대한방사선의학회지 2001;44:153 - 159

토끼 폐에 실험적으로 유발시킨 지방 색전증: 고해상 CT와 병리학적 소견[1]

하 동 호·이 기 남·정 진 숙[2]

목적: 토끼 폐에 실험적으로 유발시킨 지방색전증의 고해상 CT소견을 분석하고, 병리조직 소견과의 연관성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 토끼 12마리를 대상으로 대조군(n=3)과 인위적으로 경비골을 폐쇄성 골절시킨 후 2시간군, 24시간군, 72시간군으로 각각 3마리씩 분류하였다. 토끼를 희생시켜 폐를 적출한 다음, 산소를 이용해 팽창시킨 상태에서 고해상 CT를 시행하였다. 고해상 CT소견은 폐병변의 유무, 침범정도, 분포를 중심으로 분석하였고, 2명의 방사선과의사가 합의하에 평가하였다. 고해상 CT를 시행한 후 H & E염색과 Oil red O염색을 이용하여 병리학적 소견을 관찰하였다.

결과 : 비록 폐 지방색전증의 고해상 CT소견은 비특이적이지만, 실험군 모두에서 관찰되는 양측성 간유리음영(100%)과 8예에서 보이는 기관지 혈관 주위의 폐경화(89%)가 흔히 관찰되는 소견이었다. 모든 실험군에서 Oil red O염색을 보이는 지방적에 의한 혈관폐색 소견이 있었으며, 병리조직학적으로 국소적인 폐출혈, 부종, 폐포의 허탈, 그리고 염증세포의 결집이 보였다. 골절후 24시간군의 고해상 CT소견과 병리조직학적소견이 다른 시간군에 비해 더 심한 변화를 보였다.

결론 : 토끼 폐에 발생한 지방색전증의 고해상 CT는 병리조직학적 소견과 밀접한 연관을 보였으며, 고해상 CT는 폐 지방색전증의 발견과 침범정도의 판단에 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

지방색전은 연부조직손상이나 장골골절후 90%이상에서 발생하는 데 비해, 지방색전증후군은 단지 3 - 4% 발생하는 비교적 드문 합병증으로 급성호흡부전, 대뇌기능장애, 피부반점등을 일으킨다 (1). 지방색전증후군은 폐를 가장 흔히 침범하며 심한 저산소증을 동반한 급성호흡부전을 일으킨다 (2, 3). 폐를 침범한 지방색전증후군의 발생기전은 불분명하나, 골수나 혈류에서 발생한 지방색전이 내피세포의 손상과 폐 모세혈관의 투과성의 증가를 유발하기 때문으로 생각된다 (3, 4). 폐 지방색전증후군의 진단을 위해 흔히 단순흉부촬영이 이용되나 비특이적인 소견을 보인다. 경한 경우에는 거의 정상소견을 보이고, 심한 경우에는 초기엔 정상을 보이다가 양측성 산재성의 폐 실질 변화가 72시간 이후에 나타난다 (2). 방사선학적 감별질환은 흡인성 및 바이러스성 폐렴, 독개스의 흡입, 수혈반응, 그리고 과수액 공급으로 인한 폐부종 등이 있지만 단순흉부촬영으로 여러 질환과의 감별에는 어려움이 있다 (5). 폐 지방색전증후군 및 폐 지방색전증의 CT 소견은 아직 정립되지 않았을 뿐 아니라 보고된 CT 소견은 대부분 임상적 소견과 실험실 소견에 근거하여 폐 지방색전증후군으로 진단된 환자를 대상으로 하였고, 지방색전을 해부병리학적으로 증명하여 보고한 예는 드물다. 이에 저자들은 인위적으로 유발시킨 실험 동물의 폐 지방색전증 고해상 CT 소견을 알아보고 병리조직학적 소견과의 상호 연관 관계를 분석하여, 지방색전증후군의 진단에 도움을 줄 수 있는 고해상 CT 소견을 실험적으로 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

[1]동아대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]동아대학교 의과대학 해부병리과학교실
이 논문은 2000년 5월 15일 접수하여 2000년 11월 18일에 채택되었음.

대상과 방법

실험대상

암수 구별없이 건강한 체중 2.5 - 3.0 Kg의 뉴질랜드산 토끼 12 마리를 대상으로 하였으며 골절후 2시간군, 골절후 24시간군, 골절후 72시간군, 대조군으로 각각 3 마리씩 분류하였다.

