

Hawlet Chart에 의한 화질의 평가

신구전문대학 방사선과

김 성 수

동아엑스선기계 방사선기술연구소

허 준 · 이선숙 · 이인자

I. 서론

X선 사진의 평가에는 각종 계기로 측정하여 처리한 객관적인 물리적 정량 데이터에 의거하는 방법과 검지계로서 인간의 시각과 지각을 포함한 주관적 평가의 정성데이터에 의하는 방법이 있다^{1~3)}.

현재의 동향은 정량적 데이터의 해석연구가 많이 보고되고 있으며 이러한 물리적 측정에서 선예도는 MTF, 입상도는 Wiener spectrum 그리고 대조도 등에 중점을 둔 평가법이 확립되고 있다. 그러나 물리적 측정법은 정량적으로 평가할 수 있는 특성이 있으나 결점으로 데이터 작성과 수치 처리과정이 번잡하며 특히 측정계기가 고가인 점 등을 들 수 있다.

한편 일상 임상현장에서의 X선화상은 전송시스템의 성능과 소프트웨어인 촬영기술과 피사체인자 등이 포함되어 나타나는 임상사진으로 보통 시각 심리적인 주관평가로 최종적인 종합평가를 하게 된다⁴⁾.

따라서 임상현장에서는 인간의 시각 지각계를 포함하여 가장 간편하게 X선 상을 평가할 수 있고 그 촬영시스템의 성능을 제시할 수 있는 테스트 차아트에 의한 평가가 요망되고 있다.

테스트 차아트로서는 해상력을 측정하기 위한 고대조도 차아트가 이용되었으나 이것은 해상력의 관점으로만 관찰되고 여러 가지 변동인자가 포함된 종합적인 차아트 평가시스템으로

부적당하다.

이에 대응하기 위해서 고안된 것이 Hawlet chart로서 우리나라에도 이미 도입되어 연구보고 되고 있다.

본 연구에서는 Hawlet chart의 기본특성으로 사진농도와 증감지의 감도, 산란선 유무에 따른 화질치와 관찰자에 따르는 변동 등을 전반적으로 관찰하여 그 내용을 보고하는 바이다.

II. 사용기기 및 사용법

1. 사용기기

X선발생장치 : Dong-A DXG 550(150 kVp, 500 mA)

증감지 : Fuji FG-3, FG-8

필름 : Konika MG-SR

격자 : JPi(8 : 1, 34 lines/cm)

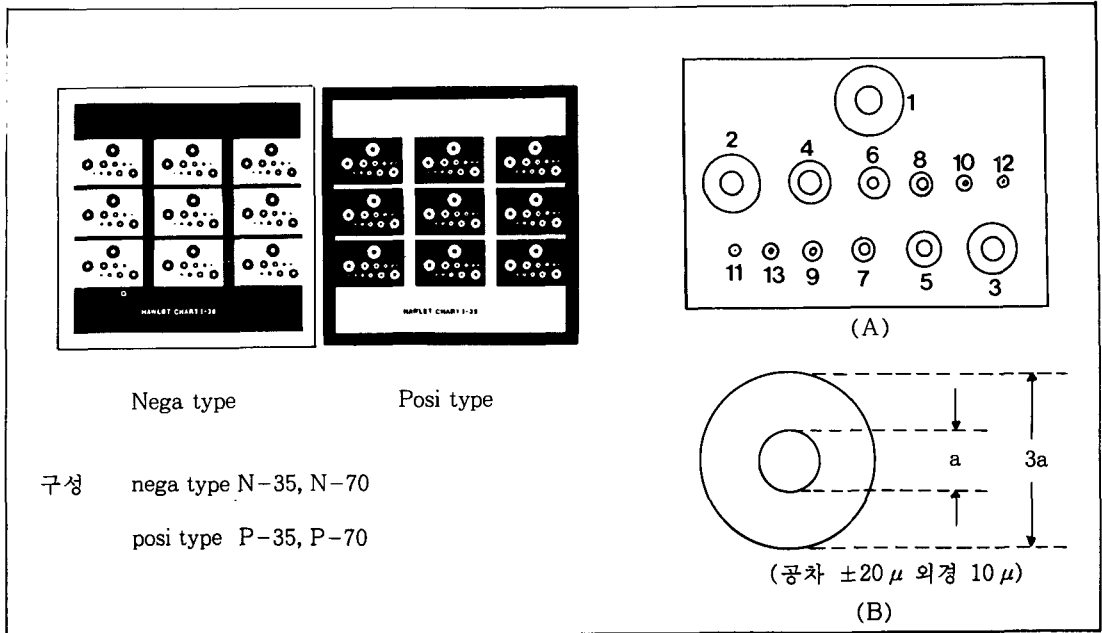
현상기 : Doo San DSP 5000(34 °C, 90 sec)

