皮膚由来エタノールガス計測のための ADH 固定化バイオスニファ

ADH immobilized bio–sniffer for measurement of skin ethanol gas

医科歯科大　°石川 力，鈴木 卓磨，當麻 浩司，荒川 貴博，三林 浩二

Tokyo Medical and Dental Univ.

Riki Ishikawa, Takuma Suzuki, Koji Toma, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi

E-mail: m.bdi@tmd.ac.jp

【はじめに】

呼気や皮膚ガスなどの生体ガス中には、血中成分由来の揮発性有機化合物(volatile organic components, VOCs)が含まれている。これらは代謝・疾病の産物であるため、非侵襲計測を行うことで、疾病スクリーニングや代謝機能評価が可能と考えられる。特に、皮膚ガスは連続的な採取が可能であり、ガス濃度モニタリングに適している。しかし呼気に比して、血液成分の皮膚ガスへの分配係数は極めて低く、高感度な計測技術および選択性が求められる。本研究では飲酒後の皮膚由来のエタノールガスを対象成分として、アルコール脱水素酵素(alcohol dehydrogenase, ADH)の触媒反応を用いた光ファイバ型バイオスニファを作製し、「皮膚ガス連続採取系」の構築を進め、飲酒後の皮膚ガス計測に適用した。

【実験方法】

エタノールガスをバイオ計測するため、ADH を用い、まずエタノールガス用の光ファイバ型センサ（バイオスニファ）を構築し、センサ特性を調べた。ADH はエタノールの酸化触媒反応にて、補酵素として酸化型 NAD (NAD+)を用いてエタノールを酸化し、還元型 NAD (NADH)を生成する。NADH は自家蛍光(ex. 340 nm, fl. 490 nm) を有することから NADH の蛍光の増減を検出することでエタノールガスを測定することが可能である。エタノールガス用バイオスニファは、二分岐光ファイバに励起光源と蛍光検出器を接続し、光ファイバプローブ先端に酵素固定化膜を気液隔膜としたフローセルを装着することで構築した。実験では、上記センサの標準エタノールガス定量特性を評価したのち、バイオセンサを用いて飲酒後の皮膚由来エタノールガス測定へと適用した。

【結果及び考察】

作製したバイオスニファの標準エタノールガスに対する応答性および定量特性を調べた結果、安静時のエタノール濃度 (37-207 ppb)、最大皮膚エタノールガス濃度 (73.9-112.1 ppb/cm^2)を含む、25 ppb-128 ppm の濃度範囲でエタノールガスを定量可能であった。次に、手全体（指先より橈骨手根関節まで）より放出される皮膚ガス中に含まれるエタノールガスを、サンプルバックを用いた実験系にて計測した。本結果は既報値よりやや低い結果となった。原因として、発汗によりサンプルバッグ内に結露した水分に皮膚ガスの一部が溶解したと考えられた。以上、構築したバイオスニファにて皮膚エタノールガス計測が行え、飲酒後の血中エタノール濃度の非侵襲計測の可能性が見出せた。今後、各種のバイオスニファを高感度化することで、脂質代謝の指標であるアセトンをはじめとする血中の揮発性成分を皮膚にて非侵襲的に評価できるものと期待される。

© 2020年 応用物理学会