

脳血流の視点からの脳死判定の研究に関する研究

研究分担者 小笠原 邦昭 岩手医科大学 教授

研究要旨：

わが国においては脳死判定基準を患者状態により十分に遂行できない症例が一定数存在する。本研究では、当施設で過去に行った放射性核種灌流シンチグラフィー(single-photon emission computed tomography: SPECT)による脳死判定に関する研究論文をreviewし、その有用性についてまとめた。1. くも膜下出血による重症意識障害と脳温度の関係では、「体幹深部温度に比して脳温度が高い」場合は脳死ではなく、「体幹深部温度に比して脳温度が低い」場合には脳死状態と考えられ、これは脳自身が発する代謝熱とそれをwash outする脳血流のバランスによると考えられ、脳血流測定による脳死診断の可能性が示唆された。2. くも膜下出血による重症意識障害における脳温度と脳循環の関係では、temperature reversalは脳死を示し、それは脳内の血流停止を意味し、これを脳血流SPECTで確認できた。以上から脳温度の連続測定あるいは脳血流SPECTによる脳血流測定は脳死判定に有用と思われた。

A. 研究目的

わが国の脳死判定基準には深昏睡、両側瞳孔散大、対光反射および角膜反射の消失、自発呼吸停止、平坦脳波が必須項目として含まれる。しかし、患者状態により上記診察や検査が完遂できず、法的脳死判定が十分に遂行できない症例が一定数存在する。また、体外式膜型人工肺(Extracorporeal Membrane Oxygenation: ECMO)や経皮的心肺補助法(Percutaneous Cardiopulmonary Support: PCPS)を用いて生命維持を行っている患者においても、無呼吸テストの手順が明確になっていないことから脳死判定が遂行できない現状がある。制限される脳死判定検査を代替すべく、補助的診断法の確立が求められている所以である。

2020年に脳死判定に関する新しいコンセンサス(Determination of Brain Death/Death by Neurologic Criteria、以下コンセンサス)1が発表された。これによると、解消できない場合に、脳血流検査や電気生理学的検査などの補助検査を施行するべきであるとしている。脳血流を測定する補助検査には、脳血管造影・放射性核種血管造影法・放射性核種灌流シンチグラフィー・経頭蓋ドプラ超音波・CT血管造影法(CTアンギオグラフィ)・磁気共鳴血管造影法(MRアンギオグラフィ)などが列挙されるが、これらは、わが国では依然、脳死の補助検査として普及していない。

本研究では、当施設で過去に行った放射性核種灌流シンチグラフィー(single-photon emission computed tomography: SPECT)による脳死判定に関する研究論文をreviewし、その有用性についてまとめる。

B. 研究方法

過去25年にわたり行った当施設での脳血流SPECTに関する論文をreviewし、まとめる。

(倫理面への配慮)

当施設で倫理委員会および患者家族の同意のもとに行った研究で、しかもすでに論文化されているので、新たに倫理審査および患者家族からの同意は不要である。

C. 研究結果

1. くも膜下出血による重症意識障害と脳温度の関係(Otawara Y, Ogasawara K, Kubo Y, Tomitsuka N, Ogawa A, Suzuki M. Brain and systemic temperature in patients with severe subarachnoid hemorrhage. Surg Neurol. 2003;60:159-64;)

重度意識障害(Japan coma scale: 200-300)のくも膜下出血患者31症例を対象とした。入院直後に脳室ドレナージを挿入し、脳室カテーテルの先端で脳温度を連続モニターした。

体幹深部温度は膀胱に留置したカテーテルで

連続測定した。温度モニターの開始直後から「体幹深部温度に比して脳温度が低い」4例は既に脳死状態であり、死亡した。温度モニターの開始直後は「体幹深部温度に比して脳温度が高かったが、その後脳温度は下がり体幹深部温度以下になった」12例は、温度モニターの開始当初はまだ脳死ではなかったが、最終的に脳死となり、死亡した。温度モニター期間中を通じて、常に「体幹深部温度に比して脳温度が高かった」15例中、5例は脳動脈瘤再破裂、全身合併症等で死亡したが、これらの合併症のない10例は何らかの障害をもったが、生存した。

以上から、「体幹深部温度に比して脳温度が高い」場合は脳死にはなく、「体幹深部温度に比して脳温度が低い」場合には脳死状態と考えられ、これは脳自身が発する代謝熱とそれをwash outする脳血流のバランスによると考えられ、脳血流測定による脳死診断の可能性が示唆された。

2. くも膜下出血による重症意識障害における脳温度と脳循環の関係(Otawara Y, Ogasawara K, Yukawa H, Tomitsuka N, Kubo Y, Ogawa A, Suzuki M. Brain temperature and cerebral blood flow imaging in patients with severe subarachnoid hemorrhage Surg Neurol. 2003;60:549-52)

重度意識障害(Japan coma scale: 200-300)のくも膜下出血患者に対し、入院直後に脳室ドレーナージを挿入し、脳室カテーテルの先端で脳温度を連続モニターした。さらに、脳血流SPECTを用い、経時的に脳血流量を測定した。

2例で温度モニターの開始直後は、体幹深部温度に比して脳温度が高かったが、その後脳温度は下がり体幹深部温度以下になった(temperature reversal)。temperature reversal前は脳死状態にはなく、脳血流SPECT上脳内の血流が認められた。一方、temperature reversal後は脳死となり、脳血流SPECT上トレーサは脳内には認められず、頭蓋骨の外側の軟部組織のみが描出される”hollow skull sign”を呈していた。

結論として、temperature reversalは脳死を示し、それは脳内の血流停止を意味し、これを脳血流SPECTで確認できた。

D. 考察

1つめの研究では、「体幹深部温度に比して脳温度が高い」場合は脳死にはなく、「体幹深部温度に比して脳温度が低い場合には脳死状態と考えられ、これは脳自身が発する代謝熱とそれをwash outする脳血流のバランスによると考えられ、脳血流測定による脳死診断の可能性が示唆された。2つめの研究では、temperature reversalは脳死を示し、それは脳内の血流停止を意味し、これを脳血流SPECTで確認できた。

これらのデータから、脳温度の連続測定あるいは脳血流SPECTによる脳血流測定は脳死判定に有用と思われた。

E. 結論

脳温度の連続測定あるいは脳血流SPECTによる脳血流測定は脳死判定に有用と思われた。

F. 健康危険情報

(分担研究報告書には記入せずに、総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし