

# X선사진화상과 자동현상기의 관리

동아방사선기술연구소  
허 준

## Quality Control of Radiographic Images and X-ray Film Processor

Joon Huh

Institute of Radiological Technology, Dong-A X-ray Co. LTD.

### V. X선사진화상과 자동현상기의 관리

것이다.

#### 5-1. X선사진의 안정화

최근에 의료용 화상진단에는 DSA, CT, US, MRI, CR 등의 많은 화상이 이용되어 화상기록에 다양화가 이루어지고 있다. 그 중에서도 은염을 이용한 감광재료는 화질이 우수하여 정보량이 풍부하고 간편한 기록재료로서 널리 사용되고 있으며, 앞으로도 은염의 감광재료는 의료용 화상진단에 절대 필요한 것으로 이용될

그러나, 은염의 감광재료가 X선 사진화상으로서 진단에 이용되는 과정에서는 많은 변동요인이 있으며 항상 양질로서 안정된 화상을 내기 위해서 노력을 기울여야 한다. 그 중에서 현상처리는 화상을 형성시키는 최종공정으로 화상에 미치는 영향은 크고 그 관리는 번거롭다.

한편, 화상진단영역의 확대와 발전은 보다 더 의료용 화상의 가치를 높이는 결과가 되어 종전보다 정보량이 많고 안정된 화상의 제공이 요망되고 있다.

