

## 問

次の文章は死亡時画像診断に関する記述です。文章をよく読み、問 I～問 V の各問に答えなさい。

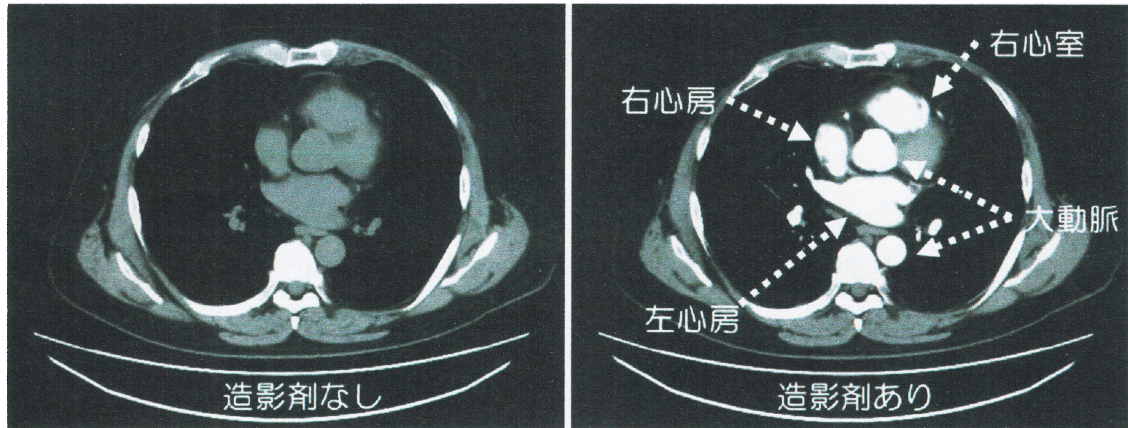
人には遅かれ早かれ「死」が必ず訪れる。しかし「死因不明」という言葉があるように、必ずしも死因が正しく判断されるとは限らない。例えば「死因は肺がんです」といわれた場合、その肺がんがどのように直接その人の死に結びついたのか、確実にわかっているだろうか？もしかしたら肺がんの闘病中に急性心筋梗塞になって、直接的な死因は肺がんではないのかもしれない…。死因が不明な場合、その死因を究明することは現代医学において様々な観点から重要な意味を持つ。例えば、治療が適切に行われた結果だったのか、効果が不十分だったのかの判定は今後の医療にも活かされる。また、死因によって遺族に支払われる保険金の額が異なることもあるし、実は医療ミスが原因だったかもしれない。もしかしたら事件が隠れているかもしれない。心情的にも死因が明確になることで、遺族の悲しみが和らぐこともあるかもしれない。

死因究明(医学的な原因検索)には古くから解剖が行われている。解剖にも種類があつて、病理解剖・司法解剖・行政解剖の 3 種類に大別される。病理解剖は主に院内で死亡または死亡判定された患者に対し実施され、入院加療されていた患者であれば、治療効果判定のほか、病気による様々な身体的な変化を知ることは、医学的な視点からも非常に重要である。司法解剖は犯罪性のある死体またはその疑いのある死体の死因究明のために行われ、基本的に遺族などの同意がなくても解剖を行うことができるが、心情的な配慮から了解を得て行われることが多い。行政解剖は主に死因が判明していない犯罪性のない異状死体に対して死因究明を目的として行われるが、解剖を実施するのは監察医であることが原則(代わりに法医学医が行うこともある)である。監察医の絶対数は少なく、また実施可能な地域も限られており、現在は東京 23 区、名古屋市、大阪市および神戸市だけである。さらに名古屋市は実施件数が極めて少なく、実質は 3 地域だけといわれている。日本では司法解剖・行政解剖の実施率は 9%程度である。これが多いか少ないかという点、北欧では 90%、欧州では 50%という数値もあり、先進国の中では最下位レベルである。

近年日本では、オートプシー・イメージング (Autopsy imaging ;Ai)が増加傾向にある。この言葉は「Autopsy = 検死、剖検」と「imaging = 画像診断」に由来する日本で使われる造語であり、医療に利用される CT や MRI などの画像診断技術を使って、解剖しないで死因を検証する技術の 1 つであり、「死亡時画像診断」などと呼ばれている。英語では Postmortem Imaging (PMI) を呼ばれる。Postmortem とは死(mortem)後(post)を意味しており、死後画像と呼ばれる。ちなみに死後にあつて、Antemortem (Ante = 前)を生前画像と呼ぶ。英語では死を境にしているのが単語としてわかりやすい。ただ Ai のみで必ずしも死因が判明するとは限らない。しかし<sup>(1)</sup>解剖する前に Ai を行うことで、事前に体内の情報を得るということでは非常に有用である。現在の Ai の主流は造影剤を使用しない単純 CT 検査が多く、院内死亡例を中心に実施件数は増え続けている。MRI 検査も一部施設では行われてい

るが CT 検査に比べると非常に少ない。欧州では造影剤を使用した CT 検査が広く普及している。もちろん患者には造影剤を利用した検査が一般的に行われており、日本はむしろ諸外国より多くの造影検査を行っている、なぜこのような違いがあるのかを考えてみたい。

患者に使われる造影剤を利用した CT 検査(造影 CT)は、100 mL 程度の造影剤を肘の静脈から注入し、全身または目的部位における造影剤の流れや分布から血管や臓器の異常を観察する。図1は心臓部の CT 画像であるが、Aは造影剤を投与する前で、Bは造影剤を投与した後の状態である。



A

B

図1 心臓部の CT 画像 (A:単純 CT 画像、B:造影 CT 画像)