Hawlet chart : 동판제, 두께 35 μm, 70 μm (nega, posi chart) 내경 0.5 c/mm ~ 4.0 c/mm

2. Hawlet chart의 사용방법^{5~6)}

1) Hawlet chart의 기본구성

Hawlet chart는 크기 즉 공간주파수가 틀리는 13 종류의 도너스환형을 1조로 한 것이 9개 있으며 총계 117개의 도나스환으로 성립되



Nega type

Posi type

구성 nega type N-35, N-70

posi type P-35, P-70

그림 1. Hawlet chart와 그 구성

어 있다.

도너스환의 외경과 중심부의 직경비는 3 : 1로 되어 있다. 재질은 동판으로 그 두께는 $35 \mu\text{m}$ 와 $70 \mu\text{m}$ 의 두 종류가 있으며 각기 네가형과 포지형이 있다(그림 1).

2) 사용방법

Hawlet chart를 X선 촬영하여 시료를 작성한다. 그 시료를 관찰하여 도나스환형의 내경이 보이는지에 따라서 주관적인 화상평가를 한다. 평가법에는 image quality치(이하 IQ치)로 그 값이 정의되고 있다. IQ치는 도너스환 117개 모두가 판별될 경우 즉 가장 작은 도너스환 9개 모두가 판별될 때의 IQ치를 13으로 하고 가장 큰 도너스환 9개가 판별될 경우의 IQ치를 1로 하고 있다. 각 도너스환의 공간주파수(S)와 IQ치에는 표 1과 같은 관계가 있어 다음식으로 표시할 수 있다.

$$IQ = 5.0 + 13.3 \log S$$

표 1. Hawlet Chart의 IQ치와 공간주파수

화 질 치		1	2	3	4	5
공간주파수(L/mm)		0.5	0.6	0.7	0.83	1.0
6	7	8	9	10	11	12
1.19	1.43	1.72	2.0	2.35	2.73	3.33
						4.0

III. 실험방법

Hawlet chart의 기본적인 특성을 관찰하기 위해 양성상 posi chart와 음성상 nega chart를 각기 고대조도용인 두께 $70 \mu\text{m}$ 와 저대조도용인 두께 $35 \mu\text{m}$ 인 두 종류를 사용하였다.

이때 X선 발생장치는 Dong-A DXG-550을 사용하였고, 증감지는 Fuji FG-3와 FG-8, film은 Konica MG를 사용하였으며, 산란선의 유무에 따른 화질치를 관찰하기 위해 산란선이 없을 경우는 acryl $30 \times 30 \times 10 \text{ cm}$ 를 collimator에 부착하여 산란선의 영향을 줄이고 촬영하였으며 산란선이 있을 경우는 acryl 피사체를 film에 밀착하여 촬영하였다. 이때 Hawlet chart는 격자 위에 배치하였다(그림 2).

