

폐의 파라콰트 중독: 음독량에 따른 HRCT 소견 연구¹

김효림 · 송선화 · 박미정 · 이수림 · 안명임 · 박석희

목적: 파라콰트 음독량과 고해상능 전산화 단층촬영(HRCT)상 폐병변의 양상, 분포, 범위의 관계를 알아보려고 하였다.

대상과 방법: 소변 파라콰트 검사에서 양성 반응을 보이고 HRCT상 이상 소견을 보이는 15명의 환자를 대상으로 폐병변의 양상, 분포, 범위를 조사하고, 이를 음독량에 따라 나누어 분석하였다. 음독량은 비경구적 경로로 노출된 경우, 최소량(음독 후 뱉거나 토한 경우), 소량(30 cc 이하), 중등도(31-60 cc) 다량(61-100 cc)의 다섯 군으로 나누었다.

결과: HRCT에서 폐병변의 양상은 간유리 음영($n=9$), 기강경화($n=9$), 불규칙한 선상 음영($n=9$), 결절($n=2$)의 네가지 소견이었다. 양측 하부와 흉막하 분포가 음독량에 관계없이 우세하게 관찰되었다. 비경구적 경로로 노출된 경우 불규칙한 선상 음영이 주된 소견이었고, 다량을 음독한 경우 간유리 음영이 주된 소견이었다. 평균 침범 폐병변의 수는 음독량이 많을수록 증가하는 양상을 보였다.

결론: 음독량과 폐병변의 양상, 범위는 관계가 있으며 음독량과 분포는 관계가 없는 것으로 생각되었다.

파라콰트(paraquat, 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridylum dichloride; 그라몌콘 파라코, 속사포)는 1958년 최초로 개발된 이후, 토양에 닿는 즉시 무독성의 화합물로 분해되어 환경에 무해하다는 장점 때문에 전 세계적으로 가장 흔히 사용되는 제초제이다. 그러나 적은 양이라도 인체에 흡수되면 치명적이어서 33-78%까지의 사망률이 보고되고 있고, 우리나라에서도 연간 500명 이상의 사망자가 발생한다고 알려져 있다. 특히 국내에서는 자살 목적으로 음독하는 경우가 많아 더욱 심각한 문제가 되고 있다(1, 2).

파라콰트 중독은 다발성 장기 손상을 일으켜 사망을 초래할 수 있는데, 특히 폐 부전은 파라콰트 중독의 흔한 사망 원인이 된다. 파라콰트가 폐에 미치는 영향은 병리학적으로는 폐포 내 출혈 및 부종, 유리막(hyaline membrane) 형성, 섬유성 간질성 폐렴 및 폐포 격벽에 섬유 아세포(fibroblast) 증식을 동반하는 미만성 폐포내 혹은 간질의 섬유화 등이다(3, 4).

이미 여러 보고에서 파라콰트 중독에서의 폐병변의 영상의학적 소견을 기술하였는데, 초기에는 양 폐에 간유리 음영 혹은 폐 경화가 관찰되고, 시간이 지날수록 간유리 음영은 폐 경화로 바뀌며, 낭성 및 선상 음영과 견인성 기관지 확장증이 동반된다고 하였다(5, 6).

파라콰트에 의한 인체 독성의 정도는 주로 노출된 파라콰트의 양에 좌우된다는 것은 잘 알려져 있다(7, 8). 그러나 파라콰트 음독량과 폐병변의 영상의학적 양상, 분포, 범위의 관계에 대해서는 조사된 바가 없다. 본 연구에서는 파라콰트 음독량과 HRCT상 폐병변의 양상, 분포, 범위의 관계를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

1999년 9월부터 2008년 3월까지 파라콰트 중독을 주소로 내원한 환자 중, 소변 파라콰트 검사에서 양성 반응을 보이고 혈액 투석 후 실시한 고해상능 전산화 단층촬영(HRCT)에서 이상 소견을 보이는 15명의 환자를 대상으로 임상 기록과 CT 소견을 후향적으로 분석하였다. 남녀 각각 7명, 8명이었으며, 연령 분포는 19세에서 79세였고 평균 47세였다.

