

치과용 방사선 사진상의 특성

원광대학교 치과대학 구강악안면방사선학 교실 조교수 이건일

학
술

치과용 방사선 사진상의 특성에 대해서는 돌이켜 보면 치과대학 시절에 누구나 흑화도, 대조도, 관용도, 선예도, 전압, 전류 등 생각만 하더라도 머리가 아파서 과연 치과의사인 자신이 이런 것들에 관심을 가져야 하는가에 대해서 생각을 해본 사람이 많았다고 들었고 저자인 본인도 역시 그런 부류의 한사람이었다. 이런 생각을 하면서도 개원한 치과의사인 당사자들은 치과위생사에 의해서 촬영되어 현상되어 오는 사진에 대해서는 보기 좋을 정도의 조건을 갖춘 방사선 사진을 선호하고 또한 그렇도록 요구한다. 과연 자신이 개원한 치과의원에서 화질에 문제가 발생한 방사선 사진을 보고 치과 위생사에게 기술상의 잘못을 올바로 지적하며 문제점을 교정하여 줄 수 있을 것인지 조용히 자숙할 때에 의문을 갖게되고 방사선 사진상의 특성에 대해서 알아볼 필요성을 느끼게 된다. 저자는 이에 학술적인 어려운 용어의 나열보다는 되도록 실제적인 방법으로 기술하고자 한다.

치과용방사선 사진상의 특성은 크게 시각적인 특성과 기하학적인 특성으로 분류된다. 시각적인 특성에는 흑화도와 대조도 등이 있고 기하학적인 특성에는 선예도, 확대 및 축소, 상의 왜곡 등이 있다.

치과용 방사선 사진은 회색조를 포함한 흑백사진 또는 상이다. 이것이 불빛에 비추어졌을 때에 방사선사진에서 어두운 부분은 흑색으로 밝은 부분은 백색으로 나타난다. 이제 우리는 흑색부위를 방사선투과성(radiolucent)이라고 백색부위를 방사선불투과성(radiopaque)이라고 부른다.

방사선투과성 부위는 물체의 밀도가 낮아서 저의 저항없이 방사선이 투과되어서 필름을 많이 감광시킨 부위이고 방사선 불투과성 부위는 물체의 밀도가 매우 높아서 방사선의 투과를 방해하거나 흡수하여 필름을 거의 감광시키지 못한 부위이다. 이상적인 방사선 사진은 너무 밝거나 어둡지 않아야 되고 방사선 사진의 질은 상의 특성에 의해서 결정된다. 즉 적

절한 흑화도와 대조도를 가지고 있고 최소한의 상의 확대 및 축소와 왜곡이 있는 선예도가 높은 방사선 사진을 말한다.

I. 시각적 특성

1. 흑화도(density)

흑화도라 함은 방사선사진의 전반적인 어두운 정도를 나타내는 말로서 방사선사진을 판독대에서 비추어 보았을 때 빛의 상대적인 투과정도는 방사선 사진 구성에서 감광유제층에 존재하는 검은색의 은입자의 분포에 따라 다르다. 더욱 어두운 부위는 검은색의 은입자가 더욱 많이 분포하는 부위이고 흑화도란 이런 의미에서 은입자의 흑색화정도를 나타낸다고 할 수 있다. 치근단 사진을 판독대에 비추어 보았을 때 적절한 흑화도를 가지고 있어야 치아와 지지조직과의 구별이 가능하게 된다. 만약 너무 흑화도가 클 경우 이러한 구조들을 구별할 수 없게 된다. 즉 적절한 흑화도의 방사선사진이란 술자가 치아의 법랑질, 상아질 치수, 피질골 및 골수 등을 잘 구별할 수 있을 정도를 말하며 이 정도가 학술적으로는 로그형태의 방사선사진 특성곡선에서 직선부위를 차지하고 있는 방사선사진이라 할 수 있다.