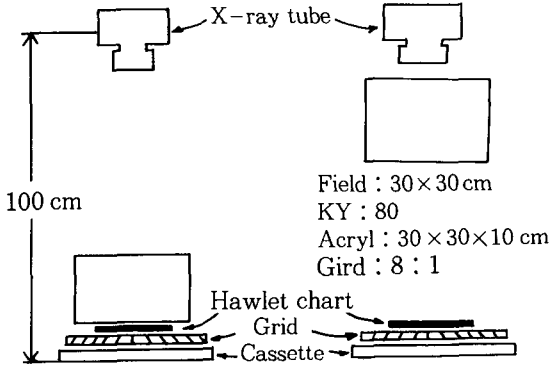


그림 2. 실험배치도

촬영조건은 focus-film distance를 100 cm로 하고, 관전압 70 kV에서 Hawlet chart의 base 농도가 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 되게 관전류량을 변화시켜 각각 15매씩 촬영하였고 이때 사진농도는 각각 ± 0.1 이 되게 하였다. 관찰자는 3명의 방사선사가 총 45매에 대해서 소지농도변화에 따른 IQ치, 증감지 감도별 IQ치, 산란선 유무별 IQ치, 관찰자에 따른 IQ치를 구하고 그 치의 평균치와 표준편차를 구하여 통계적으로 처리하였다.

이때 관찰시의 조건은 관찰대의 밝기, 관찰 시간, 관찰거리 등을 일정하게 하고 관찰하였다.

IV. 실험결과

1. Hawlet chart의 종류에 따른 IQ치

Hawlet chart의 종류에 따른 IQ치를 관찰하기 위해 posi chart 35 μm 와 70 μm , nega chart 35 μm 와 70 μm 를 사용하여 소지 농도변화를 0.5~2.0까지 변화시키고 IQ치를 관찰한 결과 그림 3과 같이 나타났다.

Chart 종류별 묘출능은 그림 3과 같이 각 농도 영역에서 고대조도용인 두께 70 μm chart 사용시 FG-3 증감지는 저농도부인 농도 0.5에서 IQ치는 8.68, 고농도부인 농도 2.0에서의 IQ치는 8.74로 나타났고, 소지농도 1.0~1.5에서의 IQ치는 9.61~9.80으로 가장 크게 나타났

다(그림 3).

이러한 경향은 FG-8 증감지에서도 같은 경향을 나타냈으며 nega-70 μm chart시 묘출능은 단연 크게 나타났고, 그 다음이 Nega-35 μm , posi-70 μm 순으로 저하되었다.

이와 같이 Hawlet chart의 묘출능은 nega-70 μm chart시 묘출능은 가장 크게 나타났으며, 소지농도 1.0~1.5 영역에서 IQ치가 가장 우수하게 나타났다.

2. 증감지의 감도와 산란선에 따른 IQ치

증감지의 감도와 산란선에 의한 IQ치를 관찰하기 위해 nega-70 μm chart에서 FG-3, FG-8 증감지를 사용하고, 산란선의 유무에 따른 IQ치를 비교한 결과 증감지의 감도에 따른 IQ치는 산란선이 없을 경우 FG-3에서의 IQ치는 소지농도가 0.5~2.0까지 변화시 8.48~9.16, FG-8에서는 6.48~8.38로 나타나 증감지 감도 변화시 IQ치는 심하게 저하되었다(그림 4-A).

