

Energy Subtraction in computed radiography

조남수 · 신동준
삼성서울병원 영상의학, (주)신기사

1. 서 론

..... Computed Radiography system이 국내에 본격적으로 도입되기 시작하면서, 일반 X-Ray 영상도 Digital 시대를 맞이하게 되었다. 일반 X-Ray 영상을 Digital화 함으로써의 이점에 대하여는 익히 아는 바와 같이 Image Data의 보관 및 전송이 용이하고, 각종 Digital 영상처리를 통하여 임상으로의 응용이 광범위하게 적용되어 진단의 향상과 더불어 편의성과 효율성을 함께 제공하고 있다. CR의 Digital image processing의 여러 가지 화상처리 중에서 현재 새롭게 주목받고 있는 것이 Energy Subtraction이다. Energy Subtraction 자체의 원리는 그다지 새로운 기술은 아니지만, 일반 X-Ray의 영상을 CR에 접목시켜 Digital data를 변환하여 임상적으로 활용시켰다는데 그 의의가 있다고 하겠다. 이에 Energy Subtraction의 기본원리에 대하여 소개를 하고자 한다. 일반적으로 X-Ray Film에서 Low X-Ray Energy로 촬영을 하여, High X-Ray Energy 촬영과 비교해 보면, Lung Field와 bone의 Density 차이가 커지게 된다. Low X-Ray Energy에서의 Lung Field와 Bone(Spine, etc.)의 신호차는 $LS-LB=4.0$ 정도로 나타나며 High X-Ray의 $HS-HB=3.0$ 보다 크게 된

다. Energy Subtraction은 이와같이 X-Ray Energy의 차이에 의한 각 조직의 X-Ray 감약특성(減弱特性)을 이용하게 되며 임상적으로는 주로 Chest, Bone density의 측정에 이용된다.

1. Energy Subtraction의 원리

X-Ray Film에서 Low X-Ray Energy로 촬영을 하여, High X-Ray Energy 촬영과 비교해 Lung Field와 Spine의 Density 차이가 커지게 된다.

CR에서는 Digital화된 신호 Level이 Low Energy와 High Energy의 Signal Level을 비교할때 그림 1과 같이 나타난다.

Low X-Ray Energy에서의 Lung Field와 Bone (Spine, etc. 신호차는 $LS-LB=4.0$ 이 되어 High X-Ray의 $HS-HB=3.0$ 보다 크게 된다.

Energy Subtraction은 이와같이 X-Ray Energy의 차이에 의한 각 조직의 X-Ray 감약특성(減弱特性)을 이용한다.

1-1. Bone Image (Soft Tissue 제거)

Bone Image를 얻기 위하여 Soft Tissue를 제거해야 한다. 이를 위하여 High X-Ray Energy 신호에 가중계수(Weighted 계수) = LS/HS 를 곱하고, 그림 2의 (3)과 같은 신호를 만들어 Low X-Ray Energy의 신호(1)과 Subtraction을 하면 된다.

이것을 식으로 나타내면,

① High X-Ray Energy의 신호 Level에 가중계수 = LS/HS 를 곱하면,

Lung Field의 HS는 $HS \times LS/HS = 4.5$

Bone의 HB는 $HB \times LS/HS = 1.8$ 이 되고,

② 여기에 Low X-Ray Energy와 Subtraction을 하면,

Lung Field는 $HS - LS = 4.5 - 4.5 = 0$

Bone은 $HB - LB = 1.8 - 0.5 = 1.3$ 이 된다.

결과적으로, Lung Field의 신호는 제거되고, Bone의 1.3이 Bone의 신호로써, 그림 2의 (4)와 같이 남겨 되어 Bone Image만 묘사된다.

1-2. Lung Field Image (Bone 제거)

Bone을 제거한 Soft Tissue만의 Image를 만들기 위하여 High와 Low Energy의 Bone 신호 Level을 같게 하여 Subtraction한다. 즉, High X-Ray Energy 신호에 가중계수(Weighted 계수) = LB/HB 를 곱하고, 그림 3의 (5)와 같은 신호를 만들어 Low X-Ray Energy의 신호 (1)과 Subtraction을 하면 된다.