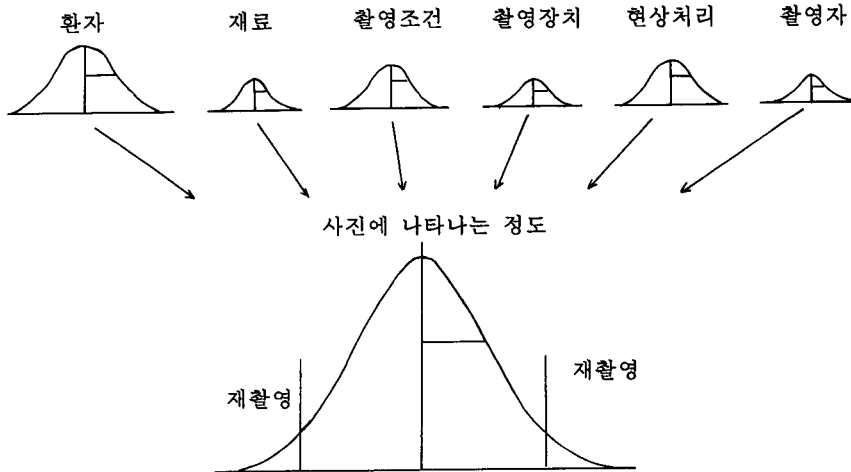


그림 27. X선사진에 영향을 미치는 인자

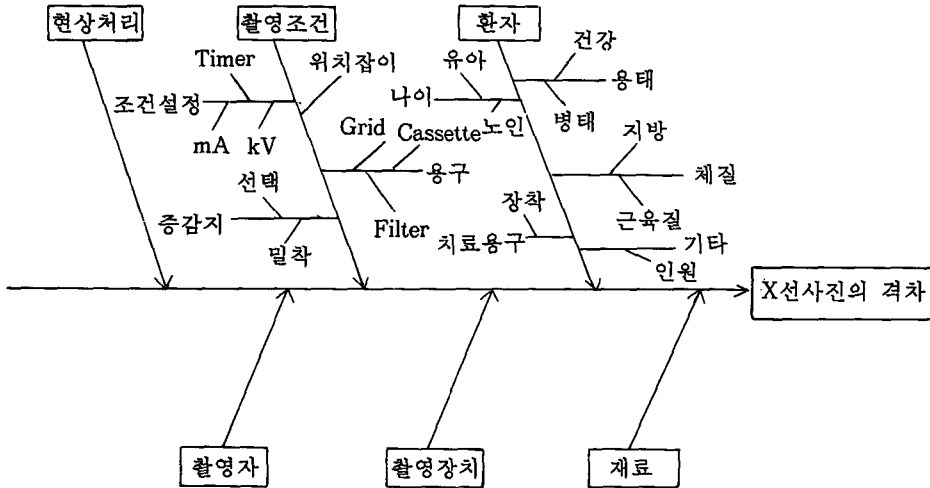


그림 28. X선사진에서 격차가 생기는 요인

## 5-2. X선 화상의 변동요인과 대책

### 1) X선 화상에 영향을 미치는 인자와 대책

X선사진의 농도나 contrast 화질이 변동되거나 재촬영되는 사진이 줄지 않아서 곤란한 경우가 있다. 이 때에 그것이 왜 생기고, 원인이 무엇인지를 생각하게 된다.

그리고 X선사진이 변동되면 즉시 현상처리를 의심하게 된다. 그러나, 간단하게 현상처리의 변동으로 보면 안된다. 현상처리는 화상형성의 과정에서 중요한 역할을 하고 있으나 현상처리에만 주목하면 큰 실수를 하게 된다. 만일에 현상처리 이외의 원인이 있어 변동이 될 경우에 그것이 최종적으로 화상에 영향을 미치게 되면 현상처리 관리를 잘 해도 그 효과는 기대할 수 없다. 그 변동요인에는 먼저 환자의 체질이나 나이, 필름과 같은 재료, X선장치 설비, 촬영조건(증감지, 격자, 관전압, 관전류, 노출시간 등), 현상(자동현상기, 현상처리제, 처리조건) 작업자 등이 있다. 이것 등은 복잡하여 그 변동이 모이게 되면 X선 화상에 큰 변동을 일으키게 된다.

그 영향인자를 나타낸 것이 그림 27이며, 각 요인을 구체적으로 세분화하고 처치할 수 있는 데까지 분해하여 특성요인으로서 나타낸 것이

그림 28이다. 따라서, X선사진의 변동이 있으면 그 변동상태를 정확히 파악하고 원인을 구명하는 것이 중요하다.

### 2) 실패파악과 요인해석

#### (1) 실패파악

X선사진이 변동될 경우에 그 변동상태의 내용은 무엇이고, 문제점은 무엇이며, 그 변동상태와 변동정도에 대해서 파악하지 않으면 안된다.

#### ① 문제점

사진농도나 감도, contrast 등 사진성능의 변동인자 또는 화질의 고장, 기타 인위적인 실수에 대하여 명확히 한다.

#### ② 변동상태

장기적인 변동, 단기간 또는 주기적 인자, 그렇지 않으면 특수계열적 인자, 산발적 인자 등

#### ③ 변동 정도

변동의 정도, 크기, 폭 등

이와같은 것은 데이터로 나타낼 필요가 있다. 그러나 현재 데이터화 시키지 못하고 있는 시설에서는 대상이 되는 임상사진을 볼 필요가 있다. 이 때에 임상사진은 인간의 시각적, 심리적 평가를 하므로서 정량화 시키기 곤란한 경우도 있으나, 될 수 있으면 정량화 시키는 것이 중요하다.

## (2) 요인의 해석

문제의 정도, 변동상태를 파악한 다음에는 그것을 변동시키고 있는 원인이 무엇인지를 생각해 본다. 그 때에 실제로 미치는 영향에 대해서 반복하여 그 원인을 찾아야 한다. 그 원인은 하나일 경우도 있으나 복수일 경우도 있을 것이다. 이것을 연결시키면서 고정개념이나 편견에 치우치지 말고 구명해야 한다.

일반적인 경우에 1일 필름처리 매수가 100매 이상인 의료시설에서는 문제가 되는 불량 발생이 극히 산발적이거나 또는 발생매수가 적을 경우에는 현상처리 이외의 원인을 의심할 수 있으며, 반대로 장기적인 수준의 변화가 있을 경우에는 현상처리의 영향이 고려된다.