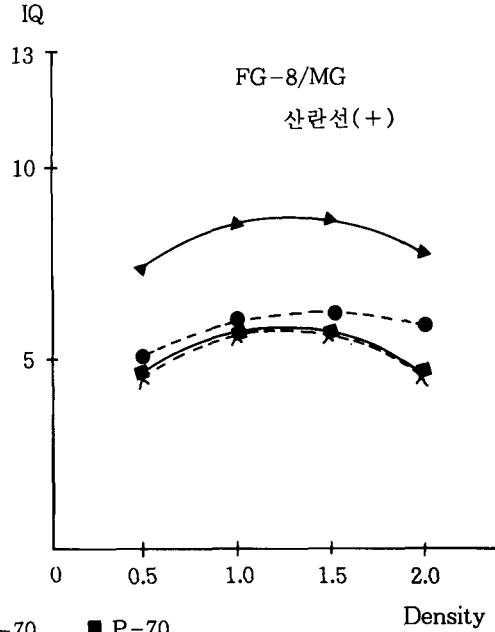
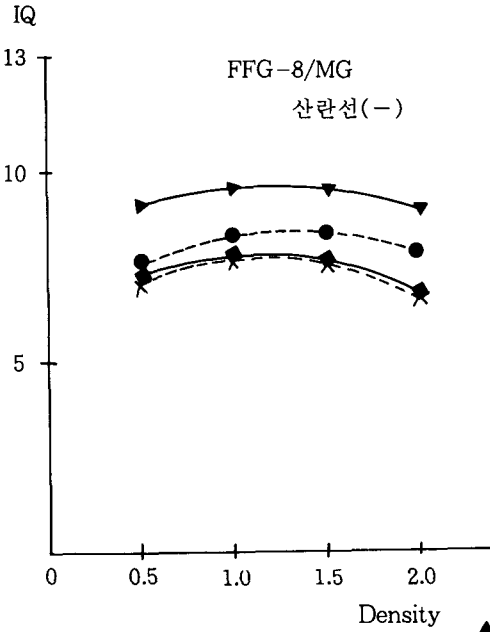
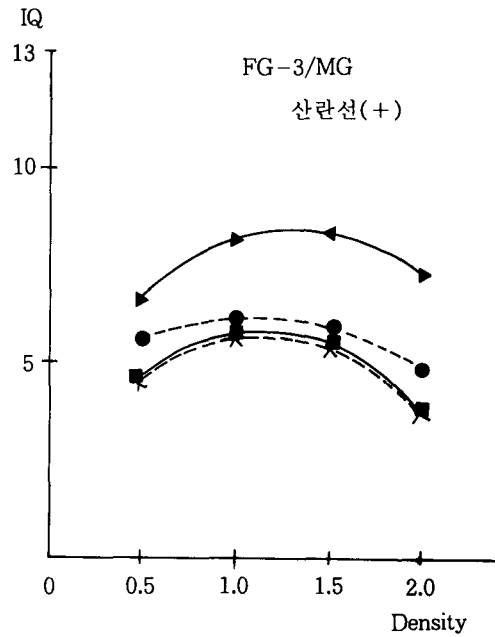
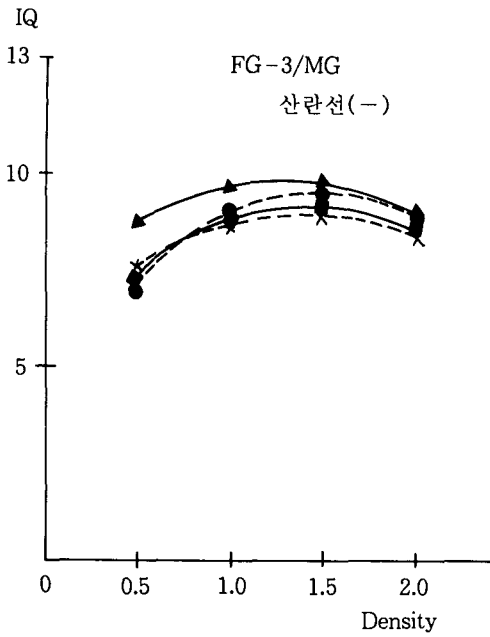
한편 산란선에 의한 IQ치의 영향을 농도 변화시 관찰한 결과 FG-3이 산란선이 없을 경우의 IQ치는 8.68~9.61로 나타났으나 산란선이 부가되었을 경우 6.70~8.30으로 나타나 심하게 저하되었다.

고감도인 FG-8 증감지 사용시 마찬가지로 산란선이 없을 경우 9.06~9.68로 나타났으나 산란선이 부가되었을 경우 7.42~8.51로 나타나 역시 산란선에 의해 IQ치는 심하게 저하되는 것으로 나타났다(그림 4-B).