실험방법

대조군을 제외한 9마리의 토끼에 Ketamine hydrochloride (유한케타민, 유한양행, 서울) 5 mg/Kg을 복강내로 주입하여 마취시킨 후, 일측의 경골과 비골에 골절을 유발하였다. 골절

의 유발은 마취하에서 굴곡력(bending force)을 이용하였으며 이는 개방성 골절이나 분쇄골절의 발생을 방지하기 위해서였다. 골절 유발후 2인치 석고 붕대를 이용하여 장하지 석고 고정을 시행하였다. 골절후 2시간, 24시간, 72시간에 토끼를 각각 3마리씩 희생시켰다. 토끼를 희생시키기 전에 먼저 3-way를 이용한 기관지 절개술로 호흡을 유지시킨 후 복강내로 Nembutal(pentothal sodium) 20 ml를 주입하여 토끼를 희생시켰다. 흉부를 절개하여 폐를 적출한 뒤 Webb 등 (6)이 고안한 방법으로 CT실에 부착된 산소관을 이용하여 2.0 L/min의 공기압(20-25 cm H_20)를 유지하면서 폐를 팽창시킨 다음 고해상 CT를 시행하였다. 대조군도 동일한 방법으로 토끼를 희생시키고 고해상 CT를 시행하였다. 고해상 CT는 GE 9800 Quick Highlight (General Electric Medical system, Milwaukee, Wisconsin, U.S.A.)를 사용하여 140 kVP, 170 mA, scan 간격 5 mm, 절편두께 1 mm, 영상범위(field of view) 10-16 cm, aquisition matrix 512×512로 scan하였으며, Window width 1500 HU, window level -700 HU, 골재구성연산(bone algorithm)으로 영상을 얻었다. 고해상 CT를 시행한 후 적출한 폐는 병리조직검사를 위해 즉시 고정액(10% formaldehyde buffer)에 담구었으며 기관지를 통해서도 고정액을 주입하여 24시간동안 고정한 뒤 검경하였다. 대표적인 병변에 대해 파라핀 괴를 만들고 CT 단면과 같은 부위로 절단하고 Hematoxylin & eosin (H & E) 염색을 시행하여 광학현미경으로 관찰하였다. 폐 지방색전증의 지방적의 응집을 증명하기 위해 Oil red O 염색을 시행하였다. 신선한 폐조직으로 동결 절편을 만들어서 증류수에 세척한 후 70% 알코올에 잠시 담구었다가 Oil red O 사용액에 15 분간 염색하였다. 70% 알코올에서 3분간 탈색한 후 증류수에 수세하고 Hematoxylin 액에 30초간 염색하고 물에 수세한 후 광학현미경으로 관찰하였다.

영상분석

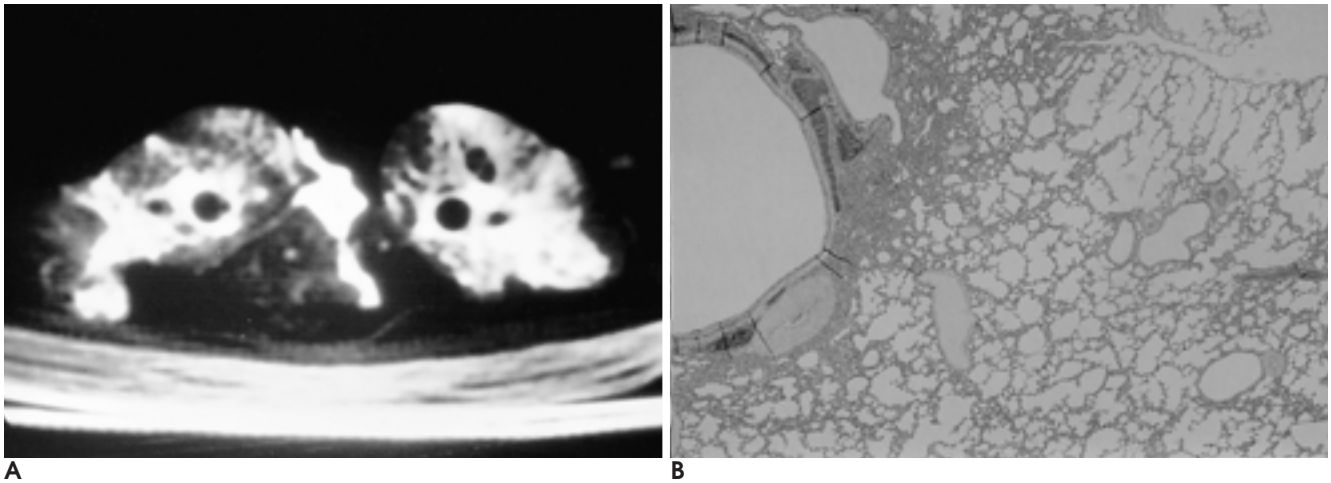
고해상 CT소견은 폐병변의 유무, 폐병변의 침범정도, 폐병변의 폐엽분포, 기관지혈관속 비후, 국소과투과성을 2명의 방사선과 전문의가 합의하에 평가하였다. 주위 폐 실질음영보다 증가된 음영의 병변을 혈관음영의 상쇄유무에 따라 폐경화와 간유리음영으로 분류하였다. 폐병변의 침범정도는 간유리음영과 폐경화 각각의 병변에 대해 10%단위로 전체 폐의 면적에 대한 백분율로 표시하였다. 폐병변의 폐엽분포는 간유리음영과 폐경화를 구분하지 않고 적어도 10% 이상 침범하는 폐엽에 한해 침범 폐엽으로 기록하였다. 기관지혈관속이 대조군과 비교하여 현저한 비후가 관찰될 때를 기관지혈관속비후로 판단하였다. 정상적인 주위의 폐 실질음영보다 감소된 국소적 부위를 국소과투과성이라 정의하였다.