### 3) 대책의 검토와 실시

찾아낸 요인에 대해서는 대책을 강구해야 한다. 대책은 문제가 되는 변동을 안정화 시키거나 개선시키기 위해서 명확하게 결정하는 것이 중요하다. 의료기관 방사선과에서는 여러 사람이 일하고 있고 많은 환자에게 대응하게 되므로 명확한 지시나 연락이 필요하다. 대책을 강구한 다음에는 데이터의 결과를 파악하고, 특히 대책을 세운 전과 후의 효과를 확인해야 한다. 그 성과를 명확히 하므로써 다음 단계로 이어진다.

### 4) 표준화

대책을 세운 결과로 효과가 인정되면 작업방법이나 작업조건의 변경, 기타 개선사항에 대해서 관계자에게 인식시키는 것이 중요하다.

## 5-3. 자동현상기의 현상처리 관리

변동요인을 해석하여 현상처리에 의심이 있을 경우이거나 임상에서 화상을 더욱 안정화 시키기를 바라는 의료시설에서는 본격적으로 자동현상기의 현상처리 관리를 해야 한다.

그러나 자동현상기의 현상처리액 관리는 복잡하다.

현상처리액을 관리하는 데에는 사전준비나 현상처리에 관한 예비지식이 있어야 한다. 사전준비로서는 test piece의 선택, 그 노출법의 반복이나 정확도, 시료 보관, 농도측정 위치 관리사항 등을 결정하지 않으면 안된다.

또 예비지식으로서의 현상·정착액의 조성이나 역할, 처리 기구, 특성 등에 관한 지식이 필요하다.

### 1. 현상처리에 관한 개요

#### 1) 현상, 정착액의 조성과 역할

##### ① 현상액

현상주약 ... HQ, phenidone

<AgX의 환원>

보호제 ... 아황산염( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaHSO}_3$ )

<산화 방지와 현상촉진>

촉진제 ... 알칼리( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ )

경막제 ... 알데히드 화합물

<필름 젤라틴막의 경화>

기타 ... 유기억제제, 용매

<Fog 방지, 현상주약의 용해>

##### ② Starter

산제 ... 약한 산(pH 조절)

억제제 ...  $\text{KBr}$ (fog 방지)

##### ③ 정착액

정착제 ... 티오 황산염[( $\text{NH}_4$ ) $_2$  $\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ]

<미노출된 AgX의 용해>

보호제 ... 아황산염( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), 붕산( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )

<정착액의 변질 방지>

산제 ... 초산( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

<현상정지>

경막제 ... 알루미늄염

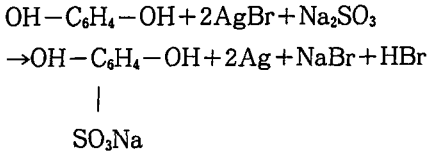
<젤라틴막의 경화>

### 2) 현상, 정착액의 피로(노화)

#### ① 현상액의 피로

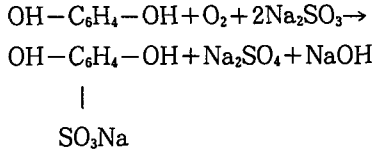
AgX를 환원시키는데에 따르는 처리피로와 공기 중의 산소를 흡수하여 산화되는 산화피로의 2개가 있다.

가. 처리피로



처리피로에는 Br 농도가 증가하여 pH가 저하되고 국부적으로 약간 현상활성이 저하된다. 처리피로에서 소비되는 현상주약의 양은 산화피로에 비하여 적으며 전체의 10~20%로 되고 있으나, 변동요인으로서 필름의 종류나 흑화면적, 흑화도, 처리매수 등을 들 수 있다.