방사선의 흑화도에 영향을 주는 인자에는 관전압, 관전류, 노출시간 및 물체의 두께가 있으며 이런 인자와 시각적 방사선사진의 특성 사이의 관계가 table 1에 나타나 있다. 방사선 사진촬영 조건의 변화에 의한 방사선사진의 흑화도 변화에 영향을 주는 인자로는 관전압, 관전류 및 노출시간이고 이를 세인자의 조건을 증가시켜주면 흑화도는 증가하지만 관전압은 실제로 흑화도의 변화를 위한 인자라기 보다는 방사선의 투과력을 이야기 할 때 주로 사용되는 말이다. 즉 노출량이 부족해서 너무 밝은 사진을 전반적으로 어둡게 조정하기 위

해서는 관전압보다는 관전류나 노출시간을 증가시켜야하나 지금 시판되는 대부분의 구내 방사선촬영기는 관전압 및 관전류가 비교적 적절한 수준으로 고정되어 있고 노출시간을 변화시킴으로써 방사선사진의 흑화도를 조정한다.

물체의 두께는 임상에서 촬영부위나 연조직의 두께에 의해서 발생될 수 있는 인자로서 이의 증가는 사진을 밝게 만들 수 있으며 이를 보상하기 위해서 기계에 따라 관전압, 관전류 또는 노출시간을 증가 시킬 수 있다.

2. 대조도(contrast)

대조도란 인접한 영역사이의 흑화도 차이를 말한다. 방사선 사진을 판독대에서 관찰시 밝은 부분과 어두운 부분을 넓은 영역에서 가지고 있을 때 높은 대조도를 갖는다고 말할 수 있고 반대로 다양한 회색조를 가지고 있는 사진을 낮은 대조도를 나타낸다고 할 수 있다. 이런 의미에서 치과용 구내방사선 사진은 낮은 대조도가 요구된다. 가끔 임상가들은 낮은 대조도란 의미를 선이 명확치 않은 낮은 선예도와 혼동을 하기도 한다. 즉 낮은 대조도란 다양한 회색조가 방사선 사진에 나타나서 구조물을 세밀하게 관찰할 수 있다는 의미이다.

방사선사진의 대조도는 필름 대조도와 물체 대조도에 의해서 달라질 수 있다. 필름의 대조도에 영향을 줄수 있는 것은 첫째 생산자에 의해서 결정되는 고유의 성질이고 둘째는 필름의 현상과정이다. 고유의 성질은 생산자에 의해서만 조절이 가능하기 때문에 생각할 필요가 없고 현상과정에 주의를 하여야 한다. 현상시간과 현상액 온도 및 농도가 대조도에 영향을 가장 많이 미치며 대부분 이들의 조건이 증가하면 대조도가 증가하며 사진이 전반적으로 어두워져서 명확한 식별이 어려워지게 된다. 물체의 대조도는 물체의 밀도, 두께 및 구성에 의해서 결정되는데 이것은 관전압에 의해서 변화될 수 있다. 일반적으로 관전압이 높아지면 회색조가 많아져서 섬세한 부위까지 표현되며 대조도는 낮아지게되며 관전압이 낮아지면 회색조보다는 흑백이 많아져서 섬세한 골의 구조는 잘 안보이게되며 대조도는 높아졌다고 할 수 있다.

대조도에 관한 내용에서 우리는 long-scale contrast 또는 short-scale contrast라는 용어를 접하게 된다. 이용어는 질 좋은 방사선을 얻기위하여 꼭 알아야될 내용은 아니나 사진의 질 특히 사진의 대조도를 한마디로 표현할 수 있는 용어이다. 즉 long-scale contrast란 사진의 전반에서 다양한 회색조를 관

찰할 수 있을 때를 말하며 관전압을 높였을 때 관찰되며 반대로 short-scale contrast는 사진에서 회색존의 다양성과 범위가 줄어들고 주로 흑과백의 색으로 사진의 전반을 차지하게 되며 관전압을 낮추었을 때 발생된다(table 2).