결 과

고해상 CT 소견

대조군의 고해상 CT에서는 간유리음영이나 폐경화등의 병변은 관찰되지 않았다. 간유리음영은 실험군 9예(100%) 모두에서 관찰되었고 양측성이었다. 폐경화는 8예(89%)에서 있었으며 역시 모두 양측성이었다. 간유리음영과 폐경화의 폐병변이 상엽을 침범한 경우는 7예(78%), 중엽을 침범한 경우는 7예(78%), 하엽을 침범한 경우는 3예(33%)로 상엽과 중엽을 흔히 침범하였다. 기관지혈관속의 비후는 7 예에서, 국소과투과성은 3예에서 보였다.

골절후 2시간군의 고해상 CT에서 간유리음영병변은 전체 폐 면적의 30-60%(평균 40%)에서 나타났고, 폐경화는 10%에서 보였다 (Fig. 1A). 간유리음영과 폐경화의 폐병변의 침범분포는 상엽, 중엽, 그리고 하엽에서 2:3:1의 분포를 보였다. 기관지혈관속의 비후는 3 예 전부에서, 국소과투과성은 3 예



A B

Fig. 1. A. High-resolution CT finding of 2-hour group. HRCT scan shows bilateral ground glass opacity, patchy consolidation with air bronchogram, and thickening of bronchovascular bundle.

B. Photomicrographic finding of 2-hour group. Peribronchial space and lung parenchyma are mildly infiltrated with inflammatory cells and desquamated pneumocytes. Alveolar airspaces are partially collapsed. Focally extravasated RBCs are also noted (H&E, × 20).

중 1예에서 보였다. 골절후 24시간군의 고해상 CT에서 간유리음영 병변은 전체 폐 면적의 40 - 50%(평균 43%), 폐경화는 10 - 30%(평균 17%)에서 보였고, 폐병변의 침범분포는 상엽, 중엽, 그리고 하엽에서 3:3:0의 분포를 보였다. 기관지혈관속의 비후는 3예 전부에서 보였고, 국소과투과성은 보이지 않았다. 전체적으로 골절후 24시간군에서 폐의 변화가 제일 많이 관찰되었다 (Fig. 2A). 골절후 72시간군의 고해상 CT에서 간유리음영병변은 전체 폐 면적의 10 - 40%(평균 27%)에서, 폐경화는 0 - 20%(평균 10%)에서 보였다 (Fig. 3A). 폐병변의 침범분포는 상엽, 중엽, 그리고 하엽에서 2:1:2의 분포를 보였다. 기관지혈관속의 비후는 3예 중 1예에서, 국소과투과성은 3예 중 2예에서 보였다 (Table 1).

병리조직학적 소견

골절을 유발시킨 모든 토끼 폐의 병리조직학적 검사에서 폐포와 기관지 주위에 염증세포들이 출현하였으며 다양한 정도의 염증반응을 보였다.

골절후 2시간군에서는 폐포와 기관지 주위에 염증세포의 침윤과 폐포 세포의 탈락이 관찰되었고, 혈관내피세포의 손상과 폐포의 부분적 허탈이 나타났다 (Fig. 1B). 골절후 24시간군에서는 폐포와 기관지 주위에 염증세포의 침윤과 폐포 세포의 탈락이 가장 현저하였으며, 폐포의 완전허탈 소견과 심한 혈관내피세포 손상의 소견이 있었다. 병리조직소견에서도 24시간군에서 가장 현저한 병변의 변화를 보여 고해상 CT의 병변의 변화와 일치하였다 (Fig. 2B, 2C). 골절후 72시간군에서는