A に比べて B の画像で白くなっている部分が心臓や血管の内部にある造影剤を示している。これと同じような検査を死後画像でも出来るが、<sup>(2)</sup>造影剤の量は患者さんに投与する量の数倍から十数倍にとかなり多くなる。それは、生きているときと死後では、死後に起こる決定的な違いがこの差に起因する。この CT 画像の黒い部分や白い部分は、CT 値というもので表されている。人間の体の約 60% は水で出来ているといわれているので、水の CT 値をゼロとし、空気の CT 値を-1,000 としている。黒い部分は CT 値が低く、白い部分は CT 値が高くなっている。それ以外の部分は水のゼロを基準に相対値として表される。図 2 は人体の CT 値の大よその目安である。造影剤を投与していない血管内は軟組織と同じくらいの CT 値であり、造影剤が投与された血管は 200 から 400 位の CT 値を示しており、周囲の組織と区別することが出来る。

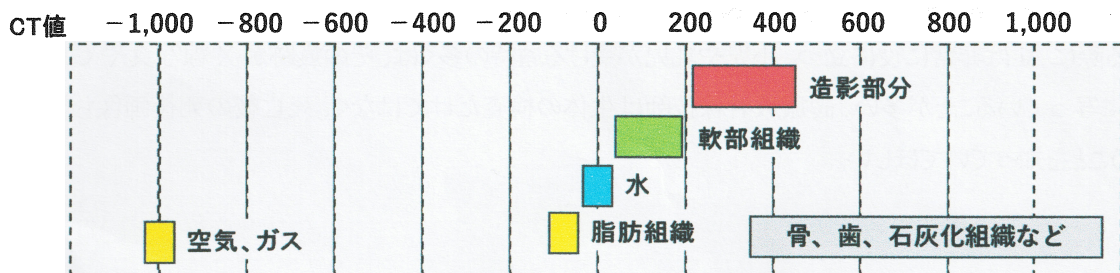


図2 人体組織の CT 値の分布図

つまり造影剤を投与することで、周囲より CT 値が高くなり、造影剤が分布する量に応じて周囲の組織とのコントラスト差によって病変をより見つけやすくすることが出来る。しかし冒頭に述べたように、日本は欧米諸国に比べて Ai で造影剤の使用頻度が極めて低い。もちろん理由はあるのだが、それはここでは割愛することとする。

さて、医療で使用される CT 用造影剤は、成人の1検査あたり約 100 mL 投与され、その値段は 1 本あたり 2 万円程度である。死体の造影では数本以上使用する可能性もあるので、相当な額になってしまう。そこで、死体では生体のように医療用に調整された清潔で医学的に安全なものではなく、原料から自作してもいいのではないかとという発想から、死体専用の安価な造影剤を作ることを研究してみることにする。まず、元素周期表を思い出してほしい。一番右の列の元素は不活性元素(第 18 族元素)といい、ヘリウムやネオンなどがある。その一つ左(第 17 族元素)の列の元素はハロゲン元素といい、フッ素や塩素などがあり、ヨウ素もハロゲン元素の 1 つである。ヨウ素に注目すると、その濃度に応じて X 線の吸収が高くなる性質がある。このことから、ヨウ素を含んだ化合物(ヨウ素化合物と呼ぶ)であれば、X 線の吸収が高い、つまり CT 値の高い造影剤に利用できると予想した。そこで<sup>(3)</sup>最適なヨウ素濃度を求める基礎実験を行うことにした。なお、造影剤による血管造影による血管内の最適な CT 値を 300 とした。

日本人の死因について厚生労働省の報告を調べると年齢によって死因は異なるが、40 歳以上に注目すると死因の第 1 位は悪性新生物(がんなど)、第 2 位は心疾患(心筋梗塞や心不全など)、第 3 位は脳血管疾患(脳出血や脳梗塞など)、第 4 位は自殺で、第 5 位は<sup>(4)</sup>不慮の事故とされている。病院で入院中であれば大抵はその死因は判明するであろうが、自宅などで既に死亡していた場合などでは、死因を究明することは大変大事である。今年の事件から、ある女優さんが、自宅の浴槽で亡くなっているのが発見され、死因は「事件性のない不慮の事故」とされており、詳細は公表されていない。この事件では解剖されたと報告されているが、CT などの Ai が実施されたかはわからない。もちろん、遺族の心情もあるので、女優だからといって全てを公表されるべきだとはいえないが、死因を正確に知ることは、様々な問題の解決に役立つこともまた事実である。

近年は小児虐待のニュースをよく見聞きする。小児虐待の多くは両親の片方または両方からされることが多いが、死亡してしまった場合、病気などの自然死なのか、虐待による傷害致死かを判断する際に Ai は非常に役に立つ。小児や乳児が受ける虐待の多くは、その痕跡が X 線写真や CT 画像に写っていることが多い。診療放射線技師は生体の検査だけではなく、死亡後の死後画像も請け負うことを知っていてほしい。

問Ⅰ

下線部 1 について、どのような利点や有用性があると思うか、あなたの考えを 100 字以内で説明しなさい。

問Ⅱ

下線部 2 について、どうしてこのような違いがあると思うか、あなたの考えを 150 字以内で説明しなさい。

問Ⅲ

下線部 3 について、どのような実験を行えば最適な CT 値である 300 という数字を導き出すことが出来るか、あなたの考えた実験方法を 200 字以内でわかりやすく説明しなさい。また、予想される実験結果を図(グラフなど)に示しなさい。

問Ⅳ

下線部 4 について、これは広義な意味を含んでいますが、例えば道端で外傷なく倒れている人をあなたが発見したとします。あなたならどのような行動をするか、あなたの考えを 150 字以内で説明しなさい。

問Ⅴ

資料を読んで Ai についてあなたの考えを 200 字以内で説明しなさい。