

M20220930_02_Stanford

腫瘍サイズをモニタする新しいウェアラブルデバイス

電氣的に感度がある、皮膚のような膜が腫瘍サイズの変化を 1 mmの 1/100 で計測することができる。それは、抗ガン剤をスクリーニングする新しい、高速、より正確なアプローチである。

スタンフォード大学のエンジニアは、伸縮性があり、柔軟なセンサを備えた小型の自律デバイスを作製した。これは、皮膚に取り付けて、皮下の腫瘍サイズの変化を計測できる。非侵襲的、バッテリー駆動デバイスは、感度 10 μ m でありボタンを押すことでリアルタイムで結果をスマートフォンアプリにワイヤレス伝送する。



図 1 FAST システムは、腫瘍サイズ逆行を計測する。抗ガン剤の有効性をテストする新方法 (Image credit: Alex Abramson, Bao Group, Stanford University)

実際面では、研究者は、そのデバイスを FAST“Flexible Autonomous Sensor measuring Tumors”と名付けている。FAST は、抗ガン剤の有効性をテストする全く新しい、安価で、ハンズフリー、正確な方法である。より大きなスケールでは、それは、ガン治療における有望な新しい方向につながる。FAST は、Science Advances に詳細が発表されている。

毎年、研究者は、皮下腫瘍のマウスで数千の潜在的な抗ガン剤をテストする。ヒトの患者に利用できるものはほとんどない。また新しい治療を見つけるためのプロセスは、緩慢である。薬物治療から腫瘍縮退を計測するための技術は、反応の読

出しに数週間かかるからである。腫瘍固有の生物学的変異、既存の計測アプローチの欠陥、また相対的に小さなサンプルサイズのために薬剤スクリーニングを困難に、労働集約的にする。

「場合によっては、観察中の腫瘍は、キャリパーを使い、手で計測しなければならない」と研究の筆頭著者、Zhenan Bao ラボの最近のポスドク、Alex Abramson は、話している。

柔らかな組織の計測金属ピンセットのようなキャリパーの利用は、理想的ではなく、また放射性アプローチは、リアルタイム評価に必要な連続データの種類を提供できない。FAST は、分タイムスケールで腫瘍容積の変化を検出できる。一方、キャリパーや生物発光計測は、腫瘍サイズの変化読取りに数週間の長い観察期間を必要とすることがある。

ゴールドのパワー

FAST のセンサは、柔軟な伸縮性のある皮膚のようなポリマでできている。これは、ゴールド回路の埋込層を含む。このセンサは、前ポスドクおよび共著者、Yasser Khan と Naoji Matuhisa が設計した小さな電子バックパックに接続されている。デバイスは、膜の歪を計測する、それがどの程度伸びるか、収縮するか。さらに、そのデータをスマートフォンに送る。FAST バックパックを使用して、腫瘍サイズ縮退に関連する潜在的な治療が素早く、信頼度よく、無効として除外される。あるいはさらなる研究のために早期処理される。

マウスの研究に基づいて、研究チームによると、新しいデバイスは、少なくとも3つの重要な進歩を提供する。まず、それは連続モニタリングを提供する、センサが物理的にマウスに接続されており、実験期間全体でそのままであるためである。2番目に、柔軟なセンサは、腫瘍を覆い隠し、したがって他の方法では区別が困難な形状変化を計測できる。マウスは、デバイス、あるいはワイヤに邪魔されずに自由に動き回る。また研究者は、センサ設置後にマウスを積極的に操作する必要がない。FAST パックは、再利用可能であり、アセンブリコストは 60 ドル程度、また数分でマウスに取り付けられる。

ブレイクスルーは、FAST の柔軟な電子材料である。皮膚のようなポリマ上にコーティングしたゴールド層は、延ばすと、小さな亀裂が入り、これは材料の電気伝導性の変化となる。材料の引き伸ばしと亀裂数が増加すると、センサの電気抵抗も同様に増加する。材料が収縮すると、亀裂は戻って接触し、伝導性が改善する。

Abramson と共著者、東京大学准教授 Matsuhisa、両者は、この亀裂伝播と伝導性の指数関数的変化が、寸法と容積における変化と数学的に同等であると評価した。

研究チームが克服しなければならなかった障害は、過度の圧力を腫瘍にかけ、そ

れを効果的に圧縮することでセンサ自体が測定値を損なう可能性があるという懸念だった。このリスクを回避するためにチームは、柔軟な材料と皮膚そのものの機械特性を注意深く一致させて、センサを実際の皮膚のように曲げやすく、しなやかにした。

「それは、見かけによらずシンプルな設計である。しかし、その固有の利点は、製薬および腫瘍コミュニティには非常に興味深いはずだ。FAST は、ガン治療スクリーニングのプロセスを大幅に促進、自動化し、コストを下げる」とAbramson は話している。