

법의부검에서 중요한 사후컴퓨터단층촬영 소견

이수경¹ · 박종필² · 공호현¹
조성진¹ · 구형남¹ · 이 헌³
양경무² · 이봉우² · 정낙은¹
이한영² · 최영식⁴ · 서중석⁵

¹국립과학수사연구원
서울과학수사연구소 법의조사과

²국립과학수사연구원
중앙법의학센터

³순천향대학교 부천병원
영상의학과

⁴국립과학수사연구원
서울과학수사연구소

⁵국립과학수사연구원

접 수 : 2014년 7월 23일
수 정 : 2014년 8월 13일
게재승인 : 2014년 8월 25일

책임저자 : 양경무
(158-707) 서울시 양천구 지양로 139
국립과학수사연구원 서울과학수사연구소
전화 : +82-2-2600-4802
FAX : +82-2-2600-4828
E-mail : rudany@korea.kr

Remarkable Postmortem CT Findings in Forensic Autopsy

Sookyoung Lee¹, Jong Pil Park², Hohyeon Gong¹, Sungjin Cho¹,
Hyungnam Koo¹, Heon Lee³, Kyungmoo Yang², Bongwoo Lee², Nakeun Chung¹,
Hanyoung Lee², Youngshik Choi⁴, Joongseok Seo⁵

¹Department of Forensic Investigation, Seoul Institute, National Forensic Service, Seoul, Korea

²Medical Examiner's Office, National Forensic Service, Wonju, Korea

³Department of Radiology, Soonchunhyang University Hospital Bucheon, Bucheon, Korea

⁴Seoul Institute, National Forensic Service, Seoul, Korea

⁵National Forensic Service, Wonju, Korea

Despite being a very new field, forensic imaging is rapidly being used in forensic medical practices around the world. Computed tomography images are being produced and used for many reasons. Forensic imaging is being used for preliminary examination of serious findings before a routine autopsy, as it might help to give positive proof in some cases. Some major preliminary findings, such as brain hemorrhage, cardiac tamponade, or aortic dissection, can then be substantiated with the results of the physical autopsy. Forensic imaging techniques may also provide additive evidence about the cause of death such as pneumothorax, ileus, gas embolism, and aspiration that are difficult to detect with the traditional surgical autopsy techniques. Forensic imaging is also proving useful outside the autopsy room; forensic anthropologists and odontologists are using images to help them determine the age, sex, and even lifestyle of human specimens. Finally, forensic images have also begun to function as a form of record keeping in complex cases.

Key Words : Forensic radiology, Postmortem computed tomography, Preliminary examination, Additive evaluation

서 론

사후컴퓨터단층촬영(postmortem computed tomography, PMCT)은 1977년 Wuellenweber 등이 총기 사고와 관련하여 이용하면서 법의분야에 알려지게 되었으며,¹⁾ 그 후 지속적인 발전으로 최근에는 많은 나라에서 다양한 사례에 적용하고 있다. 또한, 법의 영상의 범위를 단순 X선 촬영까지 포함한다면

훨씬 더 많은 법의 실무에서 법의영상을 이용하고 있다고 할 수 있으며,²⁾ 실제로 19세기 말 X선이 발견된 후 얼마 지나지 않은 때부터 영상사진은 법정에서 증거물로 사용되기도 하였다.³⁾ 2000년대를 지나면서 스위스 베른대학교 법의학연구소의 Dirnhofer교수에 의해 ‘영상부검(Virtopsy)’이라는 말이 사용되었으며, 뒤를 이어 Thali교수가 이를 계속해서 진행하고 있는데, 이는 통상적으로 이해되는 ‘법의영상(forensic radiology)’과는 다른 개념으로, 비침습적인 영상으로 부검 소

견을 예상할 수 있고 나아가 추가적인 정보를 얻을 수 있다는 개념이다.⁴⁾

최근 들어 법의영상에 대한 연구는 꾸준히 증가하여 40개국 이상의 나라에서 진행되고 있고, 2000년에서 2011년 사이 법의영상에 대한 논문발표는 10배 이상 증가하였으며, 이 중 대부분은 손상과 질병의 확인과 신원확인에 대한 내용이었는데,⁵⁾ 컴퓨터단층촬영은 주로 외상의 확인에 이용되었다.

임상에서 환자 진료를 위해 사용하는 컴퓨터단층촬영과 사후컴퓨터단층촬영을 비교해보면, 단층촬영이라는 같은 원리의 방법을 사용한다는 공통점은 있으나, 결과를 해석하는 방법이나 진단의 종류 등에 있어서는 큰 차이가 있으며, 심지어 장비에 있어서도 시신촬영에 적합한 차별적인 기능들이 요구된다. 사후컴퓨터단층촬영은 기술적인 면에서는 촬영 도중 피사체의 움직임으로 인한 간섭현상이 나타나지 않으며, 방사선 선량과 조영제 사용의 제한이 적고, 용량이 큰 데이터를 다루는 것이 차별화되며, 관독적인 면에서는 사후 변화들에 대한 지식이 없으면 해석상의 중대한 오류가 발생할 수 있다.⁶⁾ 대표적인 예들로는 사후컴퓨터단층촬영에서 사망의 원인이 되는 손상에 의해서 또는 사후 부패가 진행됨에 따라서 혈관 내 공기가 다량 보일 수 있으며, 혈액 침강에 의한 변화, 즉 시반이 내부 장기 소견에 영향을 주고, 혈류 순환이 되지 않으므로 큰 혈관의 음영이 변화되며, 사망하는 과정에서 폐부종 등에 의하여 기도 내 흡인과 같은 양상이 보이는 점 등이 있다.

법의 실무에서 법의 영상의 주된 장점은, 부검 전 단계에서 변사자의 사인과 관련된 중요한 손상이나 병변을 확인할 수 있다는 점과 부검 결과를 보조할 수 있는 소견을 제시할 수 있다는 점이다. 인체 조직을 구성하는 골격 부위에서의 골절을 포

함한 손상 이외에도, 연부조직에서 기체성분과 액체성분의 확인에 유용하다. 대표적인 예로 골격계의 골절, 공기색전증(air embolism), 공기가슴증(기흉, pneumothorax), 공기배증(기복, pneumoperitoneum), 공기 심장막증(심낭기종, pneumopericardium), 혈액(blood) 성분, 물(water, fluid) 성분, 이물질(foreign material) 등이 있다. 이런 소견들이 자주 나타나기 때문에 법의 영상이 유용하게 사용될 수 있는 상황으로는 자창에서 사용된 예기의 일부 또는 예기 손상 자체, 둔기 손상, 총기 손상에서의 발사체, 폭발물의 파편, 이물질을 삼킨 경우, 교통사고 등이 있으며, 위의 소견들이 나타나는 경우 이외에도 신원 확인을 위한 경우, 의료 시술 중에 남겨진 기구들의 확인 및 부검으로 남기기 어려운 증거의 보존 등에 유용하게 사용될 수 있다.⁷⁾

