

【ナノテクノロジー・材料分野】

仮訳

ウェアラブルな汗センサーが痛風の原因となる成分を検出 (米国)

2019年11月25日

医者に行くのが嫌な理由はたくさんある。医療費の支払い、待合室での待機、古い雑誌、口を覆わずに咳をする病人たちなど。しかし、多くの人にとって、最も嫌なことは、注射針を刺されることだ。血液検査は、身体の状態を評価するためには信頼できる方法だが、その不快感は避けられない。でも、カリフォルニア工科大学(Caltech)の科学者たちによれば、そうではなくなるかもしれない。

医学工学アシスタント・プロフェッサーの Wei Gao 氏が率いる研究チームは、「Nature Biotechnology」誌に掲載された新しい論文で、血液中の代謝物質や栄養レベルを、人の汗を分析してモニタリングできる、量産可能なウェアラブルセンサーについて説明している。これまでに開発されている汗センサーは、電解質、グルコースや乳酸のような、高濃度で汗に含有される成分の検出を目的としている。Gao 氏が開発した汗センサーは、従来のデバイスより製造が容易であることに加えて、高感度であり、かなり低濃度の汗の成分を検出できる、と研究者たちは言う。

このような汗センサーの開発により、医師は、血流中の栄養レベルや代謝物質の異常値を引き起こす心疾患、糖尿病、腎疾患患者の状態を継続的にモニタリングすることが可能になる。医師が患者の健康状態をより正確に把握できるので、患者は侵襲的で痛みを伴う皮下注射も回避することができる。

「このようなウェアラブルな汗センサーには、健康状態の変化を分子レベルで迅速に、継続的に、かつ非侵襲的に把握するポテンシャルがあります。」と Gao 氏は言う。「これらは、患者個人に特化したモニタリング、早期診断や適時の医療介入を可能にします。」

Gao 氏の研究は、幅が $2.5\mu\text{m}$ を下回るチャンネル（溝）を通る微量の液体を制御するマイクロ流体をベースとしたデバイスの開発に焦点を当てている。マイクロ流体は、汗の蒸発や皮膚の汚れによるセンシング精度への影響を最低限に抑制するので、この種のアプリケーションには理想的である。分泌後直ちに汗がマイクロチャンネルを流れると、デバイスはより高精度で汗を測定し、一時的な濃度の変化を捉えることができる。

Gao 氏らによると、従来のマイクロ流体ベースのウェアラブルセンサーの多くは、複雑で高コストな製造工程を要するリソグラフィー-蒸着プロセスで製造されていた。同氏のチームはその代わりに、シート状の炭素であるグラフェンでバイオセンサーを作製することを選択した。グラフェンベースのセンサーと微細なマイクロ流体チャネルは、家庭でのホビーでも一般的に利用されているデバイスの CO₂ レーザーでプラスチックシートを加工して作製した。

研究チームは、センサーが、呼吸数、心拍数および尿酸値とチロシン値を検出するよう選択した。チロシン値は、代謝異常、肝障害、摂食障害や神経精神疾患の指標となりうる。尿酸値は、尿酸値の上昇が、世界的に増加傾向にあり関節の痛みを伴う、痛風と関連する。痛風は、体内の尿酸値が高くなると、特に足の関節で結晶化し、炎症を起こす。



Wei Gao 氏（右）は、ボランティアが装着した、フレキシブルな汗センサーからのデータをモニタリングしている。

クレジット:Caltech

研究者たちは、センサーの性能を調べるため、健常者と患者を対象に一連の試験を実施した。被験者の体力が影響する、汗に含まれるチロシン値の検出には、訓練を受けているアスリートと平均的な体力の個人の 2 グループで試験した。予測どおり、センサーはアスリートの汗でより低レベルのチロシン値を検出した。尿酸値の検出試験では、健常者のグループを対象に、断食中と、代謝されると尿酸になる食品成分であるプリン体を豊富に含む食事をした後とで、汗をモニタリングした。センサーは、尿酸値が食後に上昇したことを示した。Gao 氏の研究チームはまた、痛風患者に対しても同様の試験を行った。センサー

が示した痛風患者の尿酸値は、健常者に比してはるかに高かった。

研究者たちは、センサーの精度を確認するため、痛風患者と健常者から血液サンプルも採取した。センサーが検出した尿酸値は、血液に含まれる成分と強く相関した。

Gao 氏によると、同センサーが高感度であることと、製造が容易であることから、将来的には患者が自宅でセンサーを使用して、痛風、糖尿病、心疾患などの状態をモニタリングできるようになるという。健康状態に関する正確でリアルタイムな情報を得られることで、患者は自身の治療薬のレベルや必要に応じた食事療法を、自分で調整することも可能になる。

「血中の栄養素や代謝物質の異常値が多く健康状態に関連することを考慮すると、このようなウェアラブルセンサーから収集した情報は、研究と医療の両方にとって非常に貴重です。」と、Gao 氏は言う。

本研究論文、「[A laser-engraved wearable sensor for sensitive detection of uric acid and tyrosine in sweat](#)」は、「Nature Biotechnology」誌 11 月 25 日号に掲載された。共著者は Caltech の Yiran Yang 氏 (MS'18)、Yu Song 氏、Xiangjie Bo 氏、Jihong Min 氏 (MS'19)、Minqiang Wang 氏、Jiaobing Tu 氏と Adam Kogan 氏、北京大学の Haixia Zhang 氏、サンタクララ大学の On Shun Pak 氏、プリンストン大学の Lailai Zhu 氏、UCLA の Tzung K. Hsiai 氏と Zhaoping Li 氏。Hsiai 氏は Caltech の客員研究員(visiting associate)でもある。

本研究は、Rothenberg Innovation Initiative プログラム、Carver Mead New Adventures Fund および米国心臓協会(AHA)が、資金を提供した。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、カリフォルニア工科大学（Caltech）の以下の記事を翻訳したものである。

“Wearable Sweat Sensor Detects Gout-Causing Compounds”

(<https://www.caltech.edu/about/news/wearable-sweat-sensor-detects-gout-causing-compounds>)

(Reprinted with permission of California Institute of Technology)