

【目的】 睡眠は神経系を持つ生物種に普遍的に観察される生命現象であり、正常な認知機能および個体の恒常性維持に必須の役割を果たしている。本研究は、ほ乳類の睡眠のうち 80% を占めるノンレム睡眠に着目し、ノンレム睡眠特異的脳波・徐波 (Slow wave) の神経基盤の解明を目的とする。

【方法】 脳波は多数の大脳皮質神経細胞の活動の和を検出していると考えられている。そこで、脳波測定に加え、徐派の神経基盤を解析するために、高い空間解像度で単一神経細胞活動を検出することが出来る微小電極を用いて神経活動記録を行った。大脳皮質の複数領域、および大脳皮質と相互に投射しあっている視床を記録部位とした。また、自発活動の計測に加え、視床マトリックス細胞、皮質抑制性神経の役割を検討するため、光遺伝学による刺激実験および細胞腫特異的除去実験を行った。

【結果】 自由行動下マウスにおいて自発的な睡眠覚醒サイクル (24 時間) および 6 時間の断眠実験とその後の回復期 (18 時間) を通じた局所電位と神経発火計測を行った。大脳皮質・視覚野、体性感覚野、運動野、前頭前野、および視床の腹側内側核と後内側腹側核を対象領域とした。これまでの報告通り、断眠によって睡眠圧が高まると、頭蓋脳波の周波数成分のうち、徐派に相当する 0.5~4 Hz の周波数成分の上昇が観察された。そこで、各大脳皮質領域の局所電位を用いて局所的な徐派の解析を行ったところ、すべての皮質領域において、徐派の起きる頻度、徐派の振幅の大きさ、および徐派の傾き、すべてが断眠によって上昇することが明らかとなった。興味深いことに、自発的な徐派の頻度や断眠に対する反応性について、大脳皮質領域間で違いが観察された。徐派の発生機構、および断眠によって増強が起きるメカニズムを解析するため、我々は視床マトリックス細胞の光遺伝学刺激を行った。その結果、マトリックス細胞の発火によって大脳皮質で徐派様反応が誘導されることが明らかとなった。さらに大脳皮質において、抑制性神経細胞の除去実験を行ったところ、徐派成分の減少が観察された。

覚醒時脳波とノンレム睡眠時脳波