파라콰트에 노출된 정도는 환자나 보호자를 대상으로 한 병력 청취와 병에 남아 있는 파라콰트의 양을 고려하여 산출하였다. 음독량의 범위는 눈이나 피부를 통한 비경구적 노출(간접적 노출), 최소량(음독 후 뱉거나 토한 경우), 소량(30 cc 이하), 중등도(31-60 cc), 다량(61-100 cc)의 다섯 개 군으로 구분하였다. 음독량은 비경구적 노출이 3명, 최소량 3명, 소량 4명, 중등도 2명, 다량이 3명이었다. CT 검사는 파라콰트에 노

¹가톨릭대학교 의과대학 영상의학과교실

이 논문은 2008년 9월 6일 접수하여 2008년 12월 9일에 채택되었음.

출된 후 0-33일(평균 7일)에 이루어졌다. 15명의 환자 중 6명의 환자에서 추적 CT 검사를 시행하였으며, 최초 CT 검사 후 5-20일(평균 9일)에 이루어졌다. 15명의 환자 중 12명은 생존하였고, 3명의 환자는 사망하였다. 음독 후 사망까지의 시간은 10-17일(평균 14일)이었으며, 사망 원인은 2명은 폐 섬유화와 저산소증에 의한 혈액량 감소성 쇼크(hypovolemic shock)이었고, 1명은 폐 섬유화에 의한 심폐 이상(cardiorespiratory failure)이었다.

CT 소견은 두 명의 영상의학과 의사가 음독량을 모르는 상태에서 각각 분석하였고 의견 차이가 있을 때에는 합의로 결정하였다. 영상 소견은 폐병변의 양상, 분포, 범위 세 가지 항목으로 나누어 분석하였다. 폐병변의 양상은 크게 간유리 음영, 기강경화, 불규칙한 선상 음영, 결절의 네 가지 소견으로 나누고, 기타 견인성 기관지 확장증, 흉수와 기흉의 유무에 대해서도 조사하였다. 병변의 분포는 수직 분포와 수평 분포로 나누어 기술하였는데, 수직 분포는 상부, 중부, 하부로 나누었고, 수평 분포는 흉막하, 중심성, 미만성, 반점상, 무작위 분포로 나누었다. 흉막하 연하여 폐 주변부에서 연속적으로 관찰되는 경우를 흉막하, 기관혈관속에 국한되어 관찰되는 경우를 중심성, 연속적인 대엽성 분포(lobar contiguous distribution)를 보이는 경우를 미만성, 소엽성 혹은 다엽성(multilobular) 분

포를 보이는 경우를 반점상, 위에서 언급한 모든 경우가 동시에 관찰되는 경우를 무작위 분포로 분류하였다. 한 환자에서 여러 가지의 분포양상이 관찰되는 경우에는 우세하게 보이는 분포를 기술하였다. 폐병변의 범위는 설상엽은 중엽으로 기술하고 설상엽을 제외한 좌상엽은 상엽으로 기술하여, 좌우 폐를 각각 3개의 엽으로 구분한 다음, 각각의 음독량 별로 침범된 폐엽의 수를 모두 더한 뒤 환자의 수로 나누어 평균 침범 폐엽의 수를 구하고, 음독량과 평균 침범 폐엽의 수의 관계를 알아 보았다.

사용한 나선식 CT 기종은 Somatom Volume Zoom (Siemens medical systems, Forchheim, Germany) 4 channel MDCT와 Hi-Speed Advantage scanner (General Electric Medical System, Milwaukee, U.S.A.) 16 channel MDCT였다.

결 과

초기 CT에서의 폐 병변의 양상과 분포

파라콰트 중독에서 초기 CT에서의 폐병변의 양상과 분포는 Table 1과 같다. 가장 흔한 폐병변의 양상은 단독 혹은 혼재되어 관찰되는 간유리 음영($n=9$, 60%)과, 기강경화($n=9$, 60%), 불규칙한 선상 음영($n=9$, 60%)이었다(Fig. 1-5). 간유리 음영, 기강경화, 불규칙한 선상 음영은 주로 폐 하부에서 관찰되었고 흉막하 분포를 가장 흔하게 보였다. 그다음으로 간유리 음영은 미만성 분포를, 기강경화는 반점상 분포를, 선상 음영은 무작위 분포를 많이 보였다. 그 밖의 폐병변의 양상의



Fig. 1. 41-year-old woman who was exposed to paraquat indirectly. Paraquat was poured above her head. HRCT scan obtained 6 days after exposure shows multiple irregular lines with random distribution in left lower lobe.

