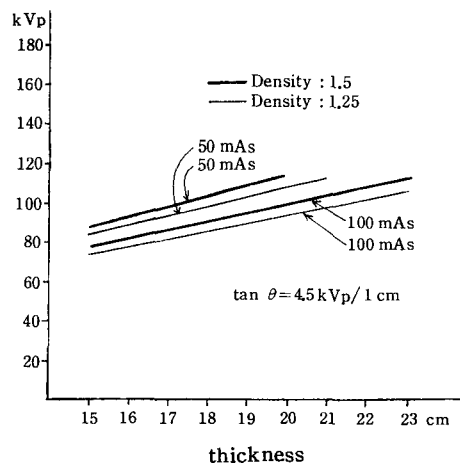


Fig. 1. Curves to variable kVp technics by abdominal thickness in obtaining film density of 1.25 and 1.50

Table 4. Variable kVp technic chart to produce film density of 1.25 and 1.50 by abdominal thickness in case of fixed mAs (unit : kVp)

film density thickness (cm)	50		100	
	1.25	1.50	1.25	1.50
15	83	87	73	77
16	86	92	76	80
17	92	98	80	85
18	98	103	84	88
19	103	108	87	93
20	106	113	92	99
21	111		97	102
22			101	104
23			102	106

Table 5. Variable mAs technic chart to produce film density of 1.25 and 1.50 by abdominal thickness when fixed kVp (mAs)

film density thickness	70		80		100	
	1.25	1.5	1.25	1.5	1.25	1.5
15	95	156	57	80	18	25
16	155	180	80	105	24	32
17	185		100	138	30	40
18			125	175	36	52
19			170	240	48	68
20			230	315	60	90
21			300	420	85	120
22			400	555	95	150
23			530	720	120	159

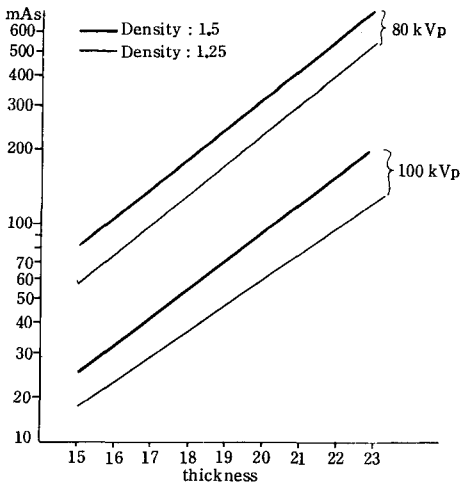


Fig. 2. Curves to variable mAs technics by abdominal thickness in obtaining film density of 1.25 and 1.50

2, 表 5 와 같다. 即, 80 kVp 로 固定시키고 腹部的 두께에 따른 mAs 의 變化는 다음과 같다. 15 cm 의 腹部두께에서는 57 mAs, 16 cm 는 76 mAs, 17 cm (100 mAs), 18 cm (125 mAs), 19 cm (170 mAs) 그리고 20 cm 에서는 230 mAs 를 주어야 同一한 濃度를 낼 수 있는 것으로 나타났다. 이 境遇에 있어서는 腹部的 두께가 ± 1 cm 씩에 따라서 平均 ± 30.9 % 의 mAs 變化를 必要로 하고 있었다. 그리고 100 kVp 로 固定시키고 腹部的 두께에 따른 mAs 의 變化는 다음과 같다. 腹部的 두께가 15 cm 에서는 18 mAs 가 必要하고 16 cm (24 mAs), 17 cm (30 mAs), 18 cm (36 mAs), 18 cm (36 mAs), 19 cm (48 mAs) 그리고 20 cm 의 腹部두께에서는 60 mAs 를 주어야 하는 것으로 나타났다. 이 때는 腹部的 두께가 ± 1 cm 씩에 따라서 平均 ± 26.9 % 의 mAs 變化를 하여야 同



Prone
80 kVp 125 mAs



Prone
98 kVp 50 mAs



Supine
80 kVp 60 mAs



Supine
98 kVp 30 mAs



Erect
80 kVp 125 mAs

사진 3



Erect
98 kVp 60 mAs

사진 4



Prone
100 kVp 36 mAs



Supine
100 kVp 24 mAs



Erect
100 kVp 50 mAs

사진 5.

一한 濃度를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

IV. 臨床 應用 例

以上の 實驗에 依하여 얻어진 結果를 適用하여 實際로 腹部의 두께가 18 cm인 患者를 對象으로 하여 各 各 撮影하였다. 그 結果는 寫眞3~5와 같다. 撮影은 實驗時와 同一한 方法과 條件에서 하였다.

寫眞3은 腹部의 두께가 18 cm인 23歲의 女子를 80 kVp로 固定시키고 體位에 따라서 mAs를 變化시켜 撮影하여 얻어진 像이다.

寫眞4는 腹部의 두께가 18 cm인 28歲 女子를 98 kVp로 固定시키고 體位에 따라서 mAs를 變化시켜 撮影한 것이다.