나. 산화피로

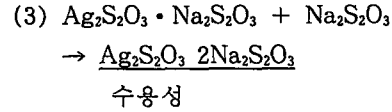
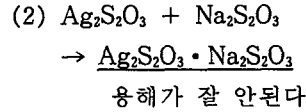
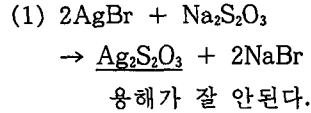


산화피로에서는 NaOH의 생성에 따라 pH가 상승된다. 그러나 한편으로는 경막제의 glutaric aldehyde가 액 중에서 평형상태로 있어 젤라틴과의 가교반응으로 glutaric aldehyde가 감소되므로 NaOH도 감소하여 pH상승은 억제된다. 산화피로에 따라 소비되는 주약의 양은 많고 사용조건에 따라 틀리나, 실험데이터에 따르면 20~40% 정도라 한다.

이와같은 이유로서 자동현상기의 처리액 관리에서는 산화피로가 그 대상으로 된다. 변동요인으로서 공기와 접촉하는 처리액의 比表面積과 시간이 큰 인자로 되어 현상액이 산화에 견딜 수 있는 성능, 자동현상기의 종류나 형상, 처리매수, 가동상태, 사용기간 등이 있다. 이에 따라 소형자동현상기에 사용되는 현상 처리제는 변동요인을 고려하여 산화에 견딜 수 있는 성능의 약제가 판매되고 있다.

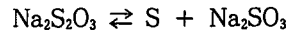
② 정착액의 피로

AgX와 3단계로 반응이 되어 피로가 되나 정착액에서 pH의 변화는 여러 가지 성능에 영향을 미친다.



즉 필름의 이송에 따라 현상액이 정착탱크에 들어와서 pH가 상승된다. 정착액의 pH 상승은 경막제인 알루미늄염을  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 로 석출시키고 경막 효과를 감소시키는 이외에 유제층의 팽창도를 증가시켜 물의 함유량을 많게 하여 건조불량에 영향을 미치게 된다.

또, 반대로 pH가 저하되면 정착제의 S(유황) 분해를 촉진시키고 정착작용을 저하시키므로 보호제로서  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 이 첨가되고 있다.



pH의 변화는 정착제 및 경막제를 변질시키며 그 대책은 다음과 같다.

표 12.

pH치	변 질	대책(보호제)
저하	주약의 S분해	$\text{NaSO}_3$
상승	경막제의 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 침전	$\text{H}_3\text{BO}_3$

정착액의 pH는 중요한 관리포인트로서 수치적으로는 4.4~4.8의 범위를 유지할 필요가 있다. 이 영역에서 알루미늄염의 경막효과는 높고 젤라틴층의 팽윤은 억제된다.

3) 보충할 때 고려할 점

보충은 현상, 정착액의 조성과 피로에 따라 일어나는 화학변화로서 필름을 처리할 때에 반입되는 성분 또는 반출되는 성분의 농도변화를

control 하기 위해서 실행이 된다. 즉 감소되는 성분을 보충하고 증가되는 성분에 대해서 희석을 시키는 방법이다.

현재 각 회사에서 설정한 보충량은 처리피로나 산화피로와 처리의 신속성을 고려한 표준 보충량이나, 사용 상태에 따라 적합한 보충을 하는 것이 바람직하다.

#### 4) 관리의 포인트

자동현상기의 현상처리 관리는 의료용 화상의 농도나 contrast를 안정화시키는 것 뿐만 아니라 화상을 장기보존할 수 있고, 고장발생에 따라 화질이 저하되는 것 등을 방지할 수 있다. 따라서 관리는 광범위하여 자동현상기의 보수관리도 포함된다. 현상 처리액의 관리 항목과 방법은 다음과 같다.

##### ① 사진성능, 보존성, 물성 등의 관리범위

사진성능: sensitometry 성능이나 화상의 안정성

보존성: 장기보존성

물성: 건조불량이나 현상압박의 발생방지

##### A) 구체적인 관리방법

###### a) 현상액의 관리항목

사진법(sensitometry법, 농도관리법)

기타: pH, Br-ion농도, 비중측정

###### b) 정착액의 관리항목

pH, 처리속도, 비중, 은량 측정, 기타

###### c) 수세성의 관리

액 중 hypo량의 측정, 건조 후 필름의 hypo 측정

###### d) 사진의 보존성

잔류된 은, hypo 측정

##### ② 자동현상기의 보수관리

자세한 내용은 생략한다.