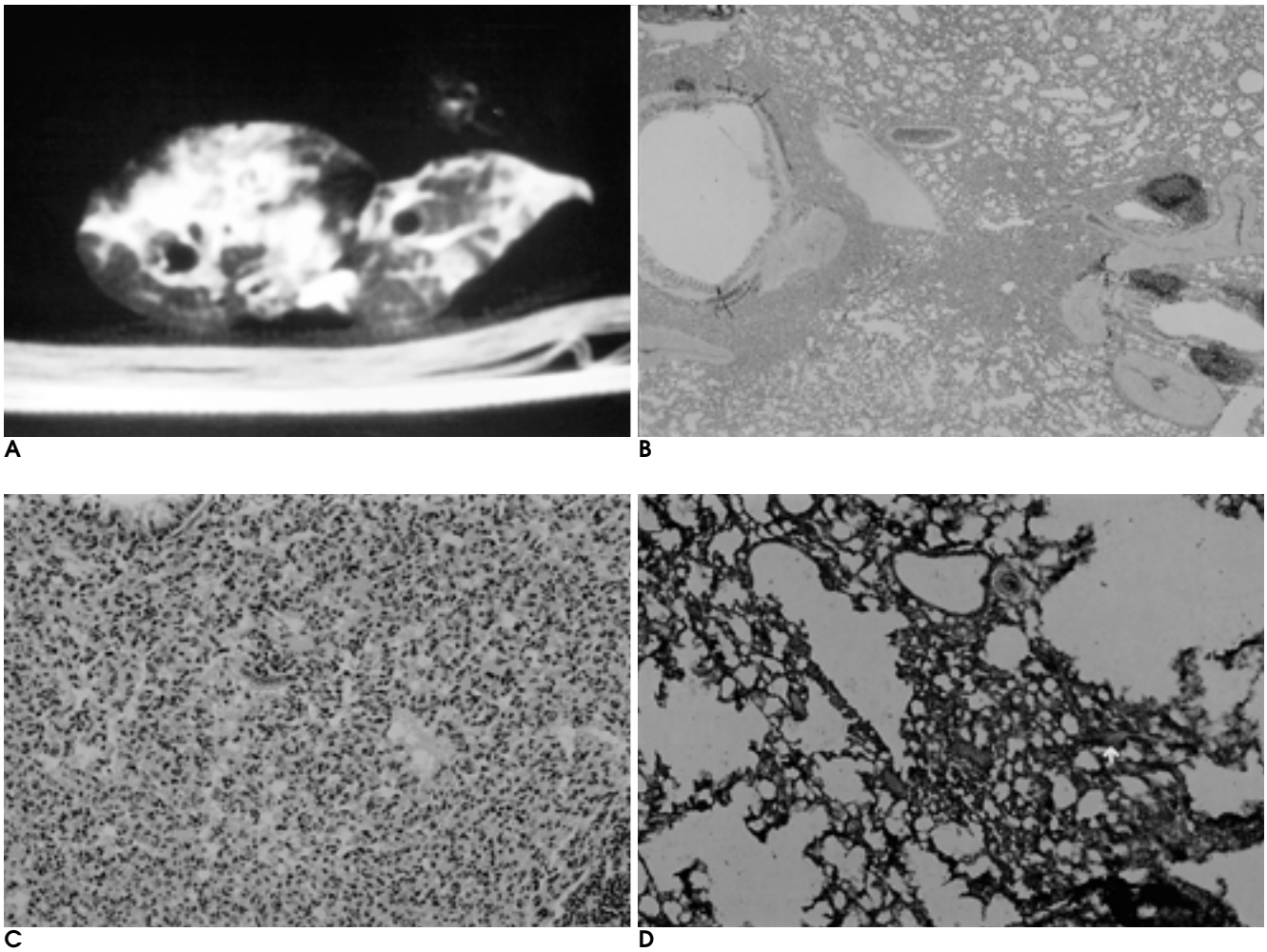


Fig. 2. A. High-resolutin CT finding of 24-hour group. HRCT scan shows bilateral multiple consolidations with ground glass opacity. The lesions involve 50 % of lung parenchyma with 10 % grading scale. Thickening of peribronchovascular bundles are also noted.

B. Photomicrographic finding of 24-hour group. Peribronchial space and lung parenchyma are extensively infiltrated with inflammatory cells and desquamated pneumocytes. Alveolar air spaces are nearly completely collapsed. The pathologic change is more severe than those of other groups (H&E, ×20).

C. Higher magnification photomicrographic findings of 24-hour group. Vessels are occluded with blood clots. Multiple foci of hemorrhage and inflammatory cells infiltration are noted as well (H&E, ×200).

D. Oil red O staining of 24-hour group. Vessels are occluded by homogeneous pinkish or red-colored materials positive for Oil red O (arrow) (Oil red O, ×40).

기관지 주위와 폐포의 염증세포 침윤과 혈관의 폐색이 관찰되나 24시간군에 비하여 현저히 줄어든 소견이었으며 폐기종성 변화가 있었다 (Fig. 3B). Oil red O염색에 양성반응을 보이는 균질적인 지방적은 골절후 2시간군, 24시간군, 그리고 72시간군 모두에서 나타났으며 이 지방적에 의한 혈관 폐색이 관찰되었다 (Fig. 2D).

고 찰

지방색전증후군은 골반골이나 장관골 골절후 또는 연부조직 손상 후 발생하며 임상적으로 급성호흡부전 및 대뇌의 장애, 피부증상 등의 특징을 갖는 생체내의 항상성의 변화로 정의된다. Zenker가 흉복부 손상 후 처음 명명하였고, Bergmann에 의해 처음으로 임상적 진단이 이루어졌다 (3).

