

Sensoriamento óptico como ferramenta não destrutiva para avaliação da descclularização renal

Autores: Luis Miguel Mariani Kock¹; Raquel Ahnert Aguiar Evangelista¹; Ezio Henrique Da Silva Gomes¹; Tadeu Ériton Caliman Zanardo¹; Airlane Pereira Alencar²; Breno Valentim Nogueira¹;

Instituição: 1. Universidade Federal do Espírito Santo - Vitória - ES - Brasil; 2. Universidade de São Paulo - São Paulo - SP - Brasil.

Introdução: A escassez de rins para transplante é um desafio global. Em 2024, mais de 33 mil pessoas aguardavam por um rim no Brasil, mas apenas cerca de 6.300 transplantes foram realizados. Nos Estados Unidos, mais de 90 mil estavam na fila, com cerca de 27.700 procedimentos feitos¹. Nesse sentido, a bioengenharia tecidual surge como uma alternativa promissora, especialmente com a descclularização, que remove os componentes celulares imunogênicos preservando a matriz extracelular (MEC). No entanto, os métodos padronizados de avaliação de arcabouços de órgãos descclularizados, como a quantificação de DNA e análise histológica, envolvem métodos destrutivos do tecido, inviabilizando seu uso posterior. Assim, torna-se essencial desenvolver ferramentas não destrutivas de avaliação da descclularização renal. **Objetivo:** Portanto, este estudo propõe o monitorar, por meio de sensoriamento óptico, em tempo real o processo de descclularização de rins, correlacionando perfis ópticos com a quantidade de DNA residual. **Material e Método:** Foram utilizados ratos Wistar adultos (60–90 dias) (CEUA/UFES nº 01/2020). Após eutanásia e nefrectomia, um dos rins foi destinado à descclularização. O rim foi acoplado a um sistema de sensoriamento óptico, desenvolvido pelo Núcleo de Bioengenharia Tecidual da UFES³, via artéria renal e submetido à perfusão sequencial com PBS, SDS 1%, água destilada, Triton X-100 1%, ácido peracético 0,5% e PBS estéril. O sensor óptico captava os fótons emitidos, processando-os via placa de prototipagem que os transformavam em valores de tensão, que por sua vez eram plotados em forma de gráfico no software Matlab®. **Resultados e Discussão:** Os rins descclularizados (n=13) apresentaram redução média de 99,80% do seu conteúdo de DNA, representando uma média de 159,31 ng de DNA/mg de tecido seco - valor três vezes maior do que o padrão definido na literatura^{2,4}. O sistema de monitoramento óptico registrou perfis únicos em formato de curva “S” para cada descclularização. A modelagem matemática, baseada no modelo de Gadagkar e Call³, demonstrou bom ajuste das curvas, sendo o parâmetro X_0 o mais correlacionado com o percentual de DNA removido (62%). As análises histológicas reforçaram os achados ópticos: a coloração de Hematoxilina e Eosina mostrou ausência de núcleos e citoplasma nos tecidos descclularizados e a coloração de Picrosirius red evidenciou a preservação das fibras colágenas. A correlação entre os dados ópticos, a quantificação de DNA e os achados histológicos valida a metodologia proposta. **Conclusões:** O sistema de sensoriamento óptico demonstrou-se uma ferramenta eficiente, precisa e não destrutiva para avaliar a descclularização de rins. Entretanto, adaptações nos protocolos de descclularização devem ser feitas a fim de diminuir ainda mais a quantidade residual de DNA nos arcabouços renais. Essa abordagem tem potencial para otimizar a utilização de arcabouços descclularizados e contribuir para o avanço da bioengenharia de órgãos e enfrentamento da escassez de rins para transplantes. Declaração de conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesses financeiros, acadêmicos, comerciais, políticos ou pessoais que possam ter influenciado o desenvolvimento, a condução ou a interpretação dos dados apresentados neste estudo. Financiamento e Agradecimentos: Agradecimentos à Fundação de Apoio à Pesquisa do Espírito Santo, FAPES pelo apoio financeiro (FAPES/PRONEM: CNPq/FAPES Nº 06/2019, T.O. 508/2020). Também há gratidão pelo Laboratório Multiusuário de Análises Biomoleculares (LABIOM) por ceder o uso de equipamentos que possibilitaram análises cruciais do projeto e a equipe do Núcleo de Bioengenharia Tecidual (NBT) que como um todo ofereceu o apoio técnico e teórico necessário para a realização do projeto.

Palavras-chave: Bioengenharia tecidual; Descclularização; Matriz extracelular; Perfil Óptico

Referências Bibliográficas

1. Brasil. Rim lidera fila de transplantes no Brasil: entenda por quê [Internet]. Metrôpoles; 2024 fev 22 [citado 2025 abr 9]. Disponível em: <https://www.metropoles.com/saude/rim-maior-fila-de-transplante-brasil>
2. Crapo PM, Gilbert TW, Badylak SF. An overview of tissue and whole organ decellularization processes. *Biomaterials*. 2011;32(12):3233–43.
3. Gadagkar SR, Call GB. Computational tools for fitting the Hill equation to dose–response curves. *J Pharmacol Toxicol Methods*. 2015;71:68–76.
4. Pereira RHA, et al. A non-linear mathematical model using optical sensor to predict heart decellularization efficacy. *Sci Rep*. 2019;9(1):12211.