이상과 같은 방법 중에서 사진법에 의한 현상처리 관리에 대해서 구체적으로 기재한다.

#### 5-4. 사진법에 의한 현상처리액 관리

이 방법은 빛 또는 X선으로 노출한 test piece

를 현상기로 현상처리한 시료에 대해서 소정 계단의 농도를 측정하여 농도치 또는 특성치를 관리도에 표시하고 control하는 방법이다.

이 방법은 pH 측정이나 Br-ion농도의 측정, 비중 측정 등 특성을 체크하는 것과는 달라, 직접 사진특성 자체를 체크하여 관리하는 방법이므로 많은 장점이 있고 검출력이 우수해서 많이 이용되고 있다.

그러나, test piece의 작성이나 그 노출방법, 노출의 精度, 시료의 보존방법 등에 따른 변동이 의외로 많다. 따라서, 이것 등이 변동되면 현상탱크 안의 액이 변동된 것인지 test piece 자체가 변동된 것인지를 알 수 없게 된다. 이것이 사진법의 큰 결점이다. 이와같은 점을 고려하여 현상처리액 관리를 실시할 경우에는 다음과 같은 것을 유의해야 한다.

우리가 알고자 하는 것은 처리탱크 안에 있는 액의 변동상태로서 test piece 자체의 변동이 아니다. Test piece는 현상탱크 안에 있는 모집단인 액의 상태를 알기 위한 시료이고, 시료의 농도를 측정한 결과에 이상이 있으면 자동현상기의 현상처리액에 대해서 처치를 하기 위한 것이다. 그 흐름은 그림 29와 같다.

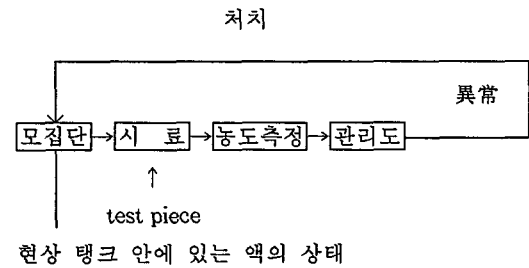


그림 29

Test piece는 현상탱크 안에 있는 액의 상태를 계측하는 기준으로 계측기라 할 수 있다. 무엇인가를 측정할 경우에 기본이 되는 계측기가 올바르게 못하면 정확한 값이 나올 수 없다. 따라서 test piece를 만들 때에는 재료가 되는 필름의 선택, 보관, 노출방법, 노출시간의

정확도에 대해서 세심한 주의가 필요하다.

Test piece의 변동은 필름의 변동, 보관에 의한 변동, 노출에 의한 변동, 현상에 의한 변동, 농도측정에 의한 변동, 특성치 산출에 따르는 변동 등이 있다.

### 1) Test piece에 사용되는 감광재료

현상처리액의 변동에 대해서 민감하게 반응이 되는 감광재료가 검출력이 우수하다. 그러나 대상이 되는 자동현상기가 처리하고 있는 필름이 바람직하다.

최근에 초신속처리 시스템이 개발되어 처리 조건에 따라서는 종전의 필름과 비교하여 차이점이 많아서 관리는 목적에 따라 안정화시킬 수 있는 필름을 선택하는 것이 적당하며, 그 감광재료는 특수한 필름을 사용해서는 안된다.

필름이 선택되면 일정량을 확보하여 냉장고에 보존한다. 냉장고에 보존할 때에는 몇 매씩 분할하여 별도로 포장하는 것이 중요하다. 1 box를 보존하면서 노출할 때마다 냉장고에서 꺼내 개봉과 포장을 하는 방법으로 하면 변동이 생길 수 있다.