저자들은 유용하다고 판단되는 사후컴퓨터단층촬영 결과를 법의 영상의 목적에 따라 분류하여 각각의 사례를 소개하고 의의를 해석하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 사후컴퓨터단층촬영의 장비

법의영상에서 사용하는 컴퓨터단층촬영 장비는 임상에서 사용하는 다중검출컴퓨터단층촬영장치(multidetector computed tomography, MDCT)와 같다고 할 수 있으나, 법의영상에서의 원활한 사용을 위해서 추가적인 사양이 필요하며, 대표적인 것이 보어(bore, X선이 방출되고 흡수되는 원형 통로 부분)의 크기와 테이블의 길이이다. 본 연구의 자료는 국립과학수사연구원 서울과학수사연구소에서 사용하고 있는 다중



Fig. 1. Three dimensional reconstructed image of the vehicle related victim. Multiple fracture lines are seen easily in the head and the upper thorax.

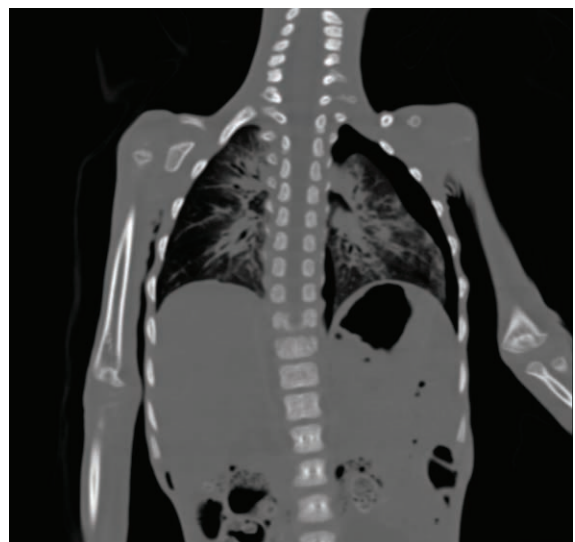


Fig. 2. The findings of pneumothorax are seen in the left chest cavity in the coronal view.

검출컴퓨터단층촬영장치(SOMATOM Definition AS+, Siemens Healthcare, Erlangen, Germany)를 이용하였으며, 성능 및 규격으로 gantry aperture 지름은 78 cm이고, field of view는 78 cm이며 Scan range는 200 cm이다. 촬영조건은 tube voltage 120 kV, pitch factor 0.35, slice thickness 0.75 mm, increment 0.7 mm, rotation time 0.3 sec이며, 촬영시간은 신장에 따라 약간의 차이가 있으나 일반적으로 60~70초였다.

2. 방사선 조사량

임상적인 컴퓨터단층촬영의 경우 환자에게 과도한 방사선 피폭은 피해야 하므로 전신 촬영의 경우 어려움이 있으나, 사후컴퓨터단층촬영의 경우 이런 문제가 발생하지 않으므로, 전신 촬영을 한 번에 실시할 수 있으며, 선량(effective mAs)은

전촬영(topogram, scout view)의 경우 35, 실제 촬영에서는 210으로 설정하였다.

3. 분류방법

본 연구에서는 국립과학수사연구원 서울과학수사연구소에서 2013년 8월부터 2014년 4월까지 촬영한 약 500건의 사진을 이용하여 그 의미를 분석하였다. 저자들은 법의영상의 목적에 따라 다음과 같이 분류하였다. 부검 전 단계에서의 심각한 소견 확인(preliminary examination of serious findings), 부검 결과의 해석을 돕는 소견의 확인(additive evaluation of autopsy results), 법치의학(forensic odontology) 및 법의 인류학(forensic anthropology)에 대한 정보 제공, 기타 유용한 사례들로 분류하여 분석하였으며, 이들 중에는 두 가지 이상의

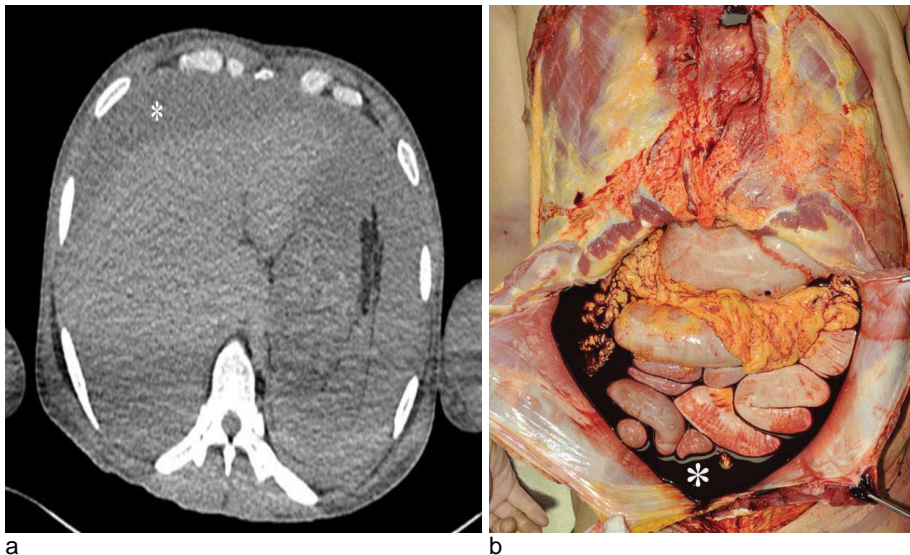


Fig. 3. Peritoneal cavity is filled with massive hemorrhage (asterisk) which is seen low density in CT film (a) and grossly during autopsy (b).