3. 관찰자 개인에 따른 IQ치

관찰자 개인에 따른 IQ치와 표준편차 변동계수를 IQ치가 가장 큰 nega-70 μm 시 비교한 결과 FG-3 증감지에서 산란선이 없을 때 소지농도 0.5에서의 IQ의 평균치는 7.33, 농도 1.0에서의 평균치는 8.67, 소지농도 1.5에서 IQ치의 평균치는 8.3, 소지농도 2.0에서 IQ치의 평균치는 8.27로 나타나 소지농도 1.0~1.5에서 관찰자에 따른 IQ치의 차가 적게 나타났다.

FG-3 증감지에서 산란선이 부가되었을 경



▲ N-70 ■ P-70
● N-35 ✕ P-35

그림 3. 각 농도에서 차아트 종류에 따른 화질치

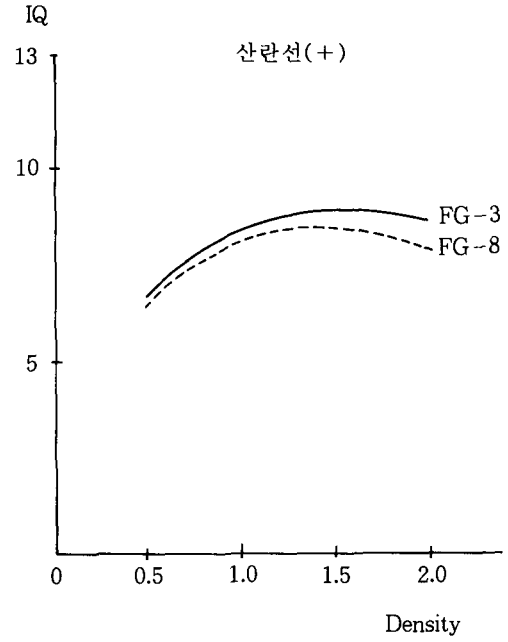
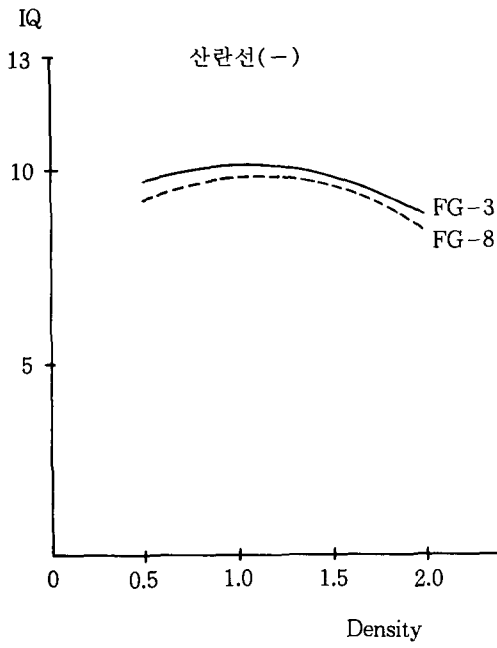
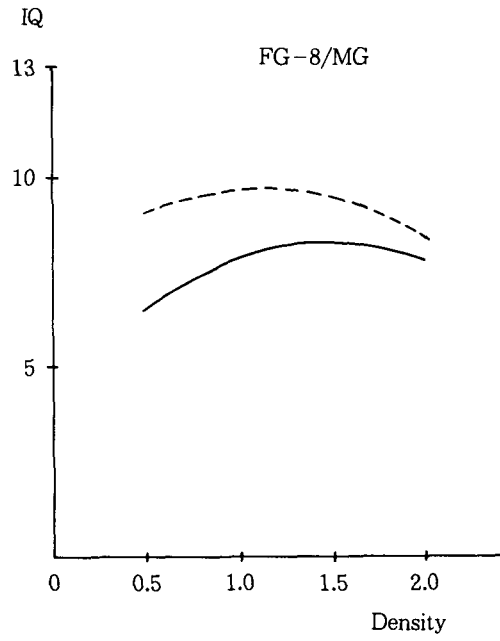
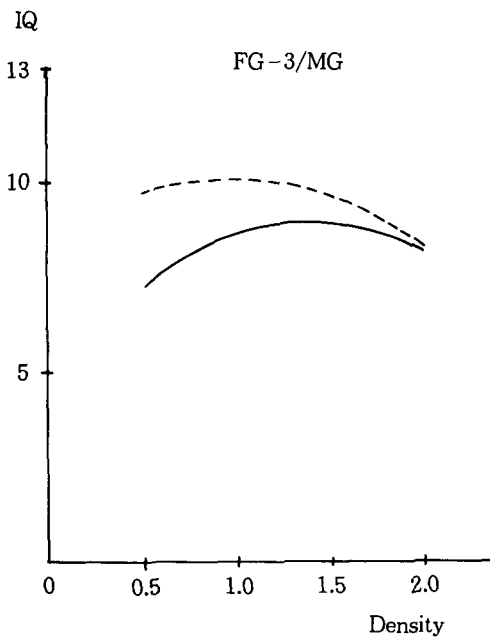