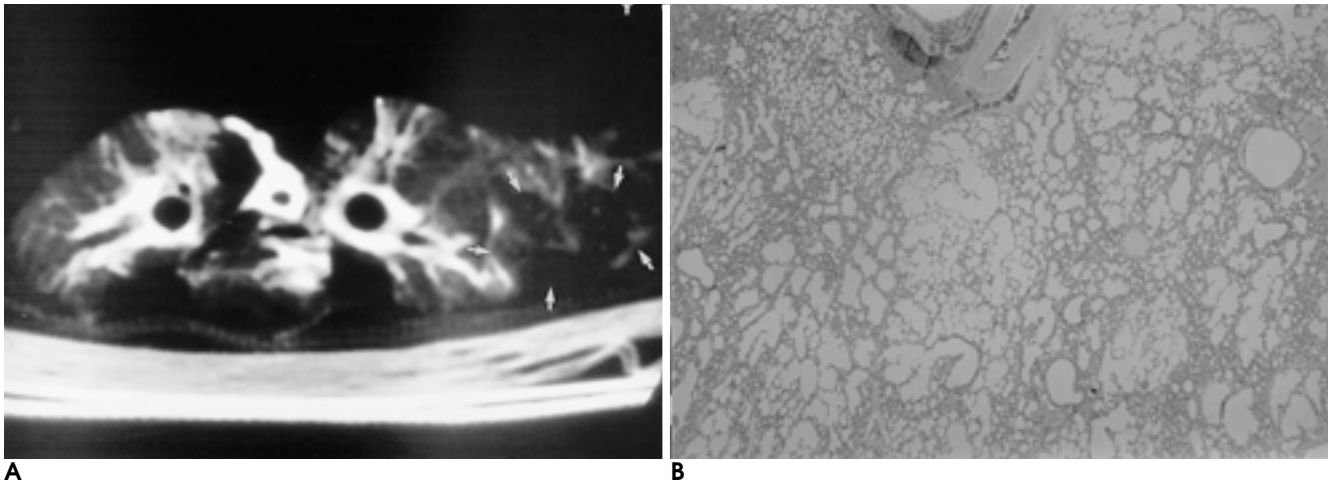
연부조직손상이나 골절후 발생하는 지방색전증의 빈도는 90%에 이르나 (1), 지방색전증후군의 빈도는 비골이나 장골 골절 후엔 1 - 2%, 다발성 손상에는 5 - 10%에 이른다 (7). 지방색전증후군은 외상이 가장 흔한 원인이나 당뇨, 화상, 중증 감염, 흡입 마취, 만성 췌장염, 수술, 신이식등 다양한 다른 질환에서도 발생한다 (8).

폐 지방색전증후군의 발생은 지방색전의 발생과정과 지방색전에서 유리된 자유지방산이 일으키는 염증반응과정 등 연속된 다른 두 개의 기전으로 설명한다. 지방색전 발생에는 기계적 가설과 생화학적 가설이 있다. 기계적 가설은 외상후 연부조직손상이나 골수 내의 지방조직의 파괴로 인해 유리된 지방이 골절 부위의 손상된 정맥을 통해 정맥계로 들어간다고 설명한다. 골수내 압력을 높이지 못하는 복합 골절이나 개방성 골절에서는 지방 색전이 드물게 발생하여 골수내 압력상승이 지방색전 발생에 중요한 역할을 한다 (2, 9). 생화학적 가설에 따르면 지방색전은 순환 혈중지질에서 발생한다. 외상에 대한 대사반응으로 혈장내 지방의 생리적 유탁도에 변화가 일어나 직경 1 m 이하 크기의 정상적인 카일로마이크론이 융합하여

Table 1. Summary of High-resolution CT Findings of Pulmonary Fat Embolism in Nine Rabbits after Tibiofibular Fracture

Group	Lesion extent with 10% scale		Distribution of GGO* and/or consolidation	Peribronchovascular bundle thickening	Focal hyperlucency
	GGO*	Consolidation			
2 hour					
1	60%	10%	upper, middle	+	+
2	30%	10%	upper, middle	+	-
3	30%	10%	middle, lower	+	-
24 hour					
1	40%	30%	upper, middle	+	-
2	50%	10%	upper, middle	+	-
3	40%	10%	upper, middle	+	-
72 hour					
1	40%	20%	upper, middle, lower	+	+
2	10%	0%	lower	-	+
3	30%	10%	upper	-	-

* GGO : ground glass opacity



A B

Fig. 3. A. High-resolutin CT finding of 72-hour group. HRCT scan shows consolidation with ground glass opacity. Areas of hyperlucency(arrows) are also noted.
B. Photomicrographic finding of 72-hour group. In peribronchial, interstitial, and alveolar spaces, less infiltration of inflammatory cells comparing with other groups are noted (H&E, ×20).

폐모세혈관을 폐색시킬 수 있는 직경 10 - 40 m크기의 지방구를 형성한다. 또한 심한 손상후 카테콜아민의 분비가 체내지방 저장소로부터 자유지방산의 분비를 촉진한다 (10, 11). 이런 생화학적 가설은 주로 비 외상환자의 지방색전 발생기전으로 설명된다. 발생한 지방색전은 20 m보다 작은 미세혈관을 폐쇄시킨다. 그러나 심한 지방색전증은 단순한 미세혈관 폐색의 결과가 아니라 조직 리파제에 의해 중성지방에서 가수분해된 자유지방산이 일으키는 심한 염증반응으로 설명한다. 이 자유지방산이 폐포 내피 세포를 손상시키고, 모세혈관의 투과성을 증가시켜며, 폐표면활성 물질을 불활성화시키고, 혈소판 응집을 일으켜 출혈성 폐부종과 심한 저산소증을 일으킨다 (2). 박 등(12)이 보고한 폐 지방색전증의 CT소견과 병리학적 소견 연구에서 폐 지방색전은 토끼의 대퇴골에서 채취한 골수를 정맥내 주입으로 유발하였고 CT는 토끼를 마취후 자연호흡 상태에서 절편두께 3 mm로 시행하였다. 본 연구에서는 지방색전 발생의 기계적 가설에 근거하여 세점 휨 지그(three point bending zig)를 이용해 토끼 경골의 대략 골간 중앙 부위에 폐쇄성 횡단 골절을 유발시켜 지방색전 발생을 유도하였다. 골수내 압력을 높이지 못하는 개방성 골절이나 분쇄골절을 일으킬수 있는 골 절단기나 망치는 사용하지 않았고, CT는 토끼를 희생한 후 적출한 폐를 절편두께 1 mm로 시행하였다.