위의 내용을 종합해 볼 때 방사선사진의 대조도에 직접 영향을 줄 수 있는 단 한가지 노출인자가 있다면 관전압이다. 그러면 환자와 촬영부위마다 관전압을 조정해야하는 번거로움이 생길 수 있으나 다행이도 요즘 시판되는 구내방사선촬영기는 비교적 추천되는 적절한 전압으로 고정되어 나오고 있어서 이런 점은 고민안해도 되지만 반대로 방사선에 대한 약간의 관심과 응용력으로 변화를 시도하고자 하는 사람은 구내방사선촬영기를 선택시 관전압이 조절이 가능한가를 알아보아야 할 것이다.

II. 기하학적 특성

1. 선예도(sharpness)

선예도란 방사선 사진이 얼마만큼 물체의 윤곽을 잘 표현할 수 있는가이다. 다시 말해서 얼마만큼 물체의 섬세한부분을 잘 보여주는가를 말한다. 방사선원이 원벽한 점이 아닌 이상 매 촬영되는 사진에는 항상 선예도상실(unsharpness)이 존재하게 된다(figure 1). 우리는 학창시절 penumbra라는 용어를 접한적이 있고 이를 줄이는 방법이 선예도를 높이는 방법이라고 배운 적이 있다. Penumbra는 라틴어인 pene(almost)와 umbra(shadow)의 결합된 말로서 상변연의 흐려짐(blurring)을 나타낸다(figure 2). 선예도에 영향을 주는 인자는 크게 초점의 크기, 필름의 구성 및 동요로 나눌 수 있고 결국 술자가 가장 관심을 가져야하는 부분은 고유의 성질에 속하는 초점의 크기나 필름의 구성이 아니고 동요이다. 초점의 크기와 필름의 구성에 의한 영향은 술자의 조절능력 외의 문제이며 이에의한 선예도의 변화는 table 3에 나타나 있다. 동요에 대해서는 더 특별한 설명이 필요없을 줄 안다(figure 3).

2. 확대(magnification)

확대는 말 그대로 실물보다 방사선 상이 커지는 것으로 방사선의 경로가 확산되는 것에 원인이 있고 필연적으로 방사선 사진에는 얼마만큼은 확대가 존재한다(figure 4). 이에 영

향을 주는 인자는 초점-필름의 거리와 물체-필름의 거리이다. 이 두가지 인자의 영향은 figure 5,6에 나타나 있듯이 초점이 물체에서 멀어진 경우 방사선속(radiation beam)의 확산 정도가 작아서 상의 확대정도가 줄어들게 된다. 임상에서는 이거리를 술자의 임의대로 조정하기보다는 상용하는 조사통(cone)의 길이가 16인치 인지 8인치인지에 의해서 결정되나 경우에 따라서 술자의 응용력에 의해서 조사통을 멀리 위치시켜서 확대를 최소로 할 수 있으나 이때에는 노출량을 늘려야하는 단점이 있다. 그러나 추천되는 평행촬영법에서는 부득하게 멀어진 필름과 물체의 거리를 보상하기 위해서 조사통을 유지기구에서 약간 멀리 위치시킬 수 있다. 또한 초점과 필름의 걸리를 일정하게 하여도 물체와 필름간의 거리의 변화에 의해서 상의 확대가 발생할 수 있는데 위에서 잠깐 언급했듯이 평행촬영법에서는 촬영술식상 물체와 필름간의 공간이 발생할 수 밖에 없고 이로 인한 상의 확대는 필연적이며 이에대한 보상방법은 조사통을 유지기구에 완전히 적합시키지 말고 약간 멀리 위치시켜야 함을 기술하였다.

