

2. PET・SPECTによる脳死の診断

百瀬 敏 光 佐々木 康 人 (東京大学医学部放射線医学教室)

脳死は「全脳髄の不可逆的機能喪失状態」と定義されている。脳死を証明するためにはすべての脳機能が永久的に失われたことを証明する必要がある。現在、脳死の診断は、深昏睡、自発呼吸の消失、種々の脳幹反射の消失などの理学的所見を中心に、脳波、聴性脳幹反応などの電気生理学的手法およびX線CTを参考にして行われている。現在、脳循環および脳代謝(特にグルコースと酸素代謝)の停止は、脳死診断の必須事項として扱われていないが、脳死の一側面として重要であることは事実である。これまで脳循環の停止を証明する方法として、脳血管造影が一般的に行われてきたが、より簡便な方法として脳血流測定用トレーサを用いたSPECTが注目されている。 ^{123}I -IMPおよび $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAOといった脳血流トレーサによって、頭蓋内の集積欠損(“Hollow-skull” sign)が脳死例において示されており、脳死の特徴的所見として重視されている。また、最近、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECDというトレーサが、前二者のトレーサ(^{123}I -IMP, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO)においてluxury perfusionを呈する部位で、逆に集積欠損を呈することが示されたことから、脳死の診断においては、より直接的な有効なトレーサとして注目されている。一方、脳代謝を測定する方法としては、 ^{18}F FDGおよび C^{15}O_2 , $^{15}\text{O}_2$, C^{15}O とポジトロンCTを用いたグルコース代謝および酸素代謝の測定法がある。これらを、実際に脳死例に用いた報告は、ほとんどみられないが、当施設における結果では、脳血流SPECT同様、頭蓋内の集積はなく、“Hollow skull” signを呈していた。これらのSPECTおよびPETで共通してみられた所見は、自発呼吸のある植物状態および重症意識障害例では決してみられない所見であり、脳死に特異的な所見と考えられる。このように、PET, SPECTが脳死の診断に重要な情報を提供することは疑いの

ないことであるが、核医学的手法は、さらに、脳死へ至るプロセスを解明する手段としても利用できると思われる。

脳死は、脳全体の死であることはいうまでもないが、脳全体が死に至るには、多くの複雑な過程を経過するわけで、脳死は、その最終的結果である。脳は、神経細胞、神経膠細胞、血管内皮細胞など種々の要素により構成されている。また、神経細胞自体も大きさや形態の差が存在する。これらの構成要素は、機能的、代謝的側面において異なると同時に、酸素不足、グルコース不足、血流低下などに対する抵抗性、脆弱性(vulnerability)という観点からも異なった性格を有している。脳梗塞が、脳死の部分的モデルとして、脳死を理解する上で役立つことは確かであるが、外傷等によって引き起こされる脳浮腫と、それに伴う脳圧の亢進、その結果、脳環流圧の低下がおこり、脳循環が停止するという過程において、各細胞レベルでは、生化学的、生理学的に複雑なプロセスを経過しており、脳梗塞とはまた別の観点からもアプローチすることが必要である。

脳死は、その定義を含めて、まだ十分に理解されているとはいえない。ポジトロンCTをはじめとする核医学的手法は、脳死のプロセスを生化学的、生理学的に解明していくための方法として重要であるだけでなく、人間の情感や思考、記憶、意識などの機能が、それぞれどの時点で永久に失われるのか、といった問題へアプローチする上でも重要な方法と考えられる。また、後者の問題は、植物状態とは何かを考える上でも重要である。

本項においては、脳死、植物脳を中心とした重症意識障害例のPET, SPECT所見を供覧しながら、その意義、問題点を探るとともに、脳機能の死と再生にアプローチするための将来的な核医学的方法について言及したい。