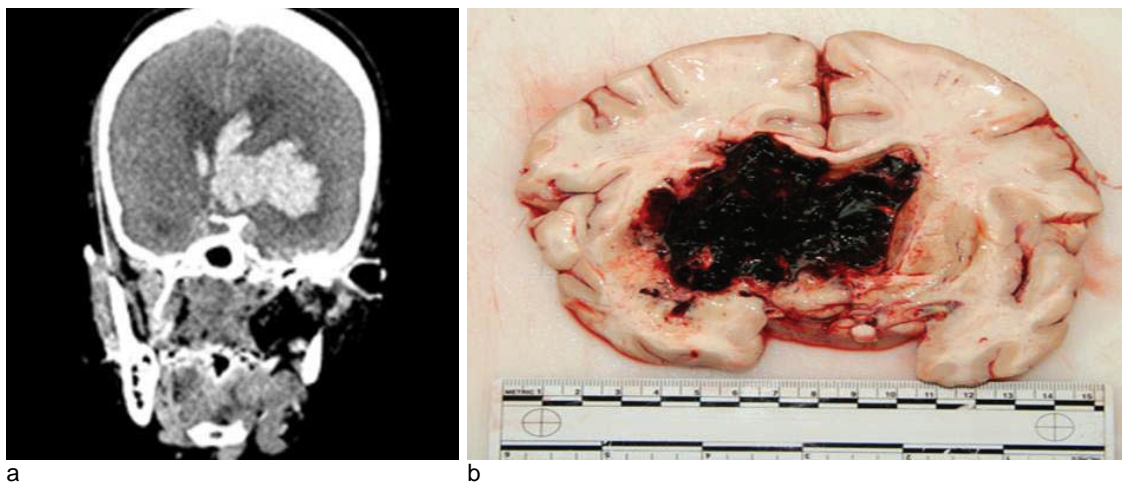


Fig. 4. Intracerebral and intraventricular hemorrhage is seen brightly in the left side of the brain. It is seen brightly in CT film (a) and confirmed in the cut surface of the brain during the autopsy (b).

유용성이 중복 되는 경우도 확인할 수 있었다.

결 과

1. 부검 전 단계에서의 중요 소견 확인 (preliminary examination of serious findings)

가. 골격계의 골절

교통사고, 추락 등 강한 외력이 인체에 작용한 결과 나타나는 골격계의 골절은 영상의학적 검사에서 비교적 쉽게 확인될 수 있으며, 이미 많은 사례에서 보고되고 있다(Fig. 1).

나. 공기가슴증(기흉, pneumothorax)

공기가슴증은 자발적으로 생긴 경우와 심폐소생술 및 외상

으로 인하여 생긴 경우 모두 영상의학적 검사에서 비교적 쉽게 확인될 수 있다(Fig. 2).

다. 복강 내 출혈 사례

변사자는 40세 남자로 구치소에 입소 3일째 복통을 호소하다 사망하였으며, 특이한 과거 병력 및 외상에 대한 기록은 확인할 수 없었다. 사후컴퓨터단층촬영에서 복강 내 다량의 혈액을 확인할 수 있었으며(Fig. 3a), 부검에서 왼쪽 옆구리 부위에서 왼쪽 엉덩이 위쪽까지 이어지는 광범위한 피하출혈, 복부팽창, 복강 내 다량의 혈액, 내부 장기의 빈혈상 및 비장의 파열이 확인되었다(Fig. 3b).

라. 뇌실질내출혈 사례

변사자는 59세 여자로 주거지에서 술을 마신 후 사망한 상태

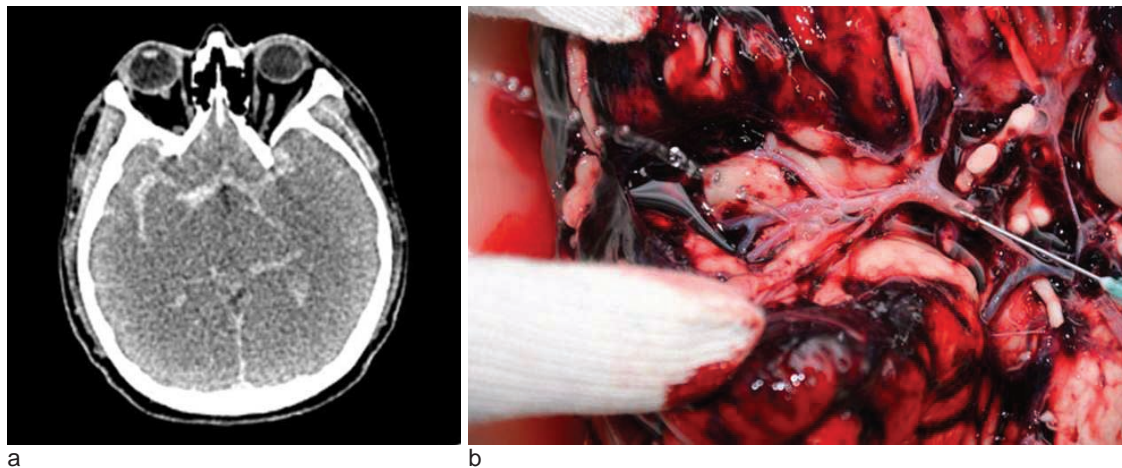


Fig. 5. Autopsy revealed a 0.8 cm sized aneurysm in the first branch of the right middle cerebral artery. The result of the aneurysmal rupture is the subarachnoid hemorrhage in the basal surface of the brain (a) and can be confirmed during the autopsy (b).

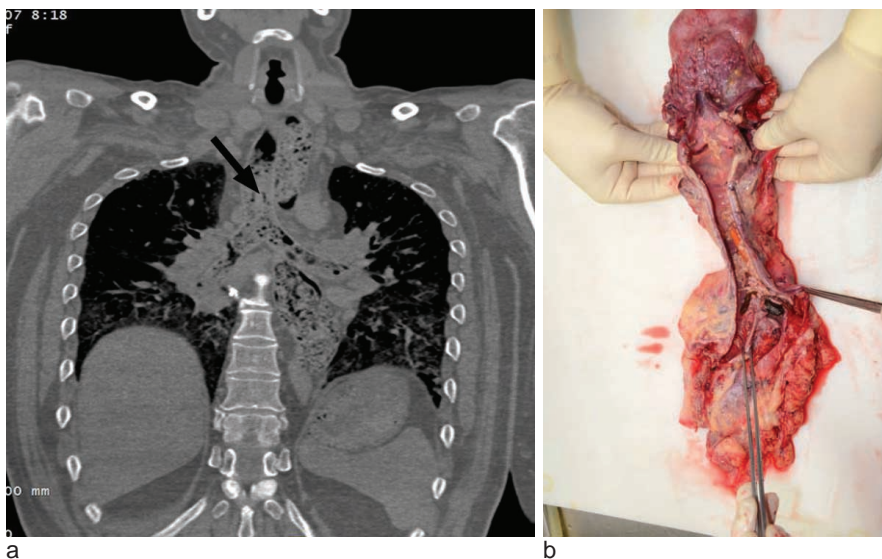


Fig. 6. The trachea and both bronchi are filled with aspirated material as well as the esophagus and the stomach (arrow). It can be seen better after changing the plane of the coronal view (a). Food material is confirmed during the autopsy (b).

로 발견되었으며, 특이한 과거 병력 및 외상 소견은 없었다. 사후컴퓨터단층촬영에서 뇌실질내출혈을 왼쪽 기저핵(basal ganglia)을 중심으로 확인할 수 있었으며(Fig. 4a), 부검에서도 같은 소견을 확인할 수 있었다(Fig. 4b).