Table 2. Pattern of Pulmonary Abnormalities on the Initial HRCT Scans in Relation to the Amount of Ingested Paraquat

| Ingestion Amount | CT Pattern | | | |
|--------------------|------------|---------------|----------------|--------|
| | GGO | Consolidation | Irregular line | Nodule |
| Indirect ($n=3$) | 0(0%) | 1(33%) | 3(100%) | 0(0%) |
| Min ($n=3$) | 2(67%) | 2(67%) | 2(67%) | 0(0%) |
| Small ($n=4$) | 3(75%) | 3(75%) | 3(75%) | 1(25%) |
| Medium ($n=2$) | 1(50%) | 1(50%) | 1(50%) | 0(0%) |
| Large ($n=3$) | 3(100%) | 2(67%) | 0(0%) | 1(33%) |

Note; GGO: ground glass opacity, Indirect: indirect exposure, Min: ingestion of minimum amount by spitting out or spitting up the paraquat, Small: ≤ 30 cc, Medium: 31-60 cc, Large: 61-100 cc

Table 1. Pattern and Distribution of Pulmonary Abnormalities in Paraquat Poisoning on the Initial HRCT Scans

| Pattern | B | U | Longitudinal Distribution | | | | Axial Distribution | | | | |
|-------------------------------|---|---|---------------------------|-----|-----|-------|--------------------|---------|--------|---------|--------|
| | | | Upp | Mid | Low | Whole | Subpleural | Central | Patchy | Diffuse | Random |
| GGO (<i>n</i> =9) | 9 | 0 | 1 | 0 | 6 | 2 | 4 | 0 | 2 | 3 | 0 |
| Consolidation (<i>n</i> =9) | 5 | 4 | 1 | 0 | 8 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Irregular line (<i>n</i> =9) | 4 | 5 | 2 | 1 | 6 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Nodule (<i>n</i> =2) | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Note; B: bilateral, U: unilateral, Upp: upper lung zone, Mid: middle lung zone, Low: lower lung zone, Whole: whole lung zone, GGO: ground glass opacity

로 결절은 두 명(13%)의 환자에서 관찰되었으며, 모두 폐 상부에서 보였다. 기관지 확장증은 2명, 기흉은 1명, 흉수는 6명의 환자에서 관찰되었다.

음독량에 따른 초기 CT에서의 폐병변의 양상과 분포

간접적 방법으로 노출된 경우와, 다량을 음독한 경우를 제외한 모든 범위의 음독량에서 간유리 음영, 기강경화, 불규칙한 선상 음영은 동일한 빈도로 관찰되었다(Table 2). 간접적 방법으로 노출된 경우에는 모든 환자에서 불규칙한 선상 음영이 주된 소견이었고(Fig. 1), 다량을 음독한 경우에는 모든 환자에서 간유리 음영이 관찰되었으며 기강경화가 동반되기도 하였다(Fig. 3, 4). 간유리 음영은 간접적인 방법으로 노출된 경우에는 관찰되지 않았고, 불규칙한 선상 음영은 다량을 음독한 경우에는 관찰되지 않았다.

음독량이 적은 경우에는 한쪽 폐에서만 이상 소견이 관찰되는 경우도 있었으나, 음독량이 많을수록 양측 폐에서 이상 소견이 관찰되었다(Table 3). 폐병변은 음독량에 관계없이 폐 하부에서 우세하게 관찰되었으며, 간접적 노출의 경우를 제외

하고는 흉막하 분포와 미만성 분포가 우세하게 관찰되었다(Table 3) (Fig. 2-4). 불규칙 선상 음영을 보이는 간접적 노출의 경우에는 무작위 분포가 가장 많이 관찰되었다(Fig. 1).

세 명의 사망 환자들은 각각 한 모금을 먹고 뱉은 경우, 60 cc를 음독한 경우, 100 cc를 음독한 경우였고, 모두 양측성 간유리 음영이 기강경화와 혼재되어 관찰되었다(Figs. 3, 4).

그 밖의 영상 소견으로 기관지 확장증($n=2$)은 각각 간접적 노출과 최소량을 음독한 경우에 보였고, 흉수($n=6$)는 최소량($n=1$), 소량($n=1$), 중등도($n=1$), 다량($n=3$)을 음독한 경우에 보였고, 기흉($n=1$)은 다량을 음독한 경우에 관찰되었다.