### 2) 노출

노출할 때에 주의할 것은 노출 전에 시료를 상온으로 유지해야 한다. 노출은 빛 또는 X선으로 노출하며, 각 시설에서 보유하는 X선장치나 노광계에 따라 정확도는 차이가 있다. 따라서, 가장 중요한 것은 精度의 재현성이 우수한 방법을 선택해야 한다.

再現精度나 반복되는 精度 등은 카달로그에는 기재되고 있지 않아서 확인하기 어려우나 확인해야 한다. X선 촬영을 할 경우에 cassette, 증감지, step wedge 등은 동일한 것을 써야 한다. 노출은 매워할 것이 아니라, 며칠분을 한 번에 노출하고 냉장고에 보관하는 것이 노출에 의한 변동을 감소시키는 방법이다.

### 3) 현상

Test piece를 현상할 때에는 냉장고에서 꺼내

상온이 될 때까지 둔다. 현상처리하는 시각은 목적에 따라 틀리나, 일반적으로 대책용 관리도가 되므로 작업하기 직전 즉 크리닝 필름을 처리한 다음이 적당하다. Test piece를 현상처리할 때에는 삽입 위치와 삽입방향은 현상효과에 의한 변동을 피하기 위해서 일정하게 한다.

### 4) 농도측정과 관리점

최근에 간편한 관리기기가 판매되고 있으며, 병원에서 독자적으로 soft ware를 개발하여 특성곡선을 작성해서 특성치 산출을 하는 의료시설 등이 있어, 농도측정이나 특성치 산출에 관해서는 각 시설에 따라 적합한 방법으로 실시한다.

관리점은 보통 다음 점이 채용되고 있다.

#### ① 특성치의 관리

감도,  $\bar{G}$ ,  $D_{min}$

#### ② 농도관리

농도 1.0 전후 또는 0.5 부근(step-low)과 2.0 전후(step-high)

$D_{min}$

$\Delta D(\text{contrast})$

(step-high) - (step-low)

### 5-5. 끝맺음

QC는 교육으로 시작하여 교육으로 끝이 난다. QC를 정기적으로 실시하고 있는 시설에서는 점검작업을 표준화하고 사고를 미연에 방지하고 고장 빈도를 감소시키면서 보다 좋은 품질의 물건을 생산할 수 있다. 따라서, QC를 전원참가로 추진하기 위해서는 기관장부터 평직원까지 QC교육을 실시하는 것이 가장 중요한 요건이라 하겠다.

### 참 고 문 헌

1. 尾島 明・岡野榮壽：品質管理の考え方と具體的な職場での進め方, 1. 品質管理とは, 日本放射線技師雑誌, 38(4):383, 1991.

2. 工業標準化二十年史：工業振興廳，1981.
3. 尾島 明・岡野榮壽：品質管理の考え方と 具體的な 職場での進め方，2. 職場での問題解決の進め方. 日本放射線技師雜誌， 38(5)：494, 1981.
4. 尾島 明・岡野榮壽：品質管理の考え方と 具體的な 職場での進め方 3. QC手法の解説 1, 日本放射線技師會雜誌， 38(6)：639, 1991.
5. 松田龜松：QCのごとがわかる本，日本實業出版社，1983.
6. 椿 常也：TQCのABC，日本實業出版社，1983.
7. 尾島 明・岡野榮壽：品質管理の考え方と 具體的な 職場での進め方， 4. QC手法の解説 II，日本放射線技師會雜誌， 38(7)：785, 1991.
8. 尾島 明・岡野榮壽：品質管理の考え方と 具體的な 職場での進め方， 5. 具體的な職場での活用例(X線寫眞畫像の變動と自動現像機處理管理)， 日本放射線技師會雜誌， 38(8)：971, 1991.
9. 許俊：21世紀를 向한 放射線技術，新光出版社，1991.