마. 뇌동맥류 파열에 의한 거미막밑출혈 사례

변사자는 38세 남자로 주거지 화장실에 들어간 후 나오지 않아 확인해 보니 사망해 있었으며, 특이한 과거 병력 및 외상에 소견은 없었다. 사후컴퓨터단층촬영에서 뇌바닥면에 거미막밑출혈을 확인할 수 있었으며(Fig. 5a), 부검에서 오른쪽 중대뇌 동맥(middle cerebral artery)의 첫 번째 가지부위에 지름 약

0.8 cm의 동맥류가 있었고, 파열되어 있었다(Fig. 5b).

바. 음식물에 의한 기도폐색 사례 1

변사자는 56세 남자로 조현증으로 입원한 상태에서 음식을 먹던 중 구토와 호흡곤란 증상과 청색증을 보이면서 사망하였다. 사후컴퓨터단층촬영에서 기관과 양쪽 기관지 및 식도에 다량의 음식물이 있는 것을 볼 수 있으며(Fig. 6a), 부검에서도 같은 소견이 확인되었다(Fig. 6b).

사. 음식물에 의한 기도폐색 사례 2

변사자는 83세 여자로 주거지에서 술안주로 인절미를 먹고

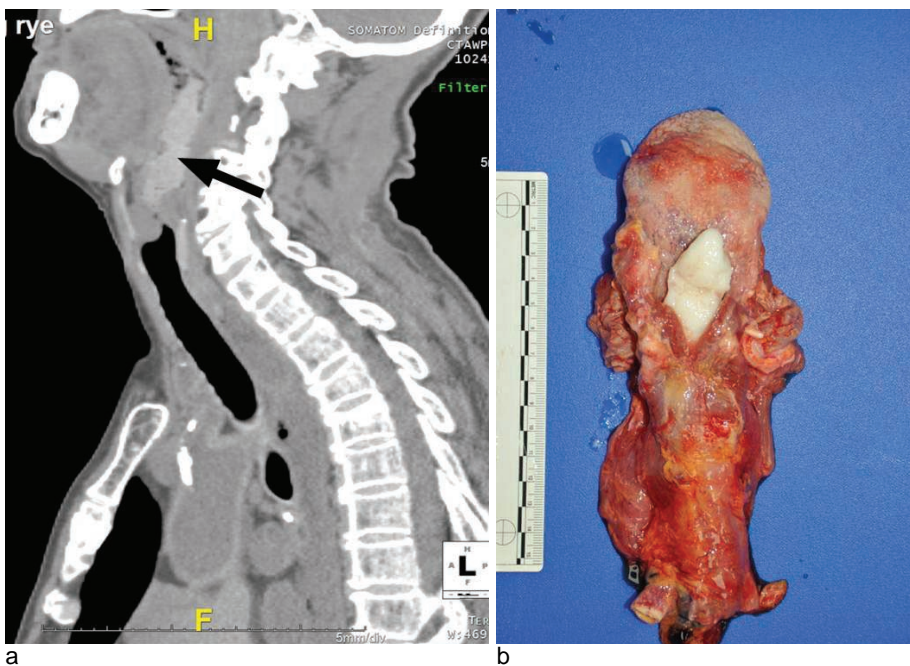


Fig. 7. The posterior pharynx and larynx are blocked by something (a) and the causative material is a piece of rice cake (b).

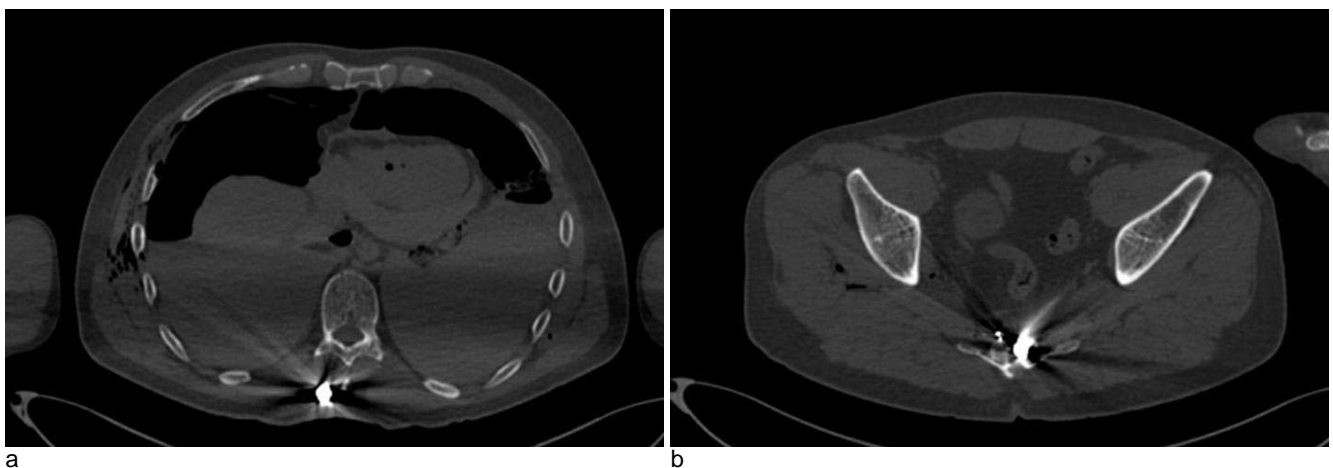


Fig. 8. Two projectiles can be seen definitely. The one is located just under the skin in the midline of the back (a) and the other is stopped in the sacrum (b).

기도가 막혀 사망하였다. 사후컴퓨터단층촬영에서 인후두부에 음식물이 막혀 있는 것을 볼 수 있으며(Fig. 7a), 부검에서도 같은 소견이 확인되었다(Fig. 7b).

아. 총기 손상에 의한 사망 사례

변사자는 47세 남자로 사냥 도중 일행의 산탄총에 맞아 사망한 자로, 부검 상 관통 총창 한 군데와 맹관 총창 두 군데가 확인되었다. 몸속에 남아 있는 산탄을 회수하기 위해 영상의학적 검사는 필수이며, 이 건의 경우도 사후컴퓨터단층촬영을 이용해서 남아 있는 2개의 산탄을 쉽게 회수할 수 있었다(Fig. 8). 특히 최근 영상의학의 기술적 발전으로 인하여, 컴퓨터단층촬영을 이용하면 축상면(axial view)과 시상면(sagittal view)을 이용한 3차원적인 위치를 알아낼 수 있을 뿐만 아니라, 시상면 또는 관상면(coronal view)의 이미지를 3차원적으로 회전시켜가면서 좀 더 정확한 위치를 확인할 수도 있다.