음독량에 따른 초기 CT에서의 폐 병변의 범위

간접적 방법으로 노출이 있었던 경우는 평균 1.33개의 폐엽에 이상 소견이 있었고, 최소량에서는 평균 3.33개, 소량의 음독량에서는 평균 2.75개, 중등도의 음독량에서는 평균 4개, 다량의 음독량의 경우에는 평균 5.33개의 폐엽에 이상소견을 보여 음독량이 많을수록 평균 침범 폐엽의 수가 증가하는 양상임을 알 수 있었다(Table 4). 세 명의 사망 환자들은 음독량에

Table 3. Distribution of Pulmonary Abnormalities on the Initial HRCT Scans in Relation to the Amount of Ingested Paraquat

| Ingestion Amount(cc) | B | U | Longitudinal Distribution | | | | Axial Distribution | | | | | |
|----------------------|---|---|---------------------------|-----|-----|-------|--------------------|---------|--------|---------|--------|--|
| | | | Upp | Mid | Low | Whole | Subpleural | Central | Patchy | Diffuse | Random | |
| Indirect ($n=3$) | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| Min ($n=3$) | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| Small ($n=4$) | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| Medium ($n=2$) | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| Large ($n=3$) | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | |

Note; B: bilateral, U: unilateral, Upp: upper lung zone, Mid: middle lung zone, Low: lower lung zone, Whole: whole lung zone, Indirect: indirect exposure, Min: ingestion of minimum amount by spitting out or spitting up the paraquat, Small: ≤ 30 cc, Medium: 31-60 cc, Large: 61-100 cc



Fig. 2. 40-year-old man who spat out immediately after swallowing 30 cc of paraquat. HRCT scan obtained 7 days after accident shows multifocal bilateral consolidations and irregular lines with subpleural predominancy. Mild bronchiectatic changes are noted within consolidations.



Fig. 3. 44-year-old woman who ingested 60 cc of paraquat. HRCT scan obtained 6 days after ingestion shows bilateral ground-glass attenuations with subpleural and lower lung zone predominancy. Focal patchy consolidations are combined in left lower lobe, and small amount of bilateral pleural effusion is noted. She died on day 10 after admission due to cardiorespiratory failure.

상관없이 6개의 폐엽 모두를 침범하였다.

추적 CT에서의 폐 병변의 변화 양상

추적 CT를 시행한 6명의 환자 중에서 3명은 이전에 관찰되던 간유리 음영이나 기강경화의 범위가 감소하였다(Table 5) (Fig. 5). 그 3명 중 한 명에서는 초기 CT에서 보이던 간유리 음영은 기강경화로 변화하고 기강경화는 그 음영이 좀 더 증가하였으며, 2명의 환자에서는 건인성 기관지 확장증이 생겼다. 6명의 환자 중 초기 CT에서 불규칙한 선상 음영이 주 소견이던 2명의 환자에서는 추적 검사에서 선상 음영이 완전히 소실되는 소견을 보였다. 6명의 환자 중 나머지 한 명의 환자에서는 간유리 음영과 기강경화가 이전에 관찰되지 않던 부위에서 새로 관찰되어 진행되는 양상을 보였다.



Fig. 4. 55-year-old woman who ingested 100 cc of paraquat. HRCT scan obtained 5 days after ingestion shows diffuse ground-glass attenuations in both lungs. Multifocal small nodular consolidations are combined. Small amount of bilateral pleural effusion is noted. She died on day 14 after admission due to hypovolemic shock.

고 찰

파라콰트 중독은 단일 원인으로는 사망률이 최고인 질환으로, 적절한 치료 방법이 없어 문제가 된다. 파라콰트 중독은 다발성 장기 손상을 일으켜 사망을 초래할 수 있는데, 과량에 노출된 경우 초기에는 다발성 장기 손상과 관련된 심혈관 허탈 (vascular collapse, circulatory failure)로 인하여 사망하는 반면, 1-2주 이상 경과 후에는 주로 폐 손상에 의한 저산소증으로 사망하게 된다(8, 9).

파라콰트에 의한 장기 손상은 활성 산소의 생성에 기인한다. 활성 산소는 파라콰트의 산화(oxidation)와 환원(cyclic reduction)에 의해 생성되고, 생성된 활성 산소들은 직접 세포막을 파괴하거나 세포막의 지질에 작용하여 세포 기능을 저

Table 4. Extent and Mean Involved Lobe Number on the Initial HRCT Scans in Relation to the Amount of Ingested Paraquat

| Involved Lobe Number | Ingestion Amount (cc) | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------|-------------|--------------|-------------|
| | Indirect (n=3) | Min (n=3) | Small (n=4) | Medium (n=2) | Large (n=3) |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 |
| Total | 4 | 13 | 11 | 8 | 16 |
| N | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| Mean (Total / N) | 1.33 | 3.33 | 2.75 | 4 | 5.33 |