그림 4-A. 증감지에 따른 화질치



..... 산란선 (-)
 — 산란선 (+)

그림 4-B. 산란선에 따른 화질치

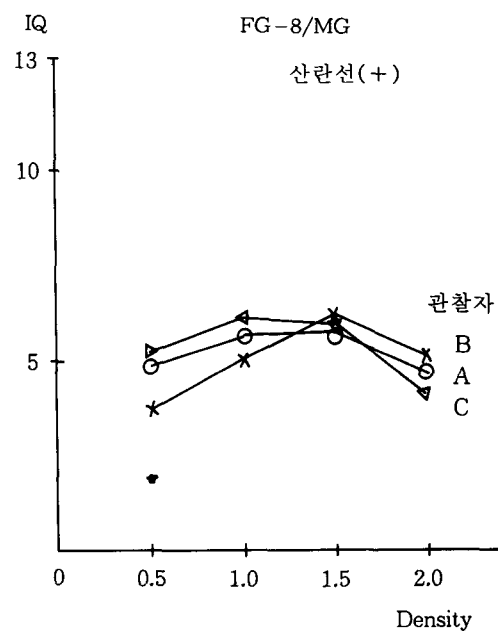
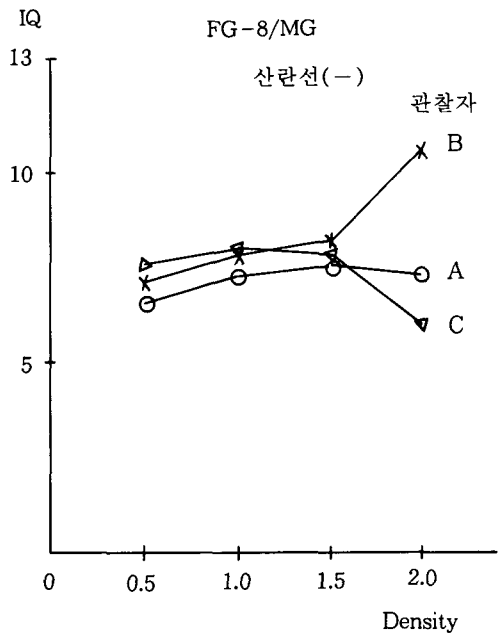
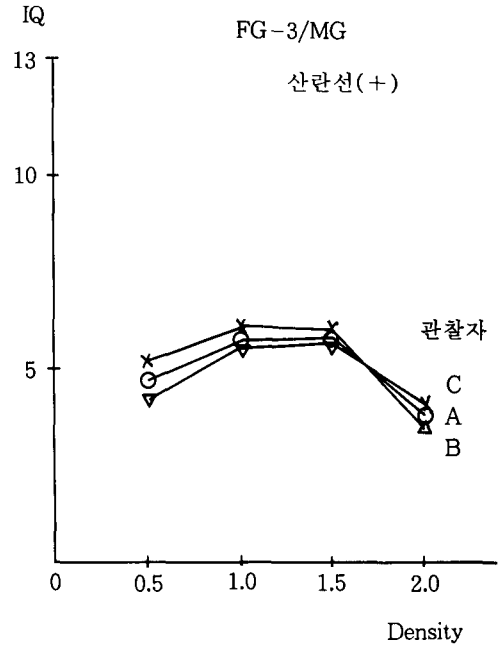
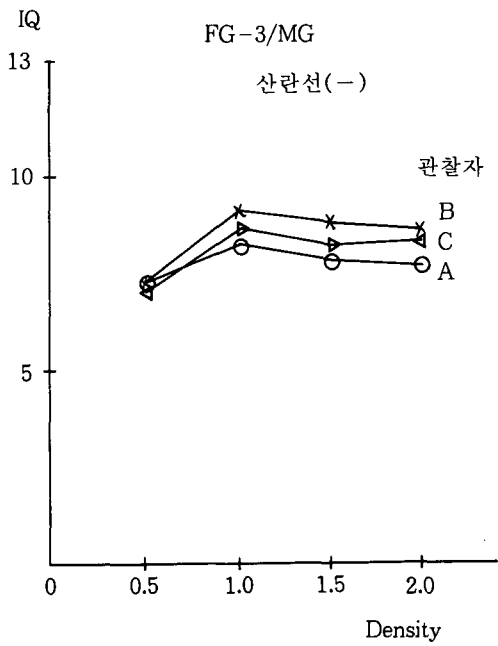