2. 부검 결과의 해석을 돕는 소견의 확인 (additive evaluation of autopsy results)

가. 흉부 자창 사례 1

변사자는 41세 여자로 피의자와 말다툼 중, 부엌칼로 가슴 부위를 찔려 사망하였다. 부검 상에서 자창은 내부로 진행하여 심장의 원심실을 관통하여 다량의 흉강혈과 심낭혈을 동반하고 있었다(Fig. 9a, f). 사후컴퓨터단층촬영에서 3차원적 이미지 재구성을 통하여 피부에서부터 심장까지 손상의 양상을 확인할 수 있고(Fig. 9b-d), 추가적으로 공기심장막증(심낭기종, pneumopericardium)의 형성과 대동맥을 지나 오른쪽 목동맥을 따라 두개골 내부로 이어지는 공기 색전의 양상을 확인할 수 있었다(Fig. 9e).

나. 흉부 자창 사례 2

변사자는 48세 여자로 피의자와 말다툼 중, 부엌칼과 가위로

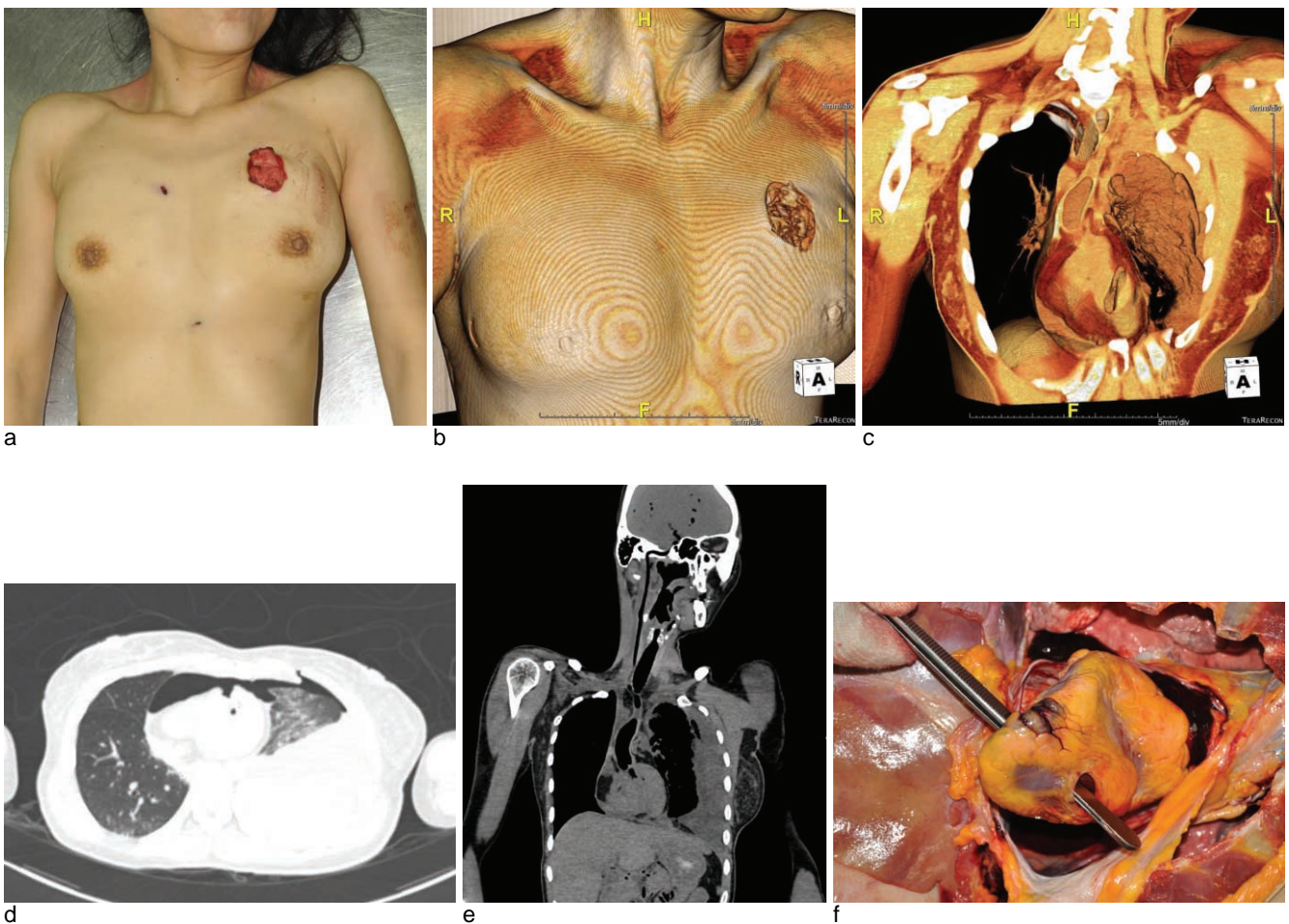


Fig. 9. A large and two small superficial sharp injuries are seen during the autopsy (a) and the skin surface (b) and the inside chest wall (c) of the wound can be reconstructed using the software. The axial view of the chest revealed the skin wound and the pneumopericardium (d) and the coronal view revealed large amount of air in the large vessels (e). The perforated stab wound of the heart is confirmed during the autopsy (f).

목 부위를 찢어 사망하였다. 부검 상에서 자창은 내부로 진행하여 오른쪽 바깥목동맥과 속목정맥을 찢고 다량의 출혈을 동반하고 있었다(Fig. 10a-c). 사후컴퓨터단층촬영에서 오른쪽 목의 손상부위부터 오른쪽 심실에 이르는 공기색전의 양상을 볼 수 있고, 이는 왼쪽 심장과 대동맥에서도 확인할 수 있다(Fig. 10d). 또한 축상면(axial view)의 평면을 조정하여 만든 긴축상면 중 4방영상면(four chamber view)과 짧은축상면(short axis view)에서도 확인할 수 있다(Fig. 10e, f).

3. 법치의학(forensic odontology) 및 법의 인류학(forensic anthropology)에 대한 정보 제공

가. 법의 인류학적 정보 획득의 사례

컴퓨터단층촬영장치를 이용하여 3차원적 이미지를 얻을 수 있으므로, 이를 이용하여 법의 인류학적 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 기존의 고전적인 방법으로 osteometric board를 이용하여 넙다리뼈의 길이를 측정하였다면, 컴퓨터단층촬영을 이용하면, 백골화가 아닌 연부조직이 남아 있는 경우에도 넙다리뼈의 길이를 측정할 수 있다(Fig. 11)

4. 기타 유용한 사례

가. 부검 전 위험물질을 미리 확인한 사례

변사자는 14세 여자로서 주거지에서 사망했으며, 특이한 과거 병력 및 외상에 소견은 없었다. 사후컴퓨터단층촬영에서 상복

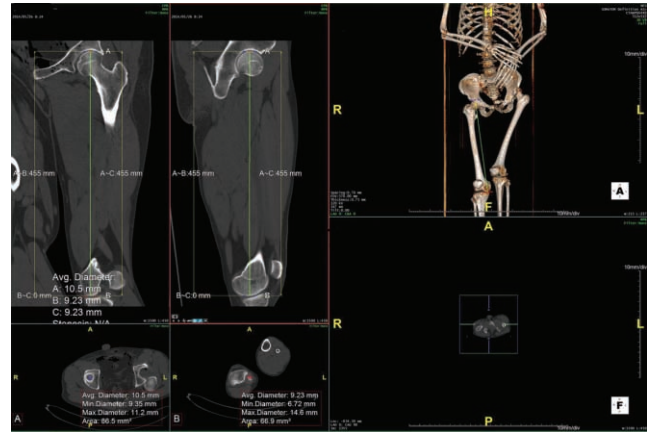


Fig. 11. The maximum femur length can be measured using the CT scan.