이것을 식으로 나타내면,

① High X-Ray Energy의 신호 Level에 가중계수 = LB/HB 를 곱하면,

Lung Field의 HS는 $HS \times LB/HB = 5 \times 0.5/2 = 1.25$

Bone의 HB는 $HB \times LB/HB = 2 \times 0.5/2 = 0.5$ 가 되고,

② 여기에 Low X-Ray Energy와 Subtraction을 하면,

Lung Field는 $HS - LS = 1.25 - 4.5 = 3.25$

Bone은 $HB - LB = 0.5 - 0.5 = 0$ 이 된다.

결과적으로, Bone은 0이 되어 제거되고, Lung Field의 신호는 3.25가 되어, Lung Field의 Image만 남겨 된다.

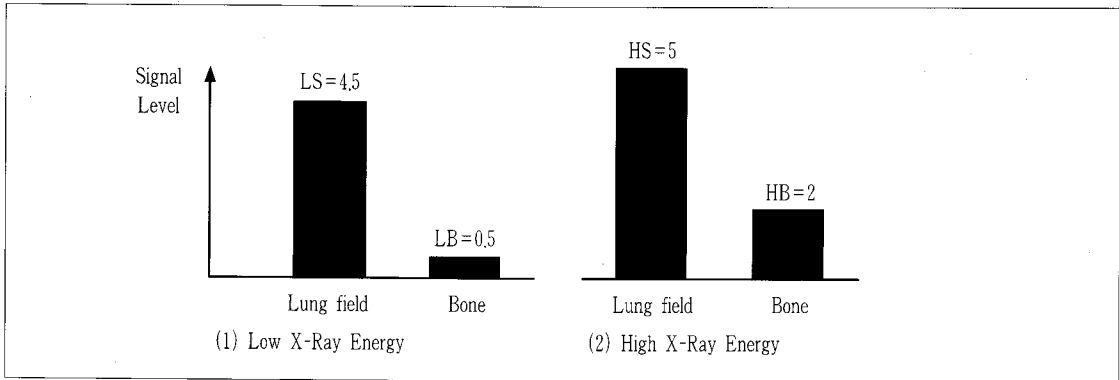


그림 1. 신호 Level

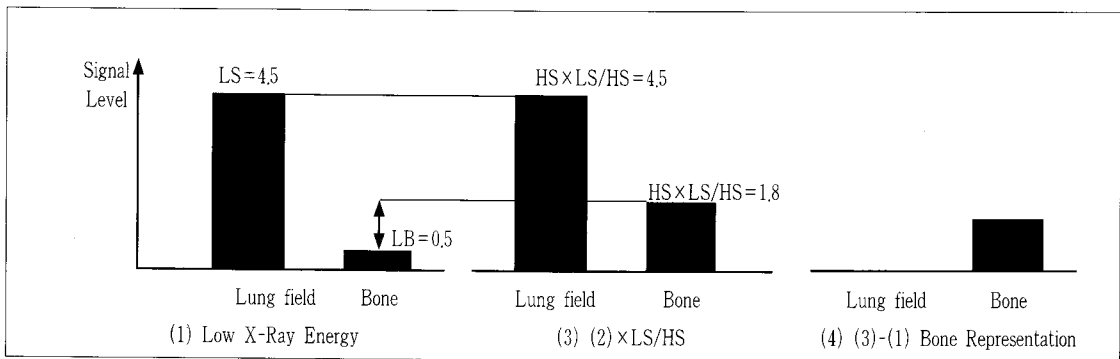


그림 2. Bone Representation (Soft Tissue 제거)