3. 왜곡(distortion)

방사선상의 왜곡은 촬영되는 사물의 상이 형성되었을 때 실제 크기와 모양의 변형이 온 것을 말한다. 다시 말하여 한 사진에 동일한 사물임에도 불구하고 부위별로 확대율이 다른 상태를 말하며 이에 영향을 주는 인자로는 부적절한 필름의 정렬과 부적절한 방사선 조사각도이다(figure 7). 상의 왜곡을 최소화하기 위해서는 물체와 필름이 평행이 되어서 모든 물체 예를 들어 치아의 치관과 치근의 모든부위가 필름과 일정한 거리에 있어야 왜곡이 일어나지 않으나 임상에서 이는 실제로 불가능하며 이에 가장 근접하는 부위는 하악 대구치부위에서의 촬영이다. 상의 왜곡도 어느정도는 필연적으로 발생할 수밖에 없으나 되도록 최소화하도록 노력하여야 하겠다. 또한 나머지 인자인 방사선 속의 조사각도는 이상적으로 상의 왜곡을 줄이기 위해서 물체와 필름에 수직으로 조사되어야 하나 이역시 임상에서는 불가능하다. 그러나 다행으로 평행촬영시에는 기구자체가 조사각도를 자연스럽게 필름에 수직으로 각도조절이 되어 있기 때문에 이에대한 특별한 배려가 필요없게 된다(figure 8). 위의 내용을 종합해 볼때 상의 왜곡을 최소화하기 위해서는 이등분각 촬영보다는 평행촬영을 당연히 해야하며 이때 필연적으로 발생하는 어느정도의

상의 확대는 조사통의 거리를 약간 멀리 위치시키는 응용력에 의해서 어느정도 극복이 가능하다. 또한 방사선 필름이 좁고 불규칙하며 미끄러운 입안에서 휘지않게 하는 좋은 방법이며 계측을 요하는 사진에서는 필수적인 방법이다.

Table 1. Visual Characteristics and Influencing Factors

Visual Characteristics		Influencing Factors	Effect of Influencing Factors		
density	mA	↑ mA*	=	↑ density	
		↓ mA	=	↓ density	
	kVp	↑ kVp**	=	↑ density	
		↓ kVp	=	↓ density	
	time	↑ time	=	↑ density	
		↓ time	=	↓ density	
	subject thickness	↑ thickness	=	↓ density	
		↓ thickness	=	↑ density	
contrast	kVp	↑ kVp	= long-scale contrast : low contrast		
		↓ kVp	= short-scale contrast : high contrast		

Table 2. The Effect of Kilovoltage on Contrast.

Kilovoltage	Contrast	Scale of Contrast
high (>90 kVp)	low	long-scale
low (<70 kVp)	high	short-scale

Table 3. Geometric Characteristics and Influencing Factors

Geometric Characteristics	Influencing Factors	Effect of Influencing Factors
sharpness	focal spot size	\downarrow focal spot size = \uparrow sharpness \uparrow focal spot size = \downarrow sharpness
	film composition	\downarrow crystal size = \uparrow sharpness \uparrow crystal size = \downarrow sharpness
	movement	\downarrow movement = \uparrow sharpness \uparrow movement = \downarrow sharpness
	target-film distance(TFD)	\uparrow TFD = \downarrow magnification \downarrow TFD = \uparrow magnification
	object-film distance(OFD)	\uparrow OFD = \uparrow magnification \downarrow OFD = \downarrow magnification
	object-film alignment	object & film parallel = \downarrow distortion object & film not parallel = \uparrow distortion
	x-ray beam alignment	beam perpendicular to object & film = \downarrow distortion beam not perpendicular to object & film = distortion

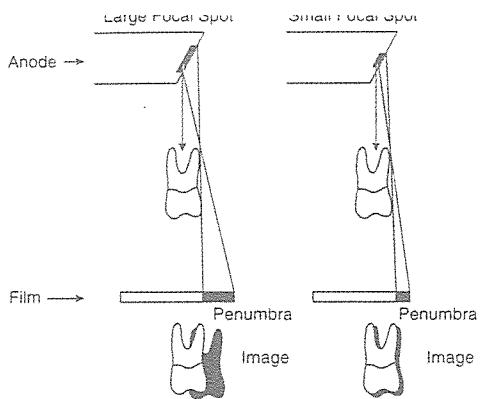


Figure 1. 방사선원의 크기가 작을수록 상의 선에도는 좋아지고 클 수록 penumbra의 영역이 넓어져서 상이 흐려진다.