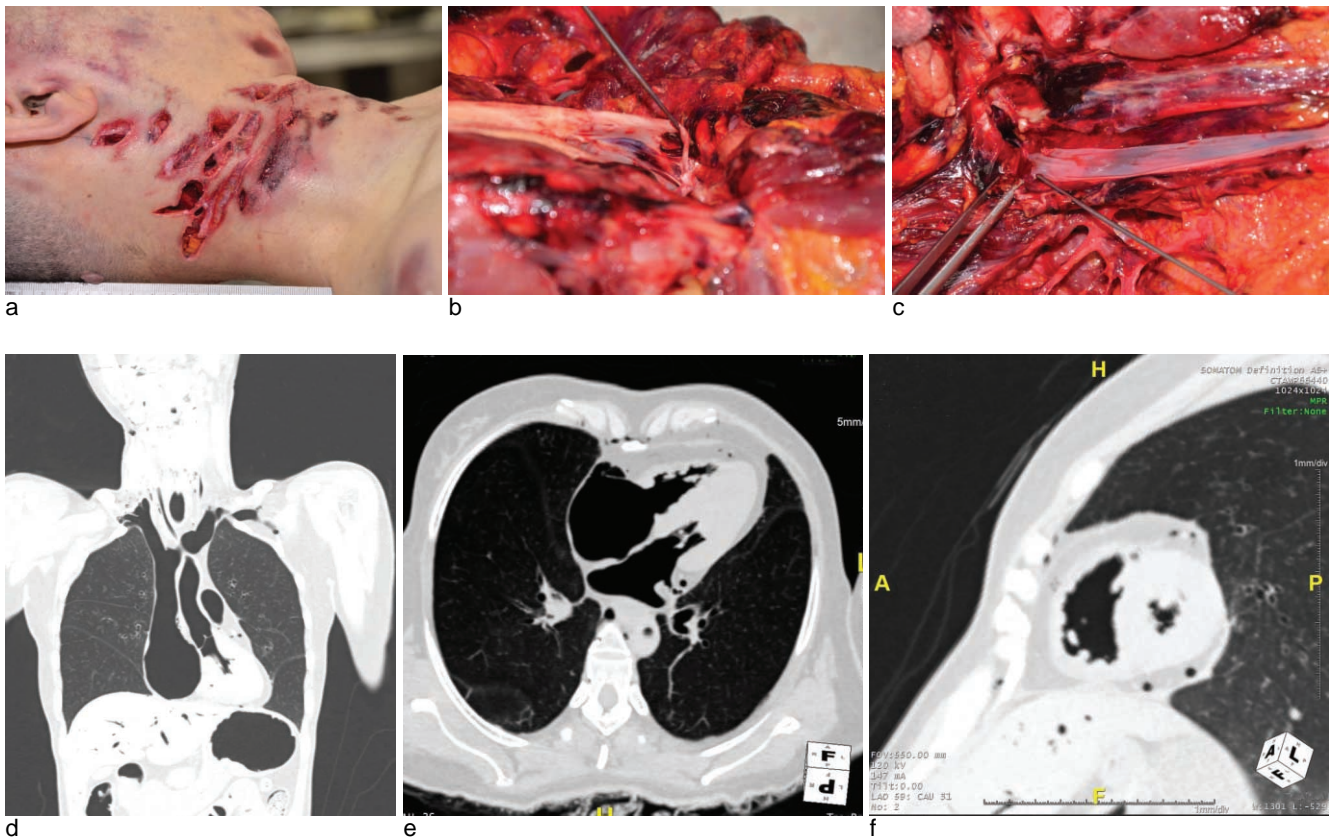


Fig. 10. External examination revealed multiple stab wounds in the right side of the neck (a). Internally, the external carotid artery (b) and internal jugular vein (c) are cut. Large amount of air is seen not only in the right heart and large veins but also in the left heart, aorta and large arteries without any evidence of shunt in the coronal (d), the four chamber view (e) and the short axis view (f).

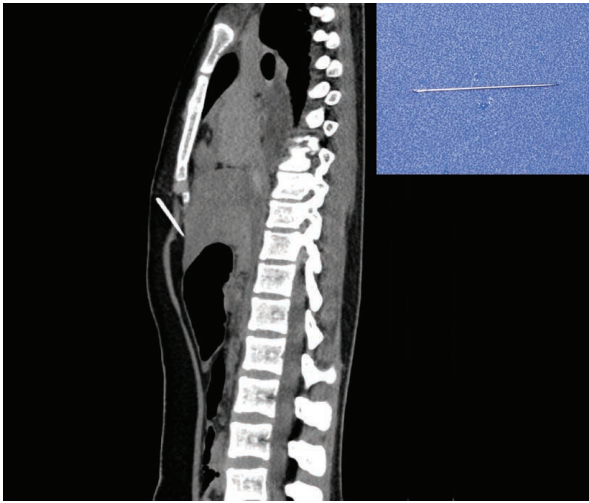


Fig. 12. The needle (inlet) can be detected in the midline of the chest before starting the autopsy.

부 중앙에 자해의 결과로 생각되는 바늘이 있는 것을 발견, 바늘이 쏘인 방향과 깊이에 대한 단서를 확보하였다. 이 바늘의 존재가 사인과 직접적인 연관성은 없는 것이었으나, 부검 전 바늘의 존재를 인지함으로써 부검 중 다치는 위험을 피할 수 있었다(Fig. 12).

나. 이물질의 위치 확인 사례

변사자는 80세 남자로 주거지에서 심혈관질환으로 사망했으나, 며칠 전 치과에서 임플란트 시술을 받았으며, 그 당시 치료에 사용하는 금속물질이 식도로 넘어갔던 사례로, 사망 전 병원에서 촬영한 영상에는 위장에 있다는 얘기를 들었다고 한다. 부검 전 시행한 사후컴퓨터단층촬영에서 확인한 결과 대장 부위에 있는 것을 확인하고 부검 중 쉽게 회수하여 확인할 수 있었다(Fig. 13).