寫眞5는 腹部의 두께가 18 cm인 43歲의 男子를 100 kVp로 固定하고 體位에 따라서 mAs를 變化시켜 撮影한 것이다.

위의 寫眞들을 보면 모두 均一한 濃度를 보여 주고 있었으며, 低管電壓과 高管電壓을 利用한 寫眞을 比較하면 後者의 境遇가 더 良質의 像을 얻을 수 있음을 볼 수 있었다. 特히 100 kVp를 利用한 像이 가장 좋은 것으로 나타났다.

V. 考 按

胃疾患을 早期에 發見할 目的으로 여러가지 種類의 檢査法들이 있으나, X線檢査의 長點은 넓은 意味에서 볼 때 形狀의 變化, 部位의 判定, 粘膜面의 性狀 및 運動性을 判讀할 수가 있으며 檢査가 簡便하다는 것이라 본다.⁷⁾ 그래서 近年에 와서는 早期癌의 診斷은 물론 小病變의 發見까지도 可能하기 때문에 胃造影X線撮影은 많은 脚光을 받고 있다. 그러나 한편으로는 時代的 背景에 依하여 病變이 多樣해진 故로 胃에 對한 X線檢査技術의 高度化와 診斷의 正確도가 切實히 要求되고 있는 實情이다.

이러한 目的을 達成하기 위해서는 胃癌의 輪廓變化와 內腔粘膜面に 나타나는 요철이 적은 病巢를 필름으로 把握하는데 있어서, 良好한 鮮銳度와 對照度를 갖는 像을 撮影하는 것이 先決問題라 하겠다.⁸⁾

良質의 胃X線寫眞을 만들기 위한 適正한 撮影條件은 被寫體의 腹部두께에 따라 左右되고 있다. routine 檢査時나 透視中에는 體位에 따른 腹部의 두께는 많이 變動되고 있기 때문에, 그 때마다 撮影條件을 正確하게 變化시키지 않으면 안된다. 그러므로 檢査時마다 腹部의 두께를 測定하는 것은 매우 重要하며, 搬

影條件을 決定하기 위한 腹部的 두께를 測定하는 方法은 여러가지가 있다. 立位나 腹臥位에서는 臍部的上, 下에서 가장 많이 突出된 部分을 呼吸時에 腹部的 두께를 測定하는 것이 一般的이라고 하였다.⁷⁾ 그러나 被寫體의 體格에 따라서 이 突出部分이 달라지므로 注意할 必要가 있다.

本 研究의 結果에 依하면, 立位에서는 患者의 體格과는 關係없이 臍部에서 아래로 3 cm 되는 部位의 두께를 測定하는 것이 좋고 仰臥位, 腹臥位에서는 臍部에서 위로 3 cm 되는 部位를 測定하는 것이 좋다고 사료되는 바이다. 또한 필름상에 나타난 黑化度의 變化는 造影劑의 濃度라기 보다는 두께에 따라 주로 左右되기 때문에⁹⁾ 胃 X線을 撮影할 때는 반드시 體位에 따른 腹部的 두께를 測定할 必要가 있다.

良質의 胃 X線寫眞의 條件으로서의 鮮銳度, contrast가 좋아야 하고 散亂線에 의한 fog가 없어야 하며 濃度가 適當하여야 된다.⁸⁾ 胃 X線寫眞의 濃度는 判讀者의 취향에 따라 差異가 있겠으나, 위케양만을 識別하는데는 0.5~2.3의 濃度가 適當하다고 하였으며,⁷⁾ 許는 0.25~2.0이라고 하였으며¹⁰⁾ 金井厚等은 立位充滿像에서 0.1~2.3의 濃度範圍 그리고 仰臥位の 二重造影像에서는 0.15~1.2의 濃度範圍가 良質의 胃 X線寫眞으로 나타났다.⁸⁾ 本 研究의 結果值보다는 모두 낮은 것을 볼 수 있었다. 이 濃度의 差異는 腹部的 두께, 撮影體位 및 撮影條件等の 影響에 起因하며 診斷에 適當한 필름濃度는 比較的 광범위하다고 볼 수 있다.¹¹⁾

被寫體의 두께變化에 따르는 kVp의 補正方法은 여러가지가 있으나, 가장 一般的인 것은 $kVp = 2 \times d + c$ 의 實驗式에 依하여 適用할 수가 있다.⁵⁾ 그러나, 이러한 補正方法은 標準두께에서는 適合할지 모르나 넓은 범위에서는 滿足한 結果를 얻지 못하는 境遇가 많다고 본다. 왜냐하면 管電壓(線質)과 管電流(線量) 사이에는 反比例하기 때문에 미리 設定된 mAs에 따라서 管電壓의 變化는 달라지게 될 것이다.