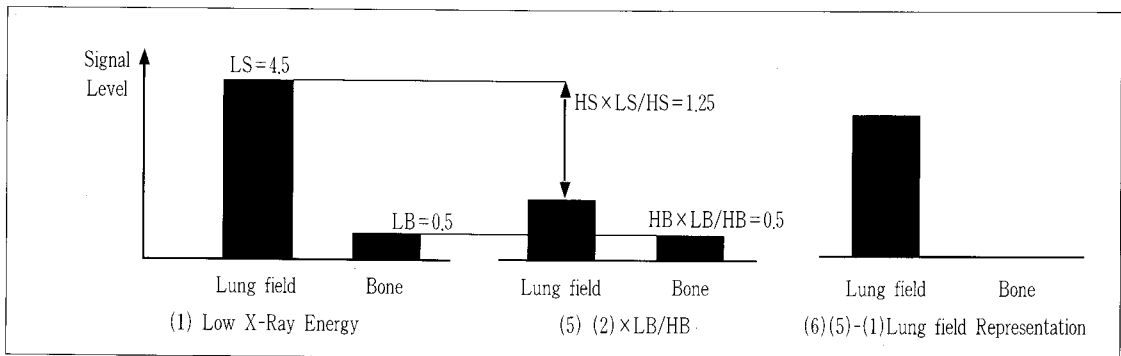
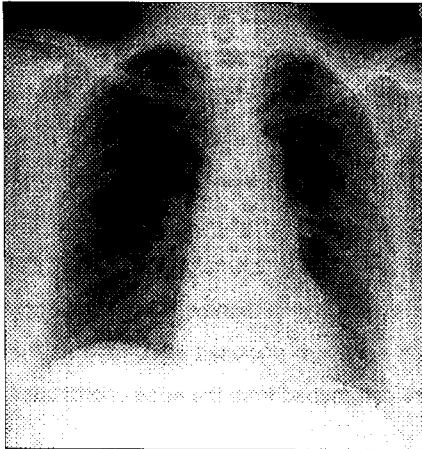
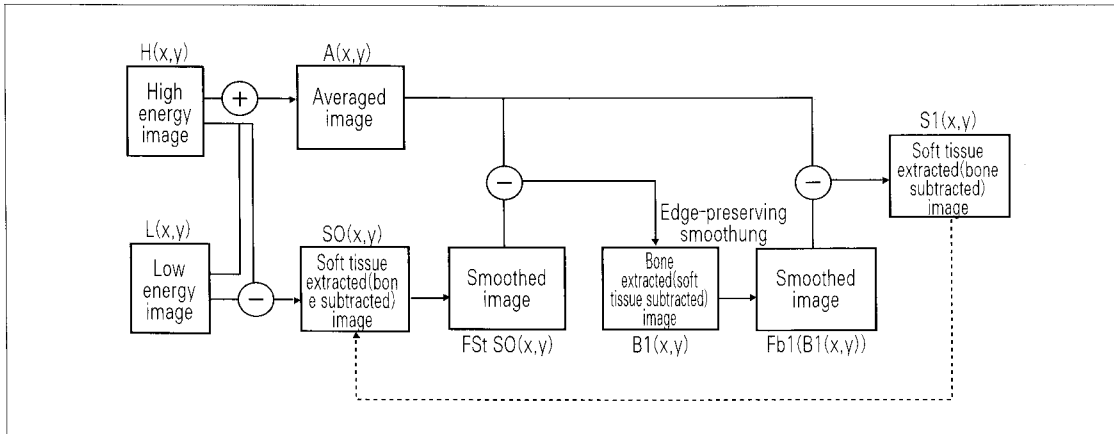
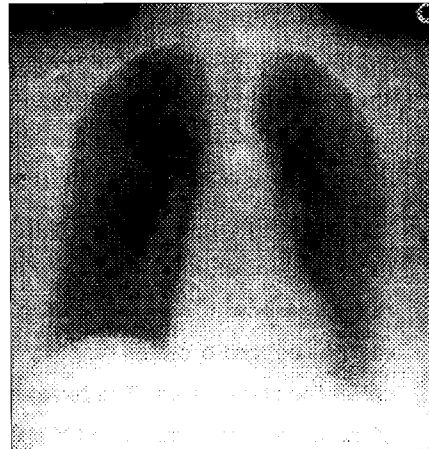


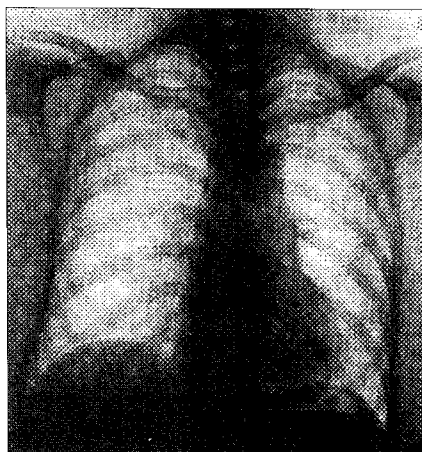
그림 3. Long Field Representation (Bone 제거)



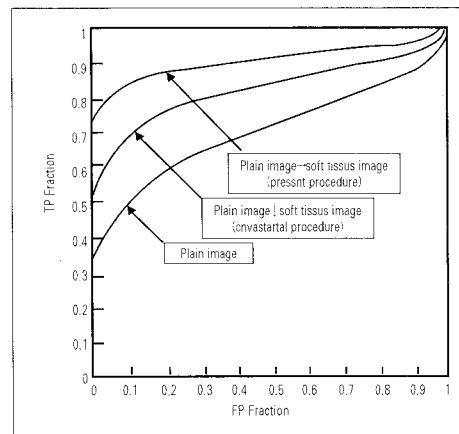
(a) Plain image



(b) Soft tissue image



(c) Bone image



2. METHODE

Energy Subtraction의 검사방법에는 1 Shot법과 2 Shot법이 있다.