고 찰

컴퓨터단층촬영장치의 지속적인 발전은 임상에서의 유용성을 증대시켰을 뿐만 아니라 법의 영상 분야에서도 적용 가능성을 계속해서 넓혀가고 있으며, 대표적으로 사용되는 장비들로 다중검출컴퓨터단층촬영장치(multidetector computed tomography, MDCT), 자기공명영상검사(magnetic resonance imaging, MRI), 혈관조영검사(angiography) 및 마이크로컴퓨터단층촬영(micro-computed tomography, micro-CT) 등이 있다. 컴퓨터단층촬영장치가 소개된 초기에는 축상면(axial view)의 영상만 얻을 수 있었으나, 지속적인 기술발전을 통하여 현재는 초창기 시절에는 얻을 수 없었던 3차원적인 이미지를 얻을 수 있으며, 이는 촬영 후 데이터를 재구성함으로써 가능해졌다. 현재는 컴퓨터단층촬영을 통하여

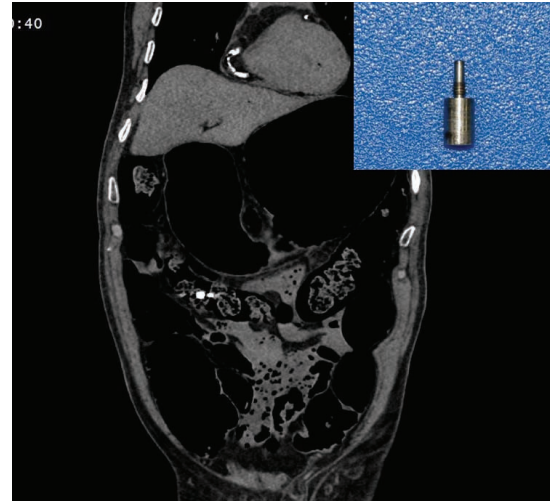


Fig. 13. The exact location of the foreign material (inlet) can be suspected using CT scan.

축상면(axial view), 시상면(sagittal view) 및 관상면(coronal view)의 영상도 확인할 수 있으며, 필요에 따라서 각각의 영상을 다양한 각도로 변화시켜 확인할 수도 있게 되었다.

일반적으로 사망 후에는 대동맥벽이 더욱 뚜렷하게 보이게 되는데, 그 이유는 대동맥벽의 수축, 내강의 압력 감소, 그리고 심폐소생술에 의한 수액 공급이나 대동맥의 혈액 부족으로 인한 내강의 밝기 감소에 의한 것으로 생각되고 있다.⁶⁾ 사망한 후에는 혈액의 침강에 의하여 혈액은 응고되고 중력을 받는 부위에서 더 밝게(hyperdense) 보이게 되므로, 누운 자세로 사망한 경우, 머리뼈 내의 시상정맥굴(sagittal sinus)의 뒤쪽 부위는 컴퓨터단층촬영에서 더 밝게 보이게 된다. 이 점을 제외하고는 머리뼈 내의 출혈은 생전과 사후에서 큰 차이가 없게 나타나게 되어, 출혈이 있을 때 주변 뇌 조직보다 밝게 보이며, 출혈의 응고 정도가 심해질수록 영상에서는 더욱 밝게 보이게 된다.⁸⁾

가장 흔히 알려진 법의 영상의 활용은 골격계의 골절 분야일 것이다. 교통사고, 추락 등 강한 외력에 의한 골격계의 골절은 영상의학적 검사에서 쉽게 확인될 수 있고, 부검 전 상태에 대한 기록으로도 사용할 수 있으며, 부검 소견을 해석하는 데 도움을 줄 뿐만 아니라 부검 시간을 단축해 주는 기능도 함께 가지고 있다.

공기가슴증은 발생원인을 기준으로 할 때 자발적으로 생긴 경우와 심폐소생술 및 외상으로 인하여 생긴 경우로 나눌 수 있다. 이들의 원인과 관계없이 공기가슴증의 소견은 영상의학적 검사에서 쉽게 확인될 수 있고, 부검 중에 확인을 못 하였을 경우에도 부검 전 상황을 확인시켜 주므로, 부검 소견의 해석에 큰 도움을 준다고 할 수 있다.

음식물에 의한 기도폐색의 경우에도 법의 영상은 도움을 줄 수 있다. 물론 부검 중에서도 기도폐색의 소견을 확인할 수 있

으나, 부검 중에 보는 소견은 시신을 절개하고 장기를 적출하는 과정에서 내용물의 위치 변화가 일어날 수 있으므로, 법의영상의 도움으로 부검 전 상태를 더 정확하게 확인할 수 있을 것이다.

총기 손상에서 컴퓨터단층촬영의 유용성은 골격을 통과함으로써 발생하는 모양을 확인하고 손상의 경로를 확인할 수 있다는 점이다. 발사체가 납작한 뼈를 통과할 경우, 통과되는 곳의 비스듬한 면(beveling)을 확인할 수 있고, 발사체가 지나가면서 연부조직에 남긴 손상의 양상과 발사체의 조각 및 뺏조각의 일부에 의해 손상경로를 확인할 수도 있다.⁹⁾ 또한, 발사체의 회수에도 도움을 줄 수 있는데, 기존에 사용하던 단층X선촬영에서는 정면 사진과 측면 사진을 동시에 촬영하여 3차원적인 위치를 알 수는 있으나, 찾고자 하는 물체가 작고 복부 등에 있는 경우 위치를 알았다 하더라도 부검 중 절개 후에는 위치가 바뀌는 등의 이유로 쉽게 찾을 수 없는 경우가 많다. 하지만 컴퓨터단층촬영을 이용하면 물체가 장기 속에 있는지 장간막에 있는지 등의 정확한 위치에 대한 추가적인 정보를 얻을 수 있으므로, 더욱 쉽게 물체를 찾을 수 있다.