지방색전증후군은 임상적 증상, 실험실 소견, 방사선 소견, 해부 병리조직학 소견 및 심전도 등으로 진단할 수 있다. 대체로 손상을 받은 후 12 - 72시간이내 호흡 곤란, 대뇌의 장애, 피부증상 등이 나타나며, 실험실 소견으로는 동맥 개스혈 분석상 산소 분압의 감소, 소변과 객담을 비롯한 여러 검체에서 지방적의 발견, 혈중지방 및 지방분해효소의 증가, 혈중에서 혈소판 감소 및 피부리노겐 변성산물의 증가를 볼 수 있다 (5).

지방색전증후군의 단순흉부촬영소견은 경한 경우에는 정상으로 나타나고, 심한 경우는 적어도 72시간이 지난 후 양측성 미만성 폐음영으로 나타난다. 간질성 폐부종의 소견인 판상 음영으로 나타나기도 하고, 폐포성 폐부종의 소견을 보이기도 한다 (2). 고해상 CT소견은 자세히 보고된바 없으나, 김 등 (13)이 보고한 폐 지방색전증후군의 증례에서는 폐부종과 급성 폐출혈과 관련된 광범위한 양측성 폐포성 경화와 다수의 불분명한 결절이 보였고, 1주 후 추적검사에서 양측 폐에 폐부종의 호전과 아급성 폐출혈에 적합한 간유리 음영과 희미한 소결절의 소견을 보였다. Arakawa 등 (14)은 지방색전증후군 환자 6예의 CT소견에서 간유리음영, 폐경화, 소결절이 모든 예에서 관찰되었다고 보고하였다. 박 등 (12)이 보고한 자가골수의 정맥내 주입으로 유발한 폐 지방색전증의 시술직후 CT소견은 폐변연부 미만성 저감쇄, 혈관주변 간유리음영 그리고 근위부 폐동맥확장증이었다. 폐 동맥색전 유발후 1일과 3일의 주된 소견은 폐결절과 폐음영증가(간유리 음영, 폐경화)이며 이는 3일 추적CT에서 보다 심해지는 양상으로 나타났다. 본 연구의 고해상 CT 소견에서는 간유리 음영은 실험군 9예(100%) 모두에서 관찰되었고, 폐경화는 8예(89%)에서 관찰되어 거의 모든 예에서 관찰되었으며, 24시간군에서 가장 현저하였다.

Batra (2)는 폐 지방색전증에서 병변의 분포는 다양하나 첨부의 분포는 드물다고 보고한다.폐 지방색전증의 분포는 국소화되는 경향이 있으며 분포는 다양하며, 이는 아마도 지방색전의 비균질한 분포에 의해 나타나는 것으로 추측된다. Arakawa 등 (14)의 보고에서는 6예 중 5예에서 상엽에서 현저한 병변이 나타났고, 1 예에서는 병변이 전엽에서 균일한 분포를 보인다. 저자들의 연구에서도 병변의 분포는 상엽 7예(78%), 중엽 7예(78%), 하엽 3예(33%)의 빈도로 상엽과 중엽에 많은 분포를 보였다. 이에 비해 박 등 (12)은 폐결절과 폐음영이 주로 변연부에 나타나고 특별한 분포의 차이는 없는 것으로 보고하였다. 이는 귀정맥을 통하여 상대정맥을 통해 골수를 폐동맥에 유입되도록 하였기에 연부조직 손상이나 골절후 사람에게서 발생하는 폐 지방색전증과는 분포가 다를것으로 추측하였다.

폐 지방색전증의 병리조직학적 소견에서 Gossing 등 (15)은 지방적, 피브린, 그리고 혈소판에 의한 폐포 소동맥 폐색을 기술하였고, Batra (2)는 지방적의 응집에 의한 폐 혈관의 폐색 및 폐포의 염증반응을 기술하였다. 저자들의 연구에서도 Oil red O 염색에서 혈관을 폐색시키는 균질적인 지방적을 증명하였으며 국소적인 폐출혈 및 부종, 폐포의 허탈 그리고 염증세포의 결집등이 나타나서 염증반응에 의한 내피세포와 폐포의 손상을 알 수 있었다.