Note; Indirect: indirect exposure, Min: ingestion of minimum amount by spitting out or spitting up the paraquat, Small: <= 30 cc, Medium: 31-60 cc, Large: 61-100 cc, Total: the total number of involved lobes, N: the number of patients, Mean: the mean number of involved lobes



Fig. 5. 19-year-old man who ingested 100 cc of paraquat. (A) Initial HRCT scan obtained 33 days after paraquat poisoning shows multifocal consolidations with subpleural distribution. Small amount of bilateral pleural effusion is noted. (B) Follow-up HRCT obtained 20 days after at the same level shows decreased extent and opacity of consolidations, and decreased amount of pleural effusion. Traction bronchiectasis is present, suggesting progression of fibrotic process.

Table 5. Pattern Change of Pulmonary Abnormalities in Paraquat Poisoning on the Follow-up HRCT Scans

| Case | Ingestion Amount | Dates after Accident | Dates after Initial CT | Pattern Change on Follow-up CT | Summary of Pattern Change |
|------|-------------------|----------------------|------------------------|---|---------------------------|
| 1 | Indirect exposure | 12 | 6 | Newly developed nodules Increased extent of GGOs and consolidations | Progression |
| 2 | Indirect exposure | 8 | 5 | Complete resolution of prior irregular lines | Resolution |
| 3 | 30 cc | 14 | 8 | Complete resolution of prior irregular lines | Resolution |
| 4 | Min | 13 | 6 | Decreased extent of GGOs and consolidations GGOs changes into consolidation More compact consolidation | Fibrotic change |
| 5 | 30 cc | 13 | 11 | Decreased extent of GGOs and consolidations Increased irregular lines Newly developed traction bronchiectasis | Fibrotic change |
| 6 | 100 cc | 53 | 20 | Decreased extent of GGOs and consolidations Newly developed traction bronchiectasis | Fibrotic change |

Note; GGOs: ground glass opacities, Min: ingestion of minimum amount by spitting out or spitting up the paraquat

하시키고 세포 손상을 초래한다. 따라서 산소의 분압이 높고 활성 산소 제거 효소가 적은 폐의 폐포 섬유는 다른 기관에 비해 심한 손상을 받아 비가역적인 광범위한 폐 섬유화 병변을 형성하게 되고 폐 손상이 사망의 주요 원인이 된다(10, 11). 파라콰트에 의한 폐 손상은 초기에는 폐포 내 혹은 간질의 부종과 출혈, 폐포 내 단핵구 축적, 섬유화, 폐포 상피 세포의 증식 등이 주요한 소견이며, 시간이 경과함에 따라 점차 섬유화가 진행되는 소견을 보인다(3, 4).

파라콰트에 의한 인체 독성 정도는 파라콰트의 흡수 또는 체 외로의 배출에 영향을 미치는 인자 및 개개의 감수성에도 영향을 받지만, 주로 노출된 파라콰트의 양에 좌우된다는 것은 잘 알려진 사실이다. Vale 등(8)은 중독량에 따라 세 개 군으로 구분하였는데, 경도(mild) 중독(< 20 mg of paraquat ion/kg body weight)의 경우는 대부분 무증상이고 완전히 회복되며, 중등도에서 중증(moderate to severe) 중독(20-40 mg of paraquat ion/kg body weight)의 경우에는 모든 환자에서 폐 섬유화가 발생하며 대부분이 2-3주에 사망하고, 그 이상의 과량에 의한 급성 전격성(acute fulminant) 중독의 경우에는 100%의 환자가 1주 이내에 사망하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 Vale 등(8)의 보고에 비해 다량을 음독한 경우에도 생존한 예가 있었는데, 이는 파라콰트 중독으로 내원한 모든 환자가 CT 검사를 시행하지는 않는다는 것이 이유라고 생각된다. 특히 중환자는 CT를 시행하지 못하는 경우가 많은데, 본 연구에서는 CT를 시행한 경우만 포함했으므로 다른 임상연구들에 비해 생존한 예가 많은 것으로 생각된다.

