

論文内容要旨 (甲)

Breathlessness-related brain activation: electroencephalogram

dipole modeling analysis

息苦しさにおける脳内活動部位

掲載雑誌名

The Showa University Journal of Medical Sciences 掲載予定

生理学部門 生体調節機能学 清野毅俊

これまでに呼吸困難に関与する脳内部位の同定が様々な脳機能解析法により研究されてきた。しかし機能的磁気共鳴画像 (fMRI) における活動部位同定の結果は空間分解能に優れるが、時間分解能に欠ける。本研究では吸息時に同期した呼吸困難感を意図的に誘発させ、吸息に伴って増加する息苦しさの情動変化を脳内活動の変化から捉えることを目的とし、時間分解能に優れた脳波 (EEG) 双極子追跡法 (EEG /DT 法) にて同定した。健常男性 5 名 (年齢平均 22.6 歳) を対象とし、昭和大学倫理委員会にて承認された説明文に同意し、署名の後に実験を行った。脳波は国際 10-20 法により電極を設置し測定し、被験者はフェイスマスクを着用し呼吸数、一回換気量、分時換気量、呼気終末炭酸ガス濃度を測定し呼吸の流量を脳波と同時記録した。フェイスマスクに装着したトランスデューサーに 5% の二酸化炭素 (CO_2) を含んだビニールバックを装着し再呼吸を行い、 CO_2 上昇に伴って変化する呼吸困難感をボルグスケール (Borg Scale) にて測定した。 CO_2 再呼吸において呼気終末炭酸ガス濃度は上昇し (安静時、5.9%、 CO_2 再呼吸、7.6%)、一回換気量 (安静時 670ml、 CO_2 再呼吸、1217ml)、分時換気量 (安静時 9.211、 CO_2 再呼吸、21.321) が有為に上昇した (すべて $P < 0.05$)。また呼吸困難感も上昇した ($P < 0.001$)。 CO_2 再呼吸時の吸息に一致させて脳波を総加算し、吸息に伴う脳電位を検出し双極子追跡法にて電源を推定した。加算脳波では吸息開始後 100 ms で陰性波、250 ms で陽性波を認め、吸息に伴う苦しさに関連した呼吸関連電位が検出された。EEG/DT 法によりこの電位の電源は吸息後 100 ms 内で、左眼窩前頭葉、左上前頭回に、100 ms から 200 ms で左帯状回前部、300 ms 内に左の島と扁桃体に活動が収束した。

眼窩前頭葉は情動の評価に関わる部位と言われており、また前頭回、帯状回前部は運動の企画、決定に関与していると言われていた。吸息開始後 200ms 内でのこれらの部位の活動は、沸き上がる負の情動の評価、また息苦しさに伴う次の呼吸への期待、随意呼吸に関与していると考えられる。また吸息開始後の後半部においては呼吸化学受容器、肺伸展受容器から求心性の入力を受けるとされる島の活動が認められた。島は情動に関与した辺縁系との連絡が密であり、同時に負の情動に関与した扁桃体の活動も認められた。本結果から息苦しきの情動では次の吸息への期待、随意呼吸に関与する部位と不快情動が同時に関与していることが示された。