지방색전증의 발생은 외상 후 수시간 내에 발생하거나 수주가 지난 후 나타나기도 하지만, 대부분의 환자는 12시간에서 72 시간의 지연기를 가진 후 증상을 보인다. 적어도 90%의 환자는 손상 후 24 시간이내에 증상을 보인다 (16). 박 등 (12)의 연구에서는 발생직후에는 관찰되지 않던 폐결절이나 폐음영증가의 소견이 1일에 나타나고, 3일 추적CT에서 더 심해지는 양상이 보이다가 7일 후에는 대부분 호전을 보였다. 저자들의 고해상 CT 소견에서는 골절후 24시간군에서 폐의 변화가 가장 많이 관찰되었고 72시간군에서는 오히려 감소하였으며 병리조직학적으로도 24시간군이 72시간군에 비해 염증세포 침윤이 현저하게 관찰되었다. 이는 병태생리상 기계적 반응 및 화학적 반응의 유발반응시간에 의한 것으로 생각되며, 이 시간 이후로는 유리 지방산에 의한 화학적 반응이 감소하면서 차츰 염증 반응이 감소되는 것으로 보인다.

저자들의 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 시간경과에 따른 고해상 CT소견과 병리조직소견의 변화를 대변하기에는 실험 대상 숫자가 작고, 시간경과에 따른 각 개체의 순차적 연구가 없었다. 둘째, 본 연구는 실험 동물의 희생 후 적출한 폐를 인위적으로 팽창시킨 다음 고해상 CT를 시행하였다. Webb 등 (6)이 고안한 이 방법은 정상적인 폐구조와 폐병변의 평가에는 유용하지만 실험과정에서 발생하는 출혈에 의한 저혈량증, 쇽, 급성호흡곤란증후군등의 다른 원인에 의한 병변의 발생가능성과 폐의 인위적 팽창과정에서 발생하는 폐허탈이나 과팽창의 가능성을 완전히 배제할 수는 없다. 셋째, 지방색전중후군의 고전적 진단은 임상적 증상과 실험실 소견의 주진단기준과 보조 진단기준에 따른다 (17). 이에 따르면 본 실험에서 인위적으로 유발시킨 것이 폐 지방색전증인지 폐 지방색전증후군인지 알지 못한다. 하지만 폐혈관의 폐색과 폐포의

염증반응의 원인이 지방색전임을 병리조직학적으로 증명하였기에 본 연구는 폐 지방색전증에 관한 방사선학적소견을 알아보는 데 유용하며, 이와 병리조직학적 소견과의 관련성 연구에 유용할 것으로 생각한다.

결론적으로 저자들의 실험 결과 혈관폐색을 야기하는 지방적이 모든 예에서 관찰되었다. 고해상 CT에서는 양측성의 간유리음영과 폐경화가 거의 모든 예에서 관찰되었으며 상엽과 중엽을 흔히 침범하였다. 기관지혈관속의 비후도 7예(78%)에서 관찰되어 비교적 흔히 관찰되었으나 국소 과투과성은 3예(33%)에서 관찰되었다. 병리조직소견에서는 폐포와 기관지 주위에 염증세포들이 모든 예에서 관찰되었다. 골절후 24시간군에서 고해상 CT소견의 변화가 가장 현저하였고 병리조직소견의 변화도 골절후 24시간군에서 가장 현저하였다. 토끼를 이용한 본 연구는 지방색전증후군의 고해상 CT소견을 알아보는데 도움을 줄 것으로 생각되고, 고해상 CT는 지방색전증 발생시 병변의 발견에 유용하며, 고해상 CT소견의 변화는 병리조직학적 소견의 변화와 밀접한 연관을 보일 것으로 생각한다

참 고 문 헌

1. Palmovic V, McCarroll JR. Fat embolism in the trauma. *Arch Pathol* 1965;80:630 -635
2. Batra P. The fat embolism syndrome. *J Thorac Imaging* 1987;2:12-17
3. Peltier LF. Fat embolism: basic science and pathology. *Clin Orthop* 1988;232:263-270
4. Feldman F, Ellis K, Green WM. The fat emboilsm syndrome. *Radiology* 1975;114:535-542
5. Johnson MJ and Lucas GL. Review of fat embolism syndrome. *Orthopedics* 1996;19:41-48
6. Webb WR, Stein MG, Finkbeiner WE, Im JG, Lynch D, Gamsu G. Normal and diseased isolated lungs: high-resolution CT. *Radiology* 1988;166:81-87
7. Peltier LF, Collins JA, Evarts CM. Fat embolism. *Arch Surg* 1974;109:12-16
8. Fabian TC, Hoots AV, Stanford DS. Fat embolism syndorme: prospective evaluation in 32 fracture patients. *Criti Care Med* 1990;18:42-46
9. Riska EB, Myellynen P. Fat embolism in patients with multiple injuries. *J Trauma* 1982;22:891-894
10. Johnson SR, Svanborg A. Investigation with regard to the pathogenesis of so-called fat embolism. *Ann Surg* 1956;144:145-151
11. Baker PL, Pazell JA, Peltier LF. Free fatty acids, cathecholamines, and arterial hypoxia in patients with fat embolism. *J Trauma* 1971;12:1026-1030
12. 박성진, 성동욱, 전양현 등. 가토에서 자가골수의 정맥내 주입으로 유발한 폐동맥지방색 전증: 전산화단층촬영과 병리의 연관. *대한방사선의학회지* 1999;41:303-311
13. 김경석, 김영통, 김일영. 지방색전 증후군의 폐병변의 CT소견 : 1예 보고. *대한방사선의학회지* 1997;36:999-1001
14. Arakawa H, Kurihara Y, Nakajima Y. Pulmonary fat embolism syndrome: CT findings in six patients. *J Comput Assist Tomogr* 2000;24:24-29
15. Gossing HR, Vincent D, Pellegrini JR. Fat embolism syndrome, a review of the pathophysiology and physical basis of treatment. *Clin Orthop* 1982;65:68-81
16. Lahiri B, ZuWallack R. The early diagnosis and treatment of fat embolism syndrome: a preliminary report. *J Trauma* 1977;17:956-959
17. Gurd AR. Fat embolism: an aid to diagnosis. *J Bone Joint Surg* 1970;52:732-737