자창 등의 예기 손상에서 컴퓨터단층촬영의 이용은 다중검출컴퓨터단층촬영장치의 개발로 더욱 유용하게 되었다고 할 수 있다. 본 연구에서 소개한 두 건의 사례에서처럼 자창으로 인한 손상을 피부에서부터 내부 장기에 이르기까지 확인할 수 있어서, 부검 전 단계에서 정보를 줄 뿐만 아니라, 부검 후 손상을 해석함에서도 도움을 줄 수 있다. 이 과정에서 3차원적인 재구성을 하여 원하는 각도로 영상을 관찰하여 손상의 이해를 도울 수 있으며, 또한 CT 번호(또는 Hounsfield unit)를 이용하여 색깔 계열을 다르게 지정할 수 있어서 이해하기 쉬운 컬러 영상을 만들 수도 있다. 사망과정에 대한 정보도 얻을 수 있었는데, 혈관이나 심장에 손상을 주는 자창에서 공기색전의 정도를 한눈에 쉽게 파악할 수 있었다. 일반적으로 자창의 사망 기전은 과다출혈, 감염, 손상된 장기의 기능 소실 등의 여러 가지가 관여할 수 있으며, 공기색전도 연관될 수 있을 것이다. 전통적인 부검 술기에서는 공기색전의 존재를 확인해 볼 수는 있으나, 그 분포와 양을 확인하기는 어려웠다. 최근에는 컴퓨터단층촬영을 이용하여 혈관 내 공기의 분포 및 양까지도 측정하고 있다.¹⁰⁻¹²⁾ 본 연구에서의 두 자창 사례 모두에서 동맥 내 공기색전이 보이고 있는데, 이는 모두 위험한 상황이라 할 수 있다.¹³⁾ 사례1의 경우는 심장의 원심실이 관통되었으므로 폐 또는 왼쪽 심실의 손상을 통해 공기가 들어간 것으로 추정되며, 사례2에서 오른쪽 목 부위의 정맥과 동맥이 모두 손상을 받았으나, 공기색전이 심장의 오른심실과 원심실 모두에 있다는 것은 쉽게 이해가 가지 않는 부분이며, 부검 상에서 확인되지 않은 단락(shunt)이 있었을 가능성이 있으나 정확한 이유는 알 수 없었다. 다만 사후의 영상을 해석할 때는 부패과정에 의해 발생하는 공기를 반드시 염두에 두어야만 한다.

법의 인류학적인 자료를 구하기 위해서 전통적인 방법은 백골화된 시신이 있어야 한다는 전제조건이 있다. 하지만 법의영상을 이용해서 인류학적인 자료를 얻는 데는 부패조차 되지 않은 시신에서 가능하다. 각각의 뼈의 손상뿐 아니라, 길이, 둘레, 부피, 각도 및 각종 해부학적인 측정이 영상을 통해 가능하게 되는 것이다. 또, 이러한 인류학적인 자료는 법의 실무에서 법치의학적인 소견과 함께 신원확인에도 사용될 수 있다.

이상에서 살펴본 사항들 외에도 여러 가지 유용한 점들이 있을 수 있다. 본 연구 사례에서 보듯이 부검 과정에서 부검의에게 위해를 가할 수 있는 상황들을 사전에 확인하여 피해를 최소화할 수 있고, 사인과의 관계는 없으나 여러 가지 외부 물질의 확인에도 유용한 점이 있으며, 또 하나의 증거물의 기록을 남긴다는 의미도 있을 수 있다. 위에서 살펴본 공기에 대한 증거들은 부검 중 확인할 수는 있으나, 부검 시술 과정에 의해 절개되고 나면 금방 사라져 다시 확인하기는 불가능하게 된다. 따라서 적절한 시간에 사진기록을 남기지 않았더라도 혹은 그러한 상황을 예측하지 못하고 이미 절개한 상황에서도 법의영상의 도움이 있으면 언제라도 다시 확인할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서 저자들은 국립과학수사연구원 서울과학수사연구소에 갖추어져 있는 다중검출컴퓨터단층촬영장치를 이용한 영상들이 법의 실무에서 어떻게 유용하게 사용될 수 있을지를 분석하여 그 사례들을 중심으로 토의하였다. 하지만 단순히 특정 질환이나 손상과 영상학적 소견만을 연결해 확인하기보다는, 법의영상의 목적을 기준으로 큰 분류로 나눈 후 특정 상태와의 연관성을 고려하였는데, 그 이유는 아직 우리나라에서는 널리 보급되지 않은 장비를 이용한 연구이므로, 개별적인 사례의 소견도 중요하지만, 더욱 큰 개념에서 법의영상의 목적에 부합하는 유용성을 제시함으로써, 우리나라 법의영상의 저변 확대에 기초 자료로서 기여할 수 있을 것으로 판단하였다.

위에서 언급한 사항들처럼 최근 들어 법의 영상 분야는 장비의 발전과 해석에 관한 연구를 통하여 많은 발전을 하고 있다. 그렇다고 해서 소수의 주장처럼 법의부검을 대신할 수 있는 것은 아니며, 부검업무에 도움을 주는 일환으로 발전함이 타당할 것으로 판단되고, 앞으로 계속 기술적인 부분과 영상의 해석이라는 분야에서 지속적인 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. Wüllenweber R, Schneider V, Grumme T. A computer-tomographical examination of cranial bullet wounds. *Z Rechtsmed* 1977;80:227-46.
2. O'Donnell C, Woodford N. Post-mortem radiology - a new subspecialty? *Clin Radiol* 2008;63:1189-94.
3. Brogdon BG. Forensic radiology in historical perspective. In: Thali MJ, Viner M, Brogdon BG, ed. *Brogdon's foren-*

- sic radiology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2010:3-7.
4. Thali MJ, Jackowski C, Oesterhelweg L, et al. Virtopsy ? the Swiss virtual autopsy approach. *Leg Med (Tokyo)* 2007;9:100-4.
5. Baglivo M, Winklhofer S, Hatch GM, et al. The rise of forensic and post-mortem radiology ? analysis of the literature between the year 2000 and 2011. *J Forensic Radiol Imaging* 2013;1:3-9.
6. Christe A, Flach P, Ross S, et al. Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs. *Leg Med (Tokyo)* 2010;12:215-22.
7. Flach PM, Gascho D, Schweitzer W, et al. Imaging in forensic radiology: an illustrated guide for postmortem computed tomography technique and protocols. *Forensic Sci Med Pathol* 2014;Epub ahead of print.
8. Jackowski C, Thali M, Aghayev E, et al. Postmortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI. *Int J Legal Med* 2006;120:233-40.
9. Andenmatten MA, Thali MJ, Kneubuehl BP, et al. Gunshot injuries detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study. *Leg Med (Tokyo)* 2008;10:287-92.
10. Kauczor HU, Riepert T, Wolcke B, et al. Fatal venous air embolism: proof and volumetry by helical CT. *Eur J Radiol* 1995;21:155-7.
11. Jackowski C, Thali M, Sonnenschein M, et al. Visualization and quantification of air embolism structure by processing postmortem MSCT data. *J Forensic Sci* 2004;49:1339-42.
12. Makino Y, Shimofusa R, Hayakawa M, et al. Massive gas embolism revealed by two consecutive postmortem computed-tomography examinations. *Forensic Sci Int* 2013;231:e4-10.
13. Estrera AS, Pass LJ, Platt MR. Systemic arterial air embolism in penetrating lung injury. *Ann Thorac Surg* 1990;50:257-61.