1 Shot법은 그림 4와 같이 2장의 Imaging Plate사이에 금속판 Filter를 삽입하여 1회의 촬영으로 각기 다른 Energy의 Image를 얻을 수 있다. 일반적으로, Filter는 0.5 ~ 1mm의 동판을 사용한다.

이 방법을 사용하면, 상측 IP에 대하여 하측 IP는 금속판 Filter를 통과한 High Energy만을 흡수하기 때문에 상대적으로 상측 IP는 Low X-Ray Energy, 하측 IP는 High X-Ray Energy의 영상을 얻을 수 가 있다.

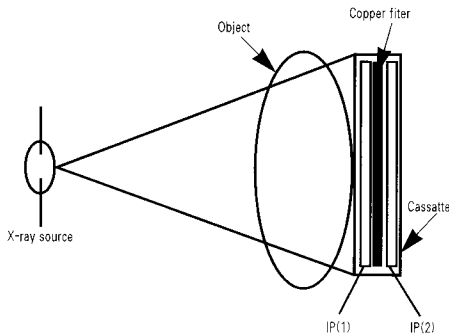


그림 4. 1 Shot법

2 Shot법은 촬영을 2회에 걸쳐 2매의 IP에 촬영을 하는 방법이다. 이 방법은 흉부와 같이 활동하고 있는 부위에 대해서는 2회의 Shot 사이에 피사체의 움직임으로 인하여 Motion Artifact가 남는 단점이 있기 때문에 주로 고정되어 있는 피사체에 활용이 되고 있다.

이상과 같이 2가지의 촬영방법이 있으나 흉부용 Energy Subtraction에서는 1 Shot법을 채용하고 있으며, 그 장단점을 요약하면, 다음(표 1)과 같다.

2. 결론

이상과 같이 FCR의 새로운 Digital 영상처리로써, Energy Subtraction의 Chest Image의 응용에 대하여 간략한 설명을 하였다.

이 흉부용 Energy subtraction을 하기 위하여는 전용 모델인 FCR9501ES가 필요하며, FCR9501ES를 이용하여 1회의 촬영으로 간단하게 Energy Subtraction 상을 얻을 수 있다. Film 출력 방식으로는 일반적으로 1장의 Film에 1-2 Format의 영상을 출력하고 있으며, 보통 좌측에 Low X-Ray Energy로 촬영한 Original 영상을, 우측에 Soft Tissue를 묘사한 Subtraction 상을 표현한다. 경우에 따라서는 좌측에 Bone Image, 우측에 Soft

표 1. 1Shot법과 2Shot법의 비교

방법	장 점	단 점
1 shot	1. Motion Artifact가 없다. 2. 기존 촬영장치의 변동없이 사용할 수 있다. 3. 1회의 촬영으로 energy subtraction 영상을 얻을 수 있다.	1. 입상성이 좋지 않다. 2. 2매의 IP사이의 확대율 차이때문에 영상주변의 소거가 불충분하게 된다.
2 shot	1. 입상성이 1 shot법에 비해 우수하다. 2. 상대적으로 energy분리도가 높다.	1. 특수한 촬영장치 및 IP changer가 필요하다. 2. Motion artifact가 발생한다.

Tissue Image를 출력할 수도 있다.

이러한 Energy Subtraction방법을 이용하면, 흉부영상뿐만이 아니라, 골밀도 측정(BMD:Bone Mineral Density)에서도 응용이 가능하다. 또한, Energy Subtraction을 이용하여, Mammography에 응용하여 악성종양을 식별 하는 시험이 시도되고 있기도 하다.

아직 국내에는 도입된 장비는 없으나 이미 일본의 몇

몇 병원에서는 실험적으로 사용되는 병원도 있으며 좋은 반응도 얻고 있는 실정이다.

이와 같이 Energy Subtraction의 영상처리는 흉부 이외의 검사부위에도 응용이 가능하며, 앞으로도 임상연구를 통하여 위에서 기술한 이외의 분야에서도 응용되어 일반 방사선 검사기술의 향상에 많은 영향을 미칠 것으로 기대되고 있다.