그림 5. 관찰자에 따른 화질치

우 관찰자 3인의 IQ의 평균치는 소지농도 0.5에서 4.73, 소지농도 1.0에서 5.90, 소지농도 1.5에서의 5.87, 소지농도 2.0에선 3.77로 나타났다(그림 5).

FG-8 증감지의 경우에도 FG-3 증감지와 같이 각 농도에서 관찰자별 IQ치는 소지농도 1.0, 1.5에서 개인간의 IQ치의 오차는 적게 나타났다. 증감지의 감도가 높고 산란선이 부가되었을 경우 개인간의 오차는 크게 나타났다.

V. 고 찰

Hawlet chart는 선예도, 입상도, 대조도 등 모든 특성에 관여되는 화상의 묘출능력으로 단지 선예도 인자만을 검사하는 차아트는 아니다^{7~8)}. 더욱이 Hawlet chart는 시각과 지각특성이 가미된 화상의 묘출능을 표시하는 차아트로써 Landolt환 차아트와 함께 이용되고 있다^{9~10)}. 이 차아트는 인간의 감각과 지각은 주어진 자극양의 대수치에 비례한다는 Weber, Fechner의 정신 물리법칙에 연관하여 고안된 것이다.

그 측정방법은 9조의 차아트를 각각 육안으로 식별하여 검사하는 것으로 중심상의 판별여부에 따라 이루어진다. 이때에 인간이 판단하는 고로 동일한 사람에서도 IQ치에는 격차가 생기게 된다. 따라서 관찰자, 시료화상상태, 주위 환경, 관찰시간 및 관찰거리에 따라 서로 틀리게 되어 관찰상태를 일정하게 하고 관찰군의 심리학적측정이 필요하게 된다. 본 실험에서는 모든 관찰조건을 일정하게 하고 관찰자도 같은 레벨의 방사선사를 선정하였다.

Hawlet chart의 묘출능은 고 대조도 음성형 차아트가 좋았으며, 양성형 차아트는 그 두께가 70 μm 에서도 35 μm 음성형 차아트에 미치지 못하게 나타나고 있는데 그 이유는 동판의 두께가 35 μm 의 저대조도형 차아트는 70 μm 의 고 대조도용 차아트에 비해서 묘출능이 저하되고 있으나 해상력을 포함한 입상성이 가미된 판단에 영향이 되고 있다고 생각된다¹¹⁾. 사진농도의 변동과 IQ치에 대해서는 증감지 필름 시스템에 따라 변화되며 일반적으로 최고 IQ치

를 유지하기 위해서는 적정농도를 유지해야 하며 과소농도나 과대농도가 되면 급격하게 저하되며 그 경향은 저대조도형 차아트에서 더욱 심하게 나타나고 있었다^{8,11)}.

