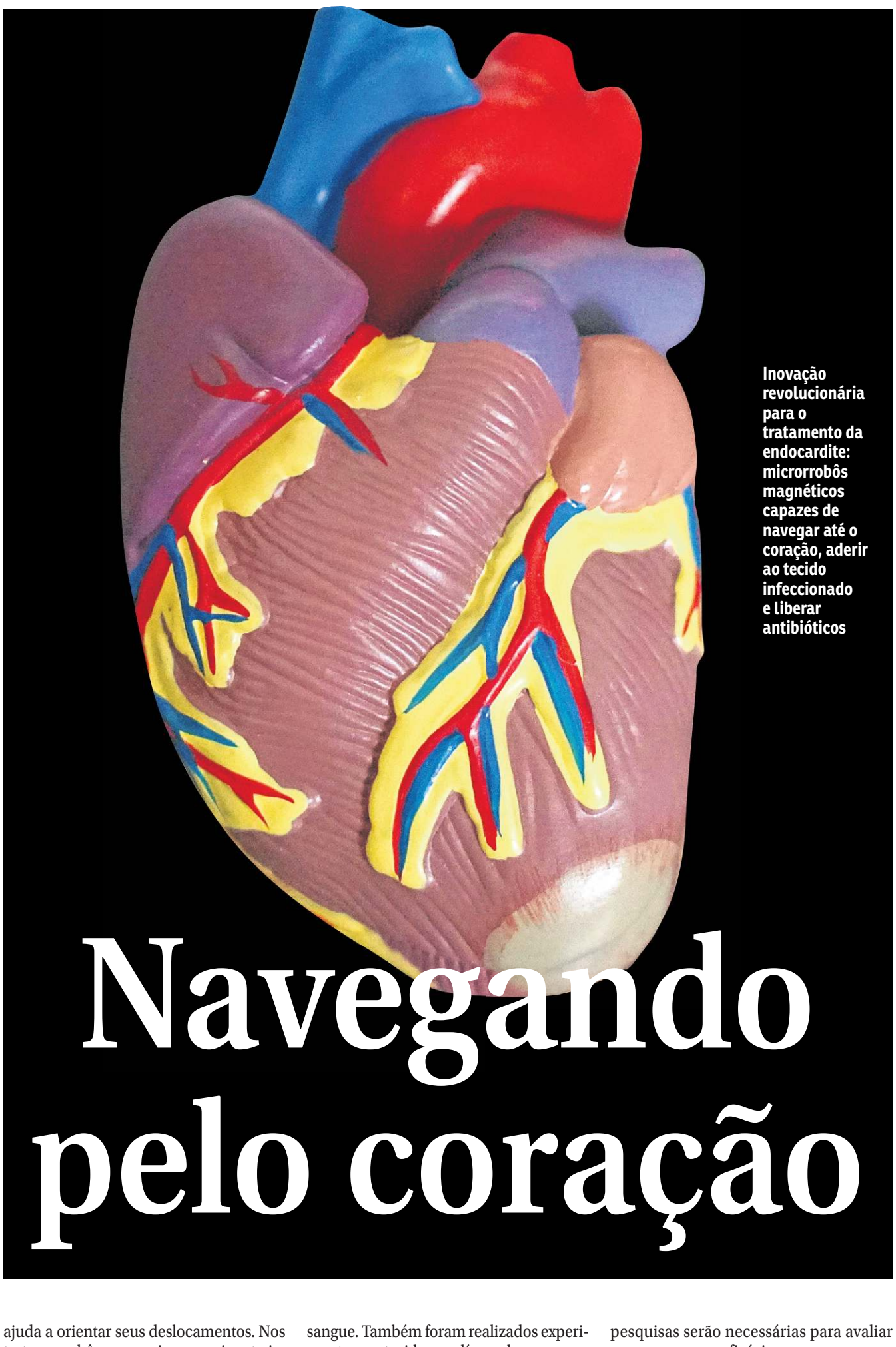
Unsplash

Navegando pelo coração

Pesquisadores norte-americanos criaram técnica promissora para tratar infecções cardíacas. O avanço consiste em microrrobôs magnéticos formados por dois módulos integrados, que grudam na área lesionada para liberar antibióticos com alta precisão



Inovação revolucionária para o tratamento da endocardite: microrrobôs magnéticos capazes de navegar até o coração, aderir ao tecido infeccionado e liberar antibióticos

» RAFAELA LEITE*

Uma inovação desenvolvida na Universidade Johns Hopkins (EUA) tem o potencial de revolucionar o combate a infecções no coração. A solução baseia-se em microrrobôs magnéticos — compostos por dois módulos integrados — que aderem ao tecido cardíaco comprometido para realizar a liberação localizada de antibióticos. Ainda em estágio experimental, a pesquisa foi publicada no periódico *Advanced Material Technologies* e concentra-se na endocardite, quadro inflamatório que afeta as válvulas e o revestimento interno do miocárdio.