本 研究의 結果에서도 50 mAs로 固定시킨 境遇에서는 腹部的 두께 ± 1 cm 당 ± 4.7 kVp, 100 mAs에서는 ± 3.7 kVp의 管電壓의 變化를 必要로 하고 있었다. 이것을 標準狀態로 하고 體位에 따른 kVp의 變化는 다시 해주어야 된다. 即, 立位斜位에서는 4~6 kVp를 增加시켜야 하며⁶⁾ 仰臥位二重造影像에서는 胃內部에 陰性造影劑인 空氣때문에 2 kVp⁶⁾ 또는 5 kVp를¹²⁾ 減해주어야 한다.

腹部的 두께에 따라서 mAs 만을 變化할 때, 그 適正方法으로서의 綱綫에 依하여 提唱된 實驗式으로서

$mAs = (d^3/100) + 1$ 이 있으나, 이 方法도 넓은 의미에서는 適合하지 않은 것으로 思慮된다. 왜냐하면 미리 設定된 管電壓에 따라 mAs의 變化량은 本 研究에서와 같이 달라지고 있기 때문이다. 即, 管電壓을 80 kVp로 固定시켰을 때는 腹部的 두께 ± 1 cm 당 平均 $\pm 30.9\%$, 100 kVp로 固定시킨 경우는 $\pm 26.9\%$ 임을 볼 때, 胸部에서도 mAs의 變化는 30% 전후로¹³⁾ 나타나므로서 거의 같은 傾向을 보여 주었다.

VI. 結 論

胃造影 X線撮影時 撮影條件에 關하여 實驗을 한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 腹部的 두께를 體格 및 體位에 따라 測定한 結果는 體格의 狀態와는 關係없이 立位에서는 臍部에서 아래로 3 cm 되는 部分이, 仰臥位 및 腹臥位에서는 臍部에서 위로 3 cm 되는 部分이 가장 두꺼운 것으로 나타났다.

2. 胃造影 X線寫眞에 있어서 各 部分의 適當한 濃度는 立位充滿像에서 보면 0.70~2.44 이었고 仰臥位二重造影像은 0.45~1.18 이었으며 腹臥位充滿像은 0.5~2.45 로 나타났다.

3. 濃度 1.25를 얻기 위하여, 50 mAs 그리고 100 mAs로 固定한 境遇에 腹部的 두께에 따른 管電壓의 變化는 두께가 ± 1 cm됨에 따라서 平均적으로 ± 4.7 kVp, ± 3.9 kVp로 補正시켜야 되는 것으로 나타났다.

4. 濃度 1.25를 얻기 위하여 80 kVp 그리고 100 kVp로 固定시킨 境遇에 腹部的 두께에 따른 mAs 變化는 두께가 ± 1 cm됨에 따라 平均적으로 $\pm 30.9\%$ $\pm 26.9\%$ 로 補正시켜야 되는 것으로 나타났다.

5. 위와같은 實驗을 利用하여 臨床에 應用한 結果, 胃의 全體的인 像을 觀察하는데는 高管電壓의 撮影이 識別能力, 診斷領域이 擴大됨을 알 수 있었다.

參 考 文 獻

1. 이장규의: 한국인 암질환의 발생추세 및 요인별 분석. 한국의과학, 7(6), 402, 1975.
2. 安致烈: 放射線治療와의 併用療法. 대한의학협회지, 21(6), 468, 1978.
3. 鄭克守, 鄭俊謨: 胃疾患에 對한 X線, 胃 fiber-scope 및 直視下 細胞診斷檢査의 診斷能. 대한의학협회지, 15(5), 418, 1972.
4. 慶光顯, 許俊: X線診斷部門에 있어서 業務量에

- 關한 研究. 韓國放射線技術研究會誌, 1(1), 38
1978.
5. 立入 弘: 診療放射線技術, 220 - 223, 南江堂, 1974.
 6. 吉田 明: 圖說 X線検査의 實際, 350, タグプロ
ス出版.
 7. 金井 厚: 圖譜による消化管 Screening 의 撮影手
技. エツクスレムツセーナル, 3, 1978.
 8. 金井 厚, 鈴木 明, 波多野 浩: Technics for
X-ray photography of the stomach and
duodenum. さくらXレイ寫眞研究, 22(1), 20
- 21, 1971.
 9. 慶光顯, 許俊: 管電壓과 黃酸바륨의 濃度에 關한
研究. 韓國放射線技術研究會誌, 3(1), 43- 48,
1980.
 10. 許 俊: 放射線畫像情報技術, 77, 新光出版社,
1978.
 11. 金和坤, 慶光顯, 金永煥, 許俊: 胃四等分割 撮影
時 適正한 管理壓에 關한 研究. 韓國放射線技術研
究所會誌, 3(1), 39, 1980.
 12. 鈴木 精義: 胃部造影撮影における管電壓의 選定.
日本放射線技術學會誌, 23(1), 148p. 1968.
 13. 姜弘錫, 金昌均, 許俊: 胸部 高電壓撮影에 關
한 檢討, 韓放技研誌, 2(1), 37, 1979.