대한방사선의학회지 2001;44:153 - 159

J Korean Radiol Soc 2001;44:153 - 159

An Experimentally Induced Fat Embolism in the Rabbit Lung:
High-resolution CT and Pathologic Findings[1]

Dong-Ho Ha, M.D., Ki-Nam Lee, M.D., Jin Sook Jeong, M.D.[2]

[1]Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Dong-A University
[2]Department of Pathology, College of Medicine, Dong-A University

Purpose: To assess the high-resolution CT and pathologic findings of fat embolism experimentally induced in rabbit lung.

Materials and Methods: Twelve rabbits were divided into four groups, namely control, 2-hour, 24-hour, and 72-hour, with three rabbits in each, and closed tibiofibular fractures were induced. After the rabbits were sacrificed, high-resolution CT scanning of the artificially inflated lungs was performed, and the CT findings were analyzed by two radiologists. They determined the presence or absence of ground glass opacity or consolidation, the extent of the lesions (using a 10% grading scale), and their distribution, reaching a consensus. The pathologic findings were analyzed using the specimens prepared by H & E and Oil-red O staining.

Results: Although the high-resolution CT findings of pulmonary fat embolism were nonspecific, bilateral patchy ground glass opacity (100%), and focal air-space consolidation surrounding the bronchovascular bundle (89%) were most common. In all groups, the occlusion of vessels by fat globules was confirmed by Oil-red O staining. The microscopic findings included focal pulmonary hemorrhage, edema, alveolar collapse, and extensive infiltration of inflammatory cells in the lung parenchyma. The 24-hour group showed more extensive change in high-resolution CT and pathologic findings than did the others.

Conclusion: Fat embolism in rabbit lung may occur after closed tibio-fibular fracture. The extent of the lesion revealed by high-resolution CT correlated closely with the pathologic findings. High-resolution CT may thus be helpful for the detection of pulmonary fat embolism and evaluation of its extent.

Index words : Lung, CT
Lung, disease
Embolism, oil
Embolism, pulmonary

Address reprint requests to : Ki-Nam Lee, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Dong-A University College of Medicine,
1, 3-Ga, Dongdaesin-dong, Seo-gu, Pusan 602-103, Korea.
Tel. 82-51-240-5375 Fax. 82-51-253-4931

2001년도 대한방사선의학회 중요행사 일정 (II)

대 회 명	일 정		장 소
	내 용	일 정	
2002년도 학술일정 제출 마감	지회, 연구회 2002년도 학술일정 제출 마감	01. 9. 29(토)	학회 사무국
제57차 학술대회 및 총회	제57차 학술대회 및 총회	01. 10. 17(수) - 19(금)	호텔롯데월드
	초록마감 의료기기 전시참가 신청마감 사전등록마감	01. 7. 31(화) 01. 7. 31(화) 01. 9. 15(토)	학회 사무국
자기공명의과학회 추계학술대회	자기공명의과학회 추계학술대회	01. 11. 3(토)	미정
87th RSNA	87th RSNA(북미방사선의학회)	01. 11. 25(일) - 30(금)	Chicago USA
Imaging Conference	심장방사선과학	01. 1. 17(수) 18:00 -	삼성의료원 대강당(예정)
	근골격방사선과학	01. 2. 21(수) 〃	〃
	흉부방사선과학	01. 3. 21(수) 〃	〃
	소화기방사선과학	01. 4. 18(수) 〃	〃
	신경방사선과학	01. 5. 16(수) 〃	〃
	중재적방사선과학	01. 6. 20(수) 〃	〃
	비뇨생식기방사선과학	01. 7. 18(수) 〃	〃
	흉부방사선과학	01. 8. 29(수) 〃	〃
	소아방사선과학	01. 9. 19(수) 〃	〃
	유방방사선과학	01. 10. 10(수) 〃	〃
	소화기방사선과학	01. 11. 14(수) 〃	〃
	신경방사선과학	01. 12. 19(수) 〃	〃