A proposta visa superar um grande obstáculo das terapias atuais: a dificuldade de concentrar o medicamento de forma eficiente na região atingida. O tratamento convencional exige de quatro a seis semanas de antibióticos na veia, tornando a cirurgia indispensável quando o organismo não responde aos remédios.

Ainda em fase experimental, a técnica poderá tornar o tratamento da endocardite, doença inflamatória no endocárdio (membrana que reveste o interior do coração e as suas válvulas), mais preciso e menos invasivo.

"Nosso objetivo é desenvolver uma abordagem minimamente invasiva que possa administrar antibióticos diretamente ao tecido cardíaco infectado, potencialmente melhorando a administração local do medicamento e reduzindo a exposição sistêmica. No entanto, essa tecnologia ainda não é uma alternativa clinicamente validada aos antibióticos intravenosos ou à cirurgia", disse ao **Correio** o primeiro autor do estudo Anuruddha Bhattacharjee, que atualmente é professor de robótica e engenharia mecânica em campos relacionados à saúde na Universidade do Alabama em Birmingham. Segundo ele, novos estudos são necessários para avaliar a segurança, a eficácia e os possíveis riscos do método.

Grão de arroz

Chamados de millirobots, os dispositivos têm aproximadamente a largura da ponta de um lápis e o comprimento de um grão de arroz. De acordo com a pesquisa, o sistema é formado por dois módulos que trabalham em conjunto. O primeiro possui uma pequena agulha com saliências que ajudam a penetrar e se prender ao tecido cardíaco. O segundo transporta o medicamento e se conecta magneticamente ao primeiro para liberar o antibiótico na região afetada.

Em testes com materiais que imitam a consistência do tecido cardíaco, o formato da agulha reduziu em 66,7% a força necessária para penetrar no material. Já o módulo responsável pelo transporte consegue liberar pequenas quantidades de líquido, de 22 microlitros, ao longo de três horas, mostra o estudo.

"Nosso sistema consiste em dois robôs em miniatura controlados sem fio por meio de campos magnéticos externos. Um dos robôs foi projetado para penetrar e se fixar no tecido cardíaco próximo ao local-alvo, enquanto o outro transporta a medicação e se acopla ao robô fixado para liberá-la localmente. O módulo que transporta o medicamento pode então ser destacado e substituído, permitindo potencialmente doses repetidas no mesmo local", explicou Bhattacharjee.

O cientista afirmou que essa estrutura permite manter o primeiro dispositivo preso ao tecido enquanto o segundo é retirado e substituído para administrar novas doses. Além disso, os movimentos são controlados por equipamentos externos que geram campos magnéticos, dispensando baterias e motores dentro dos microrrobôs.

A inteligência artificial também participa do processo. Os autores do trabalho dizem que as câmeras acompanham a posição dos dispositivos, enquanto o sistema ajuda a orientar seus deslocamentos. Nos testes, os robôs conseguiram seguir os trajetos com pequenos desvios. Os pesquisadores também obtiveram sucesso na conexão e na separação magnética dos módulos em 100% e 93% das tentativas, respectivamente.

Testes e perspectivas

A equipe avaliou a tecnologia em laboratório, utilizando um modelo de coração artificial feito de agarose, material semelhante a um gel, submetido a movimentos que reproduziam o fluxo pulsante do sangue. Também foram realizados experimentos em tecidos cardíacos de porcos retirados dos animais. Nesses testes, os pesquisadores demonstraram que o primeiro dispositivo consegue penetrar e se fixar no tecido, além de se separar do módulo responsável pelo transporte do medicamento.

Os resultados indicam que os microrrobôs conseguem se movimentar de forma controlada, prender-se ao tecido e liberar medicamentos em condições experimentais. No entanto, a tecnologia ainda não foi testada em seres humanos e não substitui os tratamentos disponíveis. Novas pesquisas serão necessárias para avaliar sua segurança e eficácia.

O cardiologista Fábio Kanamaru diz que os riscos dos microrrobôs ainda não foram quantificados em pacientes. "Como possibilidades a investigar, o dispositivo poderia lesar ou perfurar tecido, desprender-se ou deslocar-se, causar obstrução, trombose, alterações do ritmo cardíaco ou infecção, além de falhar em chegar ao local certo ou liberar a dose adequada." De acordo com Kanamaru, fixar um dispositivo à parede de um coração em movimento e navegar pela circulação são desafios de segurança que precisam ser avaliados antes de qualquer uso clínico.

Além das infecções cardíacas, o sistema poderá, futuramente, ser adaptado para transportar medicamentos até tumores e outras regiões de difícil acesso. A possibilidade de substituir o módulo que leva o remédio também poderá permitir aplicações repetidas no mesmo local, sem a necessidade de posicionar novamente todo o conjunto.