파라콰트 중독에서의 폐병변의 영상의학적 소견에 대해서는 이미 여러 논문에서 기술되었다. 그러나 음독량과 영상 소견의 관계에 대해서는 보고된 연구가 없었다. Im 등(5)은 42예의 파라콰트 중독 환자에서의 영상 소견을 단순흡부촬영을 중심으로 기술하였는데, 미만성 기강 경화, 미만성 낭성과 선상 음영, 벌집 모양 음영을 동반한 국소적 간질성 음영의 세 가지 양상을 보인다고 하였고, 이러한 소견들은 파라콰트 섭취 후 시

간이 경과함에 따라 순차적으로 관찰된다고 보고하였다. 미만성 기강경화는 첫 1주 내에, 낭성 및 선상 음영은 1-2주 내에 보이고, 1달 이상이 경과하면 벌집 모양 음영이 나타난다고 하였다. Lee 등(6)은 23예의 파라콰트 중독의 HRCT 소견에 대해 기술하였는데, 파라콰트 중독의 가장 흔한 HRCT 소견은 양측성, 미만성의 간유리 음영(85%)이고, 그다음으로 기강경화(38%)와 선상 음영(19%)이 관찰되었다고 보고하였다. 간유리 음영은 시간이 경과함에 따라 기관지 확장증과 불규칙 선상 음영을 동반한 기강경화로 바뀌게 된다고 하였고, 초기 소견이 기강경화된 경우에는 기강경화의 음영이 좀 더 증가하면서 기관지 확장증과 선상 음영이 나타난다고 기술하였다. 그러나 벌집 모양 음영이 CT 상에서 관찰되는 경우는 없었으며, CT 상에서 보이는 선상 음영과 기관지 확장증 등이 단순 흉부 촬영상에서는 벌집 모양으로 관찰될 수 있었을 것으로 설명하였다. Lee 등(6)은 파라콰트 중독에 의해 광범위한 간유리 음영을 보였던 2명의 환자에서 시행한 조직검사 소견에 대해서 언급하였는데 아교질 증식을 포함한 폐포벽 비후, 폐포벽 내의 단핵구 침윤과, 폐포허탈이 관찰된다고 기술하였다. 그리고 시간이 경과하면서 보이는 기강경화에 대해서는 폐포 내 섬유화의 가능성이 크다고 설명하였다. 그러나 파라콰트 중독에서 보이는 다양한 폐병변의 영상의학적 소견과 병리 소견의 관계를 조직검사를 통해 직접 설명한 논문은 없었다.

본 연구에서는 파라콰트 음독 후 초기 CT에서, 간유리 음영(60%)과 기강경화(60%), 불규칙한 선상 음영(60%)이 동일한 빈도로 관찰되었다. 세 가지 소견 모두에서 흉막 하 분포가 우세하게 관찰되었는데, 이는 흉막 하가 중심부보다 혈류속도가 느리고, 혈관과 폐가 닿는 전체 면적이 넓어서 파라콰트에 더 많이 노출되기 때문으로 생각된다. 추적 CT에서 간유리 음영이나 기강경화는 Im 등(5)과 Lee 등(6)의 연구와 유사한 시간대별 변화를 보였으며, 불규칙한 선상 음영을 보였던 2예의 경우에는 비교적 짧은 시간(음독일로부터 14일) 안에 완전히 소실되었다.

폐병변의 양상은 모든 음독량의 범위에서 특징적인 소견을 보이는 것은 아니었지만, 불규칙한 선상 음영은 소량의 파라콰트에 노출된 경우, 간유리 음영은 대량으로 음독한 경우에 주 소견으로 관찰되어, 음독량이 폐병변의 양상에도 영향을 미치는 것으로 생각되었다. 본 연구에서 불규칙한 선상 음영이 초기 CT에서 다른 연구에 비해 많은 수를 보인 것도 간접적 노출($n=3$)을 포함하여 최소량($n=3$)이나 소량을 음독한 경우($n=3$) 등 적은 양의 파라콰트에 노출된 환자들이 다수 포함되었기 때문으로 생각된다.