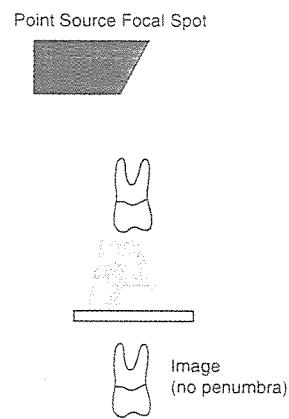


Figure 2. 이론 상 방사선원이 완벽한 점일 경우 penumbra가 나타나지 않아서 선에도의 소실이 없게 된다.

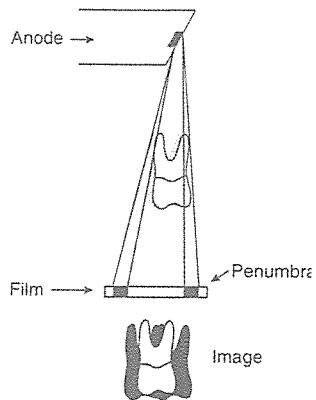


Figure 3. 촬영 중 물체의 움직임은 penumbra의 형성을 야기시켜 선에도의 소실이 일어난다.

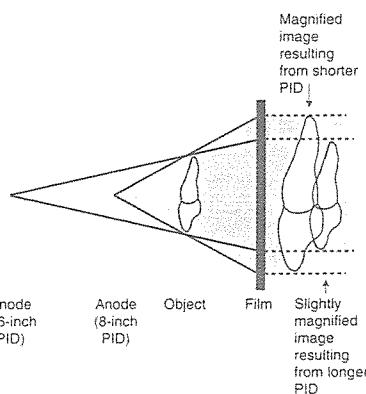


Figure 5. 16인치 이상의 긴 조사통의 사용이나 증가된 초점과 필름의 거리는 상의 확대정도를 줄일 수 있다.

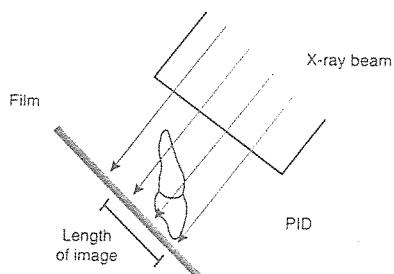


Figure 7. 치아와 필름의 평행이 이루어지지 않고 각 도를 형성하여 배열된 경우 왜곡된 상이 나타난다. 즉 위의 예에서 상의 길이가 감소된다.

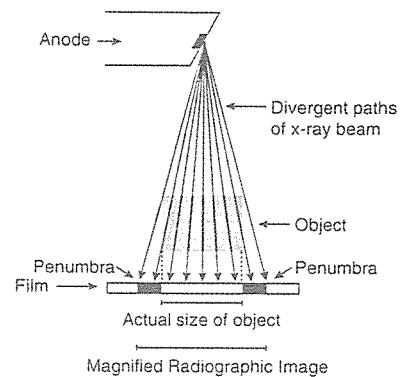


Figure 4. 방사선원으로부터 주행하는 방사선의 경로가 확산됨으로써 상이 확대된다.

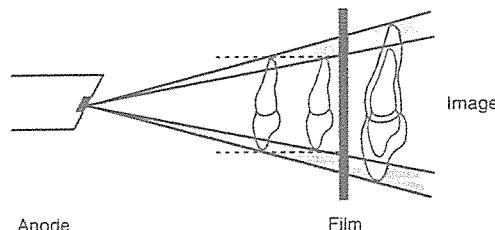


Figure 6. 치아와 필름의 거리가 가까울수록 상의 확대정도가 줄어든다.

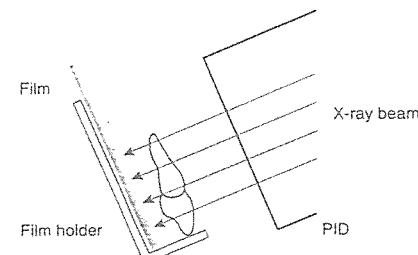


Figure 8. 상의 왜곡을 위해서 중심방사선은 치아와 필름에 수직으로 조사돼야 한다.