

Band-Aid 'inteligente' monitora o estado da ferida em tempo real; entenda

O chip é capaz de detectar quatro biomarcadores simultaneamente, oferecendo uma visão mais ampla da evolução da ferida e de possíveis retrocessos na recuperação

Por O GLOBO — São Paulo

Milhões de pessoas sofrem de feridas crônicas, incluindo pessoas com diabetes, pacientes em recuperação de queimaduras, pacientes pós-cirúrgicos e outras pessoas com lesões. A detecção precoce de infecções, inflamações ou outros problemas na recuperação pode ser um desafio, principalmente porque os pacientes podem relatar os sintomas por conta própria ou aguardar resultados de exames. Isso pode resultar em agravamento da infecção, danos a longo prazo e, em alguns casos, amputação.

Para combater isso, pesquisadores da Penn State desenvolveram um sistema de sensores eletrônicos portátil capaz de monitorar múltiplos biomarcadores em feridas e detectar sinais precoces de infecção ou inflamação antes que os sintomas piorem e, potencialmente, antes mesmo do aparecimento de sintomas visíveis. Os resultados foram publicados na revista científica *npj 2D Materials and Applications*.

"Desenvolvemos um chip multissensor que pode detectar indicadores metabólicos, microbianos, inflamatórios e físico-químicos — como os níveis de pH — em um único chip", diz o primeiro autor, Heshmat "Amir" Asgharian, doutorando em engenharia elétrica na Penn State, que liderou grande parte do projeto, fabricação e validação experimental do chip, para o qual os pesquisadores registraram um pedido de patente provisória.

O chip detecta os níveis de pH, o nível de acidez ou alcalinidade de uma substância, pois feridas infectadas frequentemente se tornam mais alcalinas. O chip também detecta ácido úrico, que pode indicar danos teciduais e atividade metabólica; ácido fenazina-1-carboxílico (PCA), um composto químico produzido por certos patógenos associados a feridas; e a interleucina-6, uma proteína liberada durante a inflamação. A capacidade de rastrear e detectar as quatro

simultaneamente oferece uma visão mais ampla da evolução da ferida e de possíveis retrocessos na recuperação.

"Durante a detecção, precisamos garantir que os biomarcadores não interfiram uns com os outros", explica Asgharian. "Selecionamos a PCA [para detectar] infecção bacteriana e o ácido úrico para infecção metabólica porque a intensidade do pico e a assinatura de transferência de carga são completamente diferentes uma da outra. Uma é proveniente de voltagem negativa, a outra de voltagem positiva."

De acordo com Aida Ebrahimi, professora associada de Engenharia Elétrica e Engenharia Biomédica da Cátedra Roell, investigadora principal e autora correspondente da pesquisa, os métodos tradicionais para detectar biomarcadores de infecção em feridas geralmente têm tempos de resposta lentos e exigem processamento e análise extensivos de amostras, o que dificulta a tomada de decisões clínicas.

"Eles são tipicamente incompatíveis entre si, dependem de equipamentos de laboratório volumosos e caros e são pouco adequados para monitoramento contínuo em tempo real", pontua Ebrahimi. "Em contraste, nossa abordagem permite a detecção multimodal e multiplexada em um único chip, funcionalizando o mesmo material, possibilitando integração, escalabilidade e operação em tempo real de uma forma difícil de alcançar com abordagens convencionais."

Os pesquisadores desenvolveram seu sensor com grafeno induzido por laser (LIG) — carbono atômicamente fino produzido pela interação de um laser com um material que contém carbono. O sensor envia sinais para uma placa de circuito impresso sem fio, que os processa e transmite para um aplicativo móvel para resultados em tempo real dos níveis de biomarcadores.

De acordo com os pesquisadores, no futuro, esse recurso poderá ser programado para uso com smartphones, tablets ou sistemas de monitoramento clínico para permitir o rastreamento remoto contínuo de biomarcadores.

Os pesquisadores simularam uma ferida em laboratório, reproduzindo aspectos de lesões reais, como os fluidos que vazam da fonte, para avaliar os sensores e seu desempenho. Para imitar a interface do tecido, utilizaram uma fina camada de gel de ágar, uma substância firme e gelatinosa derivada de algas vermelhas.

O gel de ágar foi colocado sobre os sensores, permitindo que as biomoléculas se difundissem através dele antes de atingirem a superfície de detecção. Isso possibilitou à equipe avaliar o desempenho in vitro do sistema, quando os biomarcadores atravessavam uma camada semelhante a um tecido antes de

serem detectados.

O objetivo é combinar a plataforma de sensores com tecnologias que possam coletar pequenas quantidades de fluido biológico de forma minimamente invasiva, oferecendo alternativas ao uso de seringas ou outros métodos de coleta que podem ser dolorosos ou estressantes para os pacientes. Uma possibilidade seria o uso de sistemas baseados em microagulhas, que podem acessar o fluido intersticial, ou seja, o fluido entre as células logo abaixo da superfície da pele, sem a necessidade de coletas de sangue convencionais.

"Sistemas baseados em microagulhas são uma direção promissora para ajudar na coleta ou transporte de fluido do ambiente da ferida ou do tecido circundante, enquanto a plataforma de sensores realiza a análise bioquímica", diz Asgharian. "Isso poderia potencialmente permitir o monitoramento contínuo de biomarcadores relacionados a feridas sem a necessidade de coleta manual repetida de amostras."

<https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2026/03/30/band-aid-inteligente-monitora-o-estado-da-ferida-em-tempo-real-entenda.ghtml>

Veículo: Online -> Portal -> Portal O Globo - Rio de Janeiro/RJ