Estagiária sob a supervisão de Marcelo Abreu

Palavra de especialista



Arquivo pessoal

Benefícios e limitações

Se a tecnologia funcionar em pacientes, a administração localizada poderá aumentar a concentração do antibiótico no tecido infectado e reduzir a exposição do restante do organismo ao medicamento. Além disso, em determinadas situações, poderá representar uma alternativa menos invasiva à cirurgia cardíaca aberta. No entanto, esses benefícios ainda são hipóteses, e não foram comprovados em estudos clínicos nem comparados aos tratamentos convencionais. Atualmente, os antibióticos continuam sendo a principal forma de tratar a endocardite. A escolha do medicamento e a duração da terapia dependem do microrganismo responsável pela infecção, da válvula afetada e das condições do paciente. O tratamento costuma durar várias semanas e pode provocar efeitos colaterais, além de complicações associadas ao uso prolongado de acesso venoso. A cirurgia cardíaca é indicada quando a infecção provoca insuficiência cardíaca, não responde adequadamente aos antibióticos ou apresenta risco de embolia, situação em que fragmentos da infecção podem atingir outros órgãos pela corrente sanguínea. Apesar dos riscos, o procedimento permite reparar estruturas danificadas e remover tecidos infectados. Por isso, os microrrobôs não substituiriam necessariamente a intervenção cirúrgica nos casos em que há comprometimento estrutural do coração.

Fábio Kanamaru, *médico cardiologista intervencionista que atende em São Paulo*

MONITORAMENTO AMBIENTAL

Coleira inteligente detecta poluição

O que os animais silvestres respiram durante um incêndio florestal ou ao se aproximarem de uma estrada? Para responder a essa pergunta, pesquisadores da Universidade Estadual do Colorado, nos Estados Unidos, desenvolveram um sensor portátil capaz de medir, em tempo real, a exposição da fauna à poluição atmosférica. Acoplado a coleiras com GPS, o equipamento registra a concentração de partículas no ar e permite relacionar os níveis de poluentes aos deslocamentos e às respostas fisiológicas dos animais.

Batizado de "registrador de fumaça", o dispositivo utiliza um sistema de detecção a laser para identificar partículas finas conhecidas como PM2,5, com diâmetro de até 2,5 micrômetros. Liberados pela queima de vegetação e pela combustão de combustíveis, esses poluentes podem penetrar profundamente no sistema respiratório. A tecnologia, publicada na revista *Methods in Ecology and Evolution*, também permite monitorar regiões remotas, onde a ausência de estações de medição dificulta avaliar a qualidade do ar.

Embora a fumaça dos incêndios florestais possa se espalhar por centenas de quilômetros e permanecer na atmosfera por semanas, seus efeitos sobre os animais que vivem em liberdade ainda são pouco conhecidos. "Sabemos relativamente pouco sobre os impactos da fumaça de incêndios florestais no comportamento dos animais em campo, especialmente como a vida selvagem em liberdade reage a eventos severos de fumaça", disse, em comunicado, o biólogo que projetou o registrador de fumaça enquanto era pesquisador de pós-doutorado no Departamento de Pesca, Vida Selvagem e Biologia da Conservação da Universidade Estadual do Colorado, Adam Parlin.

Alexis Neukirch/Serviço Florestal dos EUA

A coleira no pescoço do veado-mula com sensores mede a qualidade do ar

"Esses dispositivos oferecem uma maneira de entender melhor as consequências da perspectiva da vida selvagem — como identificar refúgios durante eventos de fumaça — o que pode fornecer informações práticas para a conservação e o manejo", explicou o pesquisador.

No estudo, o sensor permanecia ativo por 30 segundos a cada 30 minutos, antes de passar para um modo de baixo consumo de energia. A versão projetada para animais também utiliza bateria e energia solar. O próprio sensor pesa apenas cerca de 26 gramas, ajudando a minimizar o impacto sobre o animal.

Qualidade do ar

Os testes foram feitos em cervos-mula (*Odocoileus hemionus*). Dessa forma, o sensor identificou variações na concentração de partículas conforme a proximidade das estradas. Em outra avaliação, realizada em uma região remota de Utah, as medições chegaram a diferir em uma ordem de magnitude dos registros da estação de monitoramento mais próxima, situada a 20 quilômetros. A discrepância evidencia que os equipamentos convencionais podem não representar com precisão a exposição dos animais em seus próprios habitats.

De código aberto, o sensor também pode ser adaptado para monitorar outros poluentes e condições ambientais, como temperatura e umidade. Com isso, os pesquisadores esperam identificar áreas que funcionam como refúgios naturais e compreender melhor como a poluição atmosférica interfere na saúde e no comportamento da vida selvagem.