음독량에 따른 폐침범의 범위를 비교해보면 음독량이 많을수록 침범된 평균 폐엽의 수가 증가하는 양상을 보여, 음독량과 폐 침범의 범위는 관계가 있다고 생각되었다. 다만, 최소량을 음독한 경우가 소량을 음독한 경우보다 많은 평균 침범 폐엽의 수를 보였는데, 이는 음독 후 토하거나 뱉은 경우를 최소량으로 분류하였지만, 실제 음독 후 토하거나 뱉기까지의 시간과 토하거나 뱉은 양에 따라 체내 흡수량은 다양할 것으로 생각되고, 때로는 예상보다 더 많은 양이 체내로 흡수되었을 가능성이 있을 것으로 생각된다. 특이한 점은 간접적인 방법으로 파라콰트에 노출된 경우라도 폐 이상 소견이 관찰되었다는 점인데, 손상되지 않은 피부를 통해서도 파라콰트의 흡수가 임상적인 의의가 없는 미미한 정도이지만, 피부에 손상이 있는 경우에는 피부를 통한 파라콰트의 흡수가 증가한다고 알려져 있고, 간접적 노출의 경우에도 심각한 전신증상을 일으키고, 미만성 폐 침윤과 호흡 부전에 따른 사망의 예가 보고되고 있다(12-14). 본 연구에서는 눈과 피부를 통해 간접적으로 파라콰트에 노출되었던 세 명의 환자에서 모두 한두 개의 폐엽을 침범하는 선상음영이 주된 영상 소견이었다. 그러나 한 명의 환자에서는 기강경화도 동반되어 있었고, 이 환자에서는 추적 CT에서 간유리 음영과 기강경화의 범위가 증가하는 소견을 보여, 간접적 노출의 경우에도 파라콰트의 체내 흡수량은 많을 수 있고 이에 따른 폐병변의 범위도 넓어질 수 있음을 알 수 있었다.

사망한 세 환자의 경우에는 모두 기강경화와 혼재되어 나타나는 전체 폐엽을 침범한 간유리 음영이 주된 소견이어서, 미만성 간유리 음영을 보이는 경우에 예후가 나쁠 가능성이 크다는 것을 알 수 있었다. 세 명의 환자 중 두 명의 경우는 음독량이 비교적 많았으나, 한 명은 한 모금을 음독하고 나서 뱉은 환자로, 음독량뿐 아니라 음독 후 치료 시작까지의 시간과, 파라콰트의 흡수율과 청소율, 그리고 그에 따른 파라콰트의 혈중 농도, 개인의 감수성 등이 환자 예후는 물론 폐 침범 정도에 영향을 미치는 인자임을 알 수 있었다(15).

본 연구는 첫째로 포함된 증례의 수가 많지 않아 통계적으로 분석할 수 없었다는 제한점이 있고, 둘째로 폐 침범 범위를 정량적으로 계산하지 않고 평균 침범 폐엽의 수로 계산했다는 문제점이 있다. 셋째로 환자의 병력만을 가지고 음독량을 측정하는 것도 본 논문이 가지는 제한점이라 생각되는데, 환자의 주관적인 판단이 개입될 수 있었을 것으로 생각되고, 특히 음독 후 뱉거나 토한 경우에는 정확한 음독량을 알기가 어려웠다고 생각된다. 환자의 예후와 직접적인 연관이 있다고 알려진 혈중 파라콰트 양을 측정하여 폐병변의 양상과 범위를 분석한다면, 파

라콰트와 폐침범 양상과 범위의 상관관계를 좀 더 정확히 알 수 있으리라 생각된다(15, 16). 마지막으로 조직검사를 시행하지 않아 폐병변과 병리 소견과의 상관관계를 규명하지 못했다는 것도 본 논문이 가지는 제한점이라 생각한다.

결론적으로, 파라콰트 중독의 HRCT 소견은 음독량이 많을 때는 간유리 음영이 주 소견으로 관찰되고, 음독량이 적을 때는 선상 음영을 보이는 빈도가 높으며, 음독량이 많을수록 폐 침범 범위가 커졌기 때문에, 음독량은 폐병변의 양상, 범위와 관계가 있는 것으로 생각되었다. 그러나 음독량 외 다른 요인들도 파라콰트에 의한 폐손상의 정도와 환자의 예후에 영향을 미치는 것으로 생각되었고 간접적 방법으로 파라콰트에 노출된 경우라도 폐 손상을 일으킬 수 있으므로 파라콰트 중독 환자는 충분한 임상적 관찰이 필요하다는 것을 알아야겠다.

