

IA descomplica análise de tecidos

Técnica identifica fenótipos de doenças com elevada precisão apenas por meio de imagens, sem reagentes nem exames genéticos sofisticados. Estudo publicado em revista científica marca avanço para a medicina mais acessível e personalizada

» RAFAELA BOMFIM*

Um grupo de pesquisadores da Universidade do Arizona, nos Estados Unidos, desenvolveu um método inovador para a identificação de fenótipos em tecidos cancerígenos, utilizando, exclusivamente, imagens obtidas por microscopia óptica sem marcadores e algoritmos de inteligência artificial (IA) baseados em aprendizado profundo. A técnica, descrita em artigo publicado na revista *Biophotonics Discovery*, foi aplicada ao câncer de pâncreas — uma das formas mais letais da doença e obteve uma taxa de acerto superior a 89% na identificação de padrões fenotípicos, sem necessidade de coloração, marcadores químicos ou sequenciamento genético.

Esse avanço promete redefinir a forma como os médicos e cientistas interpretam tecidos biológicos e diagnosticam condições específicas. A descoberta está alinhada com os princípios da medicina de precisão, que busca personalizar o tratamento médico de acordo com as características biológicas específicas de cada paciente. Atualmente, a determinação de fenótipos celulares — ou seja, a identificação das características observáveis de células afetadas por doenças — depende de testes dispendiosos, como imunohistoquímica, sequenciamento genético ou ensaios moleculares complexos. Esses procedimentos, embora eficazes, são inacessíveis para muitos pacientes devido ao alto custo, à complexidade técnica e à necessidade de infraestrutura especializada.

A solução proposta pela equipe norte-americana utiliza uma combinação de tecnologias ópticas e inteligência artificial para contornar essas limitações. O primeiro passo envolve a utilização de microscopia sem marcadores — uma técnica que dispensa o uso de corantes e explora propriedades ópticas naturais dos tecidos. Nessa abordagem, os pesquisadores capturam imagens de amostras biológicas com base em duas respostas ópticas principais: a autofluorescência (emissão natural de luz por biomoléculas) e a geração de segundo harmônico (um fenômeno óptico não linear associado à presença de colágeno, componente fundamental da matriz extracelular).

Em seguida, essas imagens são alinhadas com dados obtidos por transcriptômica espacial — técnica que mapeia a expressão gênica diretamente sobre o tecido, revelando como os genes se comportam em diferentes regiões. Esses mapas servem como referência para treinar um modelo de rede neural profunda, que aprende a reconhecer padrões visuais associados a fenótipos específicos.

Uma vez treinado, o algoritmo é capaz de classificar novos tecidos apenas com base nas imagens ópticas, dispensando completamente os dados genéticos adicionais. O resultado é uma ferramenta de diagnóstico automatizada, rápida, de baixo custo e com precisão próxima à dos métodos convencionais.

Freepik



A descoberta prevê acelerar diagnósticos e a escolha de terapias específicas

O estudo também comparou o desempenho da IA com técnicas tradicionais de análise de imagem. Os métodos convencionais — baseados em análise morfológica, segmentação de estruturas ou extração manual de características — foram incapazes de prever os fenótipos com a mesma eficácia. Isso reforça o papel essencial da inteligência artificial no processo, ao permitir a detecção de padrões sutis e complexos que escapam à observação humana e aos algoritmos clássicos.

Essa capacidade de correlacionar sinais ópticos com fenótipos moleculares sem a intervenção de reagentes químicos representa um avanço importante na integração entre biotecnologia, engenharia óptica e ciência de dados. Trata-se de uma

das primeiras investigações a explorar, de forma direta e com sucesso, a interface entre imagens ópticas não invasivas e perfis genômicos espaciais, sinalizando o surgimento de uma nova geração de ferramentas diagnósticas.

Personalização

Além de sua relevância técnica, a proposta desenvolvida pela equipe de T. Sawyer e S. Guan possui forte apelo prático. Em um cenário global onde o acesso a testes de precisão ainda é limitado a grandes centros médicos ou laboratórios especializados, a possibilidade de utilizar imagens simples — geradas por microscópios ópticos relativamente

Quatro perguntas para

CAIO NEVES, COORDENADOR DA ONCOLOGIA DO HOSPITAL ANCHIETA

Arquivo pessoal



Como o uso de IA e microscopia sem marcadores pode impactar a prática oncológica no Brasil?

O uso combinado de inteligência artificial (IA) e microscopia sem marcadores pode transformar o diagnóstico oncológico no Brasil ao permitir a análise de tecidos com alta precisão e em tempo real, sem a necessidade de corantes ou reagentes. Isso reduz custos, simplifica os processos laboratoriais e acelera o diagnóstico. No contexto brasileiro, essa tecnologia pode viabilizar diagnósticos mais rápidos e precisos, mesmo em áreas com menor infraestrutura. Além disso, favorece decisões terapêuticas mais individualizadas, com a IA identificando padrões específicos nos tecidos, e reduz a dependência de insumos importados, como reagentes e anticorpos.

Essa técnica pode tornar a medicina de precisão mais acessível no SUS?

