

一次聴覚野における純音刺激に対する組織酸素分圧の時空間的特性

The Spatiotemporal Features of Tissue Partial Pressure of Oxygen

Induced by Pure Tone Sound in Primary Auditory Cortex

80717443 平井健一郎 (Kenichiro Hirai) Supervisor 谷下一夫 (Kazuo Tanishita)

1. 結論

機能的磁気共鳴画像法(f-MRI)や近赤外分光法(NIRS)は、脳の働きを非侵襲的に画像化する脳機能計測法である。これらの計測法では、脳神経活動に付随して生じる局所的血液循環及び血液酸素化の変化を捉えて画像化している。しかし、脳活動時の神経活動部位と局所的な脳血液循環応答との時空間的対応関係は完全にはわかっていない。

神経賦活に伴う血液循環に関係する変化に、脳組織酸素分圧(pO_2)変化がある。組織中 pO_2 変化は、脳内の局所的な酸素消費及び血流増加を反映すると考えられている^[1]。そこで、脳神経活動に対応する局所的な pO_2 変化を計測することで、神経活動部位と酸素消費及び酸素供給を評価できると考えた。

本研究ではモルモット一次聴覚野において、脳賦活時の酸素分圧変化と脳神経活動領域の空間的対応構造を明らかにすることを目的とした。一次聴覚野は音の周波数に依存して脳神経活動がバンド状に局在することが知られている。この一次聴覚野の脳機能構造に着目し、異なる周波数の音刺激を用いることで脳神経活動部位を空間的に制御し、対応する脳組織の酸素分圧変化を微小酸素電極によって局所的に定量評価を行った。

2. 実験方法

実験には12匹の雄モルモット(7-10週齢, 440±49.5g)を用い、頭蓋(7mm×7mm)をデンタルドリルで除去し、一次聴覚野を露出した。音刺激は2種類の周波数の純音刺激(1kHz, 12kHz)を3秒間開かせた。

音刺激に対する脳神経活動は、膜電位感受性色素(RH1691)を用いた蛍光計測法によって計測した。測定領域(3mm×3mm)において神経活動に対応した膜電位変化を128chの測定点に分割して2次元的に検出した。各周波数の音刺激に対して主に応答する箇所を蛍光変化量の大きな30chを抽出することで表示した。

組織中 pO_2 測定には、酸素電極(先端径8-12 μ m)を用いた。1kHz, 12kHz音に誘発される神経活動領域における測定点をそれぞれ#1, #12とし、それぞれの測定点において1kHzおよび12kHz音をモルモットに与えた際の、 pO_2 の変化量を計測した。

3. 結果・考察

各音刺激に対する神経活動の応答をFig. 1に示した。音刺激周波数の違いにより、神経応答部位が局在化することが確認できた。

次に、各計測点(#1, #12)において、1kHzおよび12kHzの音刺激を与えたときの pO_2 応答変化をFig. 2に示した。ここから pO_2 の応答が音周波数よりも賦活領域に強く依存していることがわかった。この結果は脳内酸素消費と酸素供給のバランスが脳内部位に依存して調節されていることを示唆する。

さらに#12での正方向および負方向の pO_2 のピークが、#1に対して約3秒の遅れと約2mmHgの減少を伴って生じた。脳

機能計測法で計測される脳血液循環や血液中酸素化シグナルにおいても、神経活動規模に依らないシグナルの遅れが部位によって生じる可能性がある。

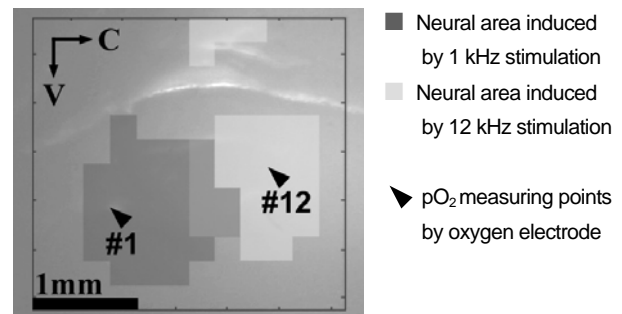


Fig. 1 Neural response areas induced by 1 kHz (dark gray) and 12 kHz (light gray) stimuli on the cortical surface image. The location #1 and #12 indicate the recording sites of pO_2 electrode in the specific animal. V: ventral direction. C: caudal direction.

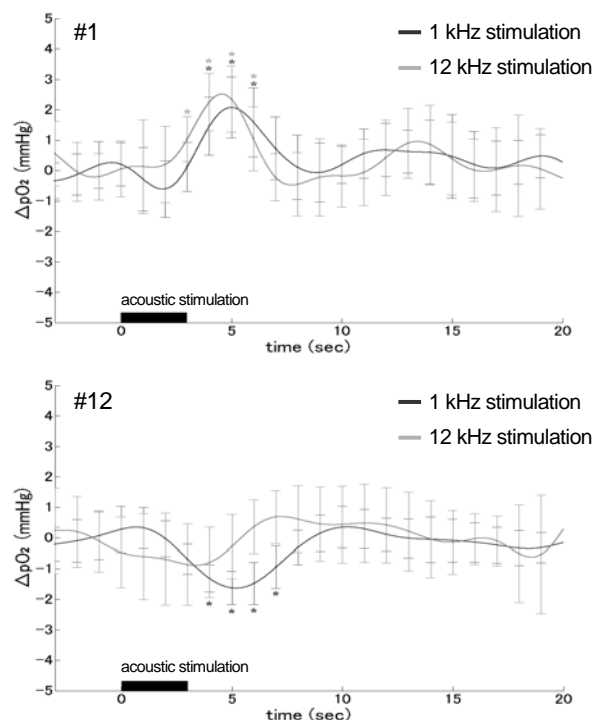


Fig. 2 Representative pO_2 responses measured at #1 and #12 response areas. Two acoustic stimuli, 1 kHz (dark gray) and 12 kHz (light gray), were induced for 3-sec duration (horizontal bar).

参考文献

[1] K.Masamoto et al., J Cereb Blood Flow Metab.23-9 (2003), 1075-1084