참 고 문 헌

- Hwang KY, Lee EY, Hong SY. Paraquat intoxication in Korea. *Arch Environ Health* 2002;57:162-166
- 제조제 중독의 임상. In 홍세용. *농약중독 치료 지침서*. 서울: 고려의학, 1998:106-112
- Robello G, Mason JK. Pulmonary histological appearances in fatal paraquat poisoning. *Histopathology* 1978;2:53-66
- Smith P, Heath D, Kay JM. The pathogenesis and structure of paraquat-induced fibrosis in rats. *J Pathol* 1974;114:57-67
- Im JG, Lee KS, Han MC, Kim SJ, Kim IO. Paraquat poisoning: findings on chest radiography and CT in 42 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1991;157:697-701
- Lee SH, Lee KS, Ahn JM, Kim SH, Hong SY. Paraquat poisoning of the lung: thin-section CT findings. *Radiology* 1995;195:271-274
- Bismuth C, Garnier R, Dally S, Fournier PE, Scherrmann JM. Prognosis and treatment of paraquat poisoning: a review of 28 cases. *J Toxicol Clin Toxicol* 1982;19:461-474
- Vale JA, Meredith TJ, Buckley BM. Paraquat poisoning: clinical features and immediate general management. *Hum Toxicol* 1987;6:41-47
- Smith LL. The toxicity of paraquat. *Adverse Drug React Acute Poisoning Rev* 1988;7:1-17
- Kellogg EW 3rd, Fridovich I. Superoxide, hydrogen peroxide, and singlet oxygen in lipid peroxidation by a xanthin oxidase system. *J Biol Chem* 1975;250:8812-8817
- Rose MS, Lock EA, Smith LL, Wyatt I. Paraquat accumulation: tissue and species specificity. *Biochem Pharmacol* 1976;25:419-423
- Smith JG. Paraquat poisoning by skin absorption: a review. *Hum Toxicol* 1988;7:15-19
- Soloukides A, Moutzouris DA, Kassimatis T, Metaxatos G, Hadjiconstantinou V. A fatal case of paraquat poisoning following minimal dermal exposure. *Ren Fail* 2007;29:375-377
- Lin NC, Lin JL, Lin-Tan DT, Yu CC. Combined initial cyclophosphamide with repeated methylprednisolone pulse therapy for severe paraquat poisoning from dermal exposure. *J Toxicol Clin Toxicol* 2003;41:877-881
- Lee EY, Hwang KY, Yang JO, Hong SY. Predictors of survival after acute paraquat poisoning. *Toxicol Ind Health* 2002;18:201-206
- Hong SY, Yang DH, Sabapathy NN. Significance of plasma paraquat concentration in paraquat poisoning. *Korean J Med* 1995;48:480-485

Paraquat Poisoning of the Lung: HRCT Findings According to the Amount of Ingestion¹

Hyo Lim Kim, M.D., Sun Wha Song, M.D., Mi Jung Park, M.D., Su Lim Lee, M.D.,
Myeong Im Ahn, M.D., Seog Hee Park, M.D.

¹Department of Radiology, College of Medicine, The Catholic University of Korea

Purpose: This study was designed to investigate the pattern, distribution and extent of pulmonary abnormalities in relation to the amount of ingested paraquat as determined with the use of high resolution computed tomography (HRCT).

Materials and Methods: The study included 15 patients exposed to paraquat based on a positive urine assay and the presence of pulmonary abnormalities as detected on HRCT scans. The pattern, distribution and extent of pulmonary abnormalities in relation to the amount of ingested paraquat was evaluated. Patients were classified into five groups based on the amount of paraquat that was ingested. The groups were designated as indirect exposure, minimum exposure (the patient spat out the agent after swallowing), low exposure (≤ 30 cc), medium exposure (31–60 cc) and high exposure (61–100 cc).

Results: Abnormal lung parenchymal patterns as depicted on HRCT images consisted of ground glass opacity ($n = 9$), consolidation ($n = 9$), irregular lines ($n = 9$) and the presence of nodules ($n = 2$). The most common distribution was in the lower and subpleural lung zone with no relation to the amount of ingestion. The most common patterns were the presence of irregular lines in the indirect exposure group and ground glass opacity in the high exposure group. The mean number of involved lobes increased in relation to the amount of ingestion.

Conclusion: For paraquat poisoning, the pattern and extent of pulmonary abnormalities were related to the amount of ingestion, but the distribution of pulmonary abnormalities was not related to the amount of ingestion.

Index words : Paraquat
Poisoning
Lung diseases
Tomography, X-ray computed

Address reprint requests to : Sun Wha Song, M.D., Department of Radiology, Uijeongbu St. Mary's Hospital, College of Medicine,
The Catholic University of Korea, 65-1 Gumo-dong, Uijeongbu-shi, Gyeonggi-do 480-130, South Korea.
Tel. 82-31-820-3138 Fax. 82-31-846-3080 E-mail: swsong7@catholic.ac.kr