Hawlet chart로 평가할 때에 관찰자에 따라 생기는 IQ치의 격차는 개인적인 차이는 없으며, 山野¹²⁾에 의하면 동판두께에 관계없이 음성상이 좋았으며 변동계수를 작게 하기 위해서는 동일 필름의 측정 횟수를 많이 해야 한다.

본 실험에서는 식별능이 좋고 개인별 변동계수가 작은 두께 70 μm 의 음성형 차아트로 관찰하였으며 격자를 쓰고 산란선이 없을 경우 관찰자에 따른 변동계수는 적게 나타나 같은 경향을 보이고 있었으며 농도 1.0~1.5 부근에서 가장 안정된 수치를 보이고 있었다. 그러나 산란선이 부가되어 IQ치가 떨어진 화상에서는 변동계수가 크고 농도변화에 따라서도 불규칙적인 변화를 나타내고 있었다.

이상과 같이 Hawlet chart를 이용한 화상평가는 시각과 심리의 연구결과에서 나온 것으로 그 체크 포인트는 X선 화상의 주관적 평가에 객관성을 있게 하는 것과 차아트 인식에서 명확한 시각적인 포인트를 정하는 것이 무엇보다 중요하다고 하였다.

VI. 결 론

시각계를 통한 X선 화상의 Pattern 인식을 시도하기 위해서 Hawlet chart를 도입하여 실험한 결과 지금까지 대조도, 선예도, 입상도 등을 개별적으로 주관적인 평가를 한 것에 비해 간단하게 화질을 종합평가하는데 유용하다는 것이 입증되었다. 화상평가는 최종적으로 시각에 의해서 판정되는 고로 관찰자가 화상의 품질을 평가하는데 Hawlet chart는 간단하게 사용할 수 있고 촬영조건 설정과 각종 시스템 체크 등 다양하게 이용할 수 있는 좋은 방법이라 사료된다.

참 고 문 헌

1. 小寺吉衛訳：増感紙 フィルム系の MTFと

- ウイナースペクトル DRH, FDA 86~8257. 日本放射線技術學會出版部, 1988.
2. 土井邦雄: X線撮影の 信號検出と 視覺特性の 重要性, 日本放射線技術學會雜誌, 43(6) : 694~729, 1987.
 3. 山内秀一: ROC 解析, 日本放射線技術學會雜誌, 47(6) : 865~869. 1991.
 4. 川村義彦: X線撮影系に おけるハウレットチャート 評價の 導入と撮影 システム確立への 試み. 日本放射線技術學會東京部會, No. 7 別刷, 1983.
 5. 魚谷宗司・外: 照射線量を變化させたときの FCR 7000 システムの検出能, Fuji Medical Forum No. 161, 47~53, 1989.
 6. 三原一博・外: FCR(Fuji Computed Radiography) システムを用いて X線撮影を行う場合の 照射線量と検出能の 関係について, Fuji Medical Forum No. 160, 14~20, 1989.
 7. 川村 義彦・外: ゲシユタルト 心理學を應用した 種々の フィルムスクリーンシステム寫眞の 映像平面, 日本放射線技術學會雜誌, 36(3) : 389~394, 1980.
 8. 許 俊・金昌均・姜弘錫: Hawlet chart에 의한 X線 寫眞의 畫質平面, 韓放技學誌, 8 (2) : 37~41, 1985.
 9. 松田秀治・外: X線テストチャート(ランドルト環) による映像平面, 日本放射線技術學會, 392, 1978.
 10. 松浦博文 外: 胸部撮影條件の 最適化, 日本放射線技術學會雜誌, 33(10) : 42~45, 1986.
 11. 篠崎敏雄・外: 畫質の 諸要因の 質評價(第1報) ハウレットチャートの エントロピー 評價, 第37回 日本放射線技術學會總會予稿集, 199, 1981.
 12. 山野井理・外: 畫質の 諸要因の 質評價(第1報) ハウレットチャートの エントロピー 評價, 第37回 日本放射線技術學會總會予稿集, 199, 1981.