Sim, essa técnica pode contribuir para tornar a medicina de precisão mais acessível no SUS, desde que seja implantada com planejamento e investimento. A microscopia sem marcadores diminui a necessidade de exames caros e demorados, como testes genéticos complexos. A IA pode automatizar a análise de imagens, aliviando a carga dos patologistas e aumentando a eficiência dos serviços. Em redes públicas como o SUS, pode ser utilizada para triagem e estratificação de pacientes, otimizando o uso de recursos e direcionando terapias-alvo com mais precisão. No entanto, isso depende de investimentos em infraestrutura, capacitação profissional e padronização dos protocolos.

Quais os principais desafios para aplicar esse método na realidade brasileira?

Os principais desafios incluem a

limitação da infraestrutura tecnológica em muitos hospitais públicos, a ausência de padronização e validação clínica dos algoritmos em populações brasileiras, a necessidade de capacitação de profissionais para utilizar e interpretar as tecnologias, o alto custo inicial dos equipamentos e dos sistemas de IA, além de questões éticas e regulatórias como a segurança de dados e a aprovação por órgãos como a Anvisa.

Esse avanço pode melhorar o prognóstico de pacientes com câncer de pâncreas?

Sim, esse avanço tem potencial para melhorar significativamente o prognóstico de pacientes com câncer de pâncreas, especialmente se aplicado ao diagnóstico precoce. Esse tipo de câncer é altamente letal por ser geralmente detectado tardiamente. A IA associada à microscopia sem marcadores pode identificar alterações celulares precoces, classificar o tumor de forma mais precisa e detectar padrões prognósticos não visíveis ao olho humano. Isso pode levar a terapias mais adequadas e a um impacto positivo na sobrevida dos pacientes. **(RB)**

CIBERNÉTICA

Games aceleram a reabilitação motora

Um novo sistema criado por pesquisadores da Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) em parceria com a Escuela Politécnica del Ecuador e os hospitais Asepeyo de Barcelona e Madrid muda os tratamentos de reabilitação dos pacientes com dificuldades motoras nas mãos e punhos realizam sua reabilitação. Trata-se de um conjunto de exergames — jogos de vídeo voltados ao exercício físico — combinados a um controlador eletromecânico capaz de medir e registrar com precisão a evolução do quadro clínico durante o tratamento.

Batizados de “Peter Jumper” e “Andromeda”, os dois jogos do tipo arcade foram criados na plataforma Unity e têm como objetivo tornar mais agradável e envolvente a realização dos movimentos terapêuticos, normalmente repetitivos e cansativos. Os games estimulam a participação ativa dos pacientes ao mesmo tempo em que capturam dados valiosos para os profissionais de saúde, como tempo de resposta, perfis de força, resistência muscular e fadiga.

O diferencial do sistema está no dispositivo físico acoplado, denominado eJamar. Com sensores de alta precisão, ele registra a amplitude dos movimentos e a força de preensão dos dedos e do punho durante as sessões, armazenando automaticamente as métricas para posterior análise médica. Isso permite uma avaliação contínua, detalhada e objetiva dos avanços obtidos, superando as limitações dos métodos convencionais, muitas vezes baseados apenas em observação e anotações manuais.

A iniciativa surgiu após os pesquisadores identificarem uma lacuna importante nos processos de reabilitação. “Percebemos que já existiam jogos para apoiar terapias, mas quase nenhum dispositivo era projetado especificamente para recuperar a funcionalidade das mãos e fortalecer sua musculatura”, explica Andrés Fernando Cella Rosero, do Departamento de Engenharia de Sistemas e Automação da UC3M.

O projeto é financiado por programas de inovação tecnológica como Roboaset, i-REHAB e iRoboCity2030-CM, com

recursos do Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), da Comunidade de Madrid e da União Europeia. Desde a primeira fase de testes, a equipe de desenvolvimento obteve resultados promissores. “Já realizamos diversos testes com pacientes em processo de reabilitação e os avanços são animadores”, relata Edwin Daniel Oña Simbaña, também da UC3M. “Somando 30 minutos de tratamento convencional aos nossos exergames, alguns pacientes dobraram a força de preensão e recuperaram completamente a amplitude de movimento.”

Versátil, a tecnologia pode ser usada em diversos contextos clínicos, incluindo lesões traumáticas, fraturas e distúrbios neurológicos como acidente vascular cerebral (AVC), esclerose múltipla e doença de Parkinson. Outro ponto relevante é a simplicidade de uso do sistema, o que abre caminho para a sua aplicação em telereabilitação, ampliando o alcance dos tratamentos, inclusive em locais onde o acesso à fisioterapia presencial é limitado.

Ao unir ludicidade, precisão tecnológica

UC3M



Exergames: elaborados com o objetivo de exercitar a parte física

e aplicabilidade clínica, o projeto representa uma inovação significativa na área da saúde. Para os pesquisadores, exergames ajudam a reduzir filas por atendimento, personalizar planos terapêuticos e aumentar a

adesão dos pacientes, inclusive em fase de recuperação. Eles incentivam profissionais e instituições a testarem o sistema e contribuir para seu aperfeiçoamento e futura adoção em larga escala. **(RB)**