الأغشية الحيوية البكتيرية في حصى الكُلى

أ.د. عبدالرؤوف علي المناعمة

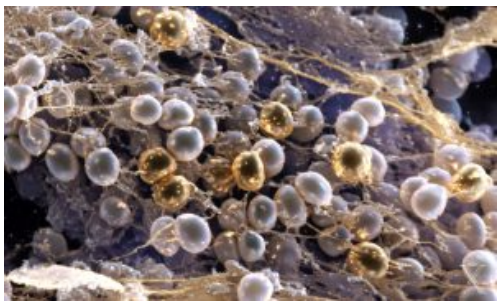
2026-04-07

حصى الكلى (Kidney Stones) هي من الأمراض الشائعة التي يعاني منها ملايين الأشخاص حول العالم. وعلى الرغم من أن العديد من الدراسات السابقة كانت تشير إلى أن حصى الكلى تتكون من بلورات (crystals) فقط، إلا أن هناك اكتشافًا علميًا حديثًا غيّر هذا الفهم التقليدي.

فقد تم العثور على وجود الأغشية الحيوية للبكتيريا داخل تركيبة الحصى، مما قد يُغيّر طريقة تعاملنا مع هذه الحالة الصحية، ويفتح بابًا جديدًا لفهم كيفية تكوّن الحصى وطرق الوقاية منها.

ما هي الأغشية الحيوية البكتيرية؟

الأغشية الحيوية (Biofilms) هي طبقات من البكتيريا التي تلتصق على الأسطح وتتجمع في شبكة من المواد التي تفرزها البكتيريا نفسها، مثل الـDNA الخارجي، والبوليسكاريد اللزج، والدهون. هذه الأغشية توفر بيئة مستقرة للبكتيريا وتمنحها القدرة على البقاء على قيد الحياة في بيئات قاسية، مثل الأسطح المعدنية أو البلورية. ومن المعروف أن الأغشية الحيوية تجعل البكتيريا أكثر مقاومة للمضادات الحيوية والعوامل القاتلة، وتسمح لها بالتكاثر في بيئات غير مناسبة عادة.



شكل 1: صورة من المجهر الإلكتروني الماسح توضح تشكيل خلايا بكتيرية للغشاء الحيوي (Biofilm)

كيف اكتُشف وجود هذه الأغشية في حصى الكلى؟

على الرغم من أن حصى الكلى المكونة من أكسالات الكالسيوم (calcium oxalate) كانت تُعتبر غير حيوية، ففي دراسة حديثة استخدم العلماء تقنيات متقدمة مثل المجهر الإلكتروني الماسح (Scanning Electron Microscope)

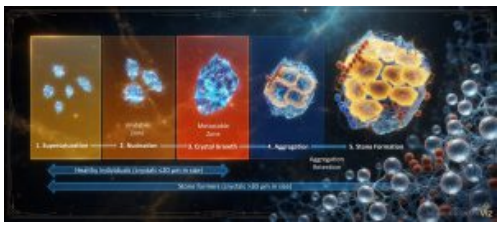
والمجهر الفلوري (Fluorescence Microscopy) لدراسة تركيبة حصى الكلى. ومن خلال هذه الفحوصات، تبين أن هناك وجودًا واضحًا للأغشية الحيوية البكتيرية داخل طبقات البلورات المعدنية.

في البداية، كان يُعتقد أن حصى الكلى تتكون فقط من تجمعات بلورية غير حية، ولكن هذا الاكتشاف الجديد أظهر أن البكتيريا تشكّل جزءًا من هذا التكوين، حتى في الحالات التي كانت تُعتبر "غير معدية" سريريًا.

التأثيرات المحتملة للأغشية الحيوية البكتيرية في حصى الكلى

دور البكتيريا في تكوين الحصى

من المثير للاهتمام أن وجود الأغشية الحيوية قد يلعب دورًا في تعزيز تكوين الحصى، حيث تعمل هذه الأغشية كمواقع لتجمع البلورات المعدنية، مما يزيد من احتمالية تكوّن الحصى. ويُعتقد أن البكتيريا قادرة على تعديل التوازن الكيميائي في البول، مما يعزز تكوّن البلورات مثل أكسالات الكالسيوم. هذه العملية قد تكون أكثر تعقيدًا من مجرد تراكم البلورات، بل هي تفاعل حي بين المعادن والبكتيريا.



شكل 2: تكوُّن الحصوات من خلال نمو البلورات ضمن العملية الفيزيائية - الكيميائية

استمرار تكوّن الحصى وتكراره

تُظهر الدراسات أن البكتيريا الموجودة داخل الحصى قد تساهم في تجدد تكوين الحصى، وهو ما يفسر لماذا يعاني بعض المرضى من تكرار حصى الكلى رغم العلاجات المتبعة. على سبيل المثال، يمكن أن تنمو البكتيريا داخل الحصى على شكل "أغشية حيوية" تحفّز مزيدًا من التراكم البلوري. وهذا يفتح الباب أمام فهم أعمق لآلية تكوّن الحصى وكيفية تأثرها بالبكتيريا.

العدوى الناتجة عن تفتيت الحصى

عند تفتيت الحصى (من خلال lithotripsy) أو عند مرور الحصى عبر المسالك البولية، قد تتحرر الأغشية الحيوية البكتيرية، مما يؤدي إلى حدوث عدوى. وتُعد هذه العدوى أكثر مقاومة للعلاج بسبب قدرة البكتيريا على البقاء على قيد الحياة داخل الأغشية الحيوية، مما يعقّد العلاج ويزيد من صعوبة التخلص من العدوى بشكل كامل.

ماذا يعني هذا الاكتشاف بالنسبة للوقاية والعلاج؟

إعادة التفكير في الوقاية والعلاج

يُظهر هذا الاكتشاف أن الوقاية من حصى الكلى قد لا تقتصر فقط على تقليل تراكم البلورات في البول، بل يجب أيضًا أن تتضمن إدارة ومكافحة الأغشية الحيوية البكتيرية. وقد يساعد ذلك في تطوير أدوية أو علاجات تستهدف هذه الأغشية بشكل مباشر، مما يقلل من تكوّن الحصى ويساعد في منع تكرارها.

تحسين التشخيص

من خلال هذه النتائج، قد تصبح الفحوصات السريرية أكثر شمولًا لتشمل فحص وجود البكتيريا داخل الحصى، حتى في الحالات التي تكون فيها الفحوصات التقليدية سلبية. وهذا قد يساعد في تحسين التشخيص والعلاج، وفتح الأفق لفهم أعمق حول العلاقة بين البكتيريا وحصى الكلى.

فتح آفاق جديدة في طب المسالك البولية

إن اكتشاف وجود الأغشية الحيوية للبكتيريا كجزء من تكوين حصى الكلى يمثل طفرة علمية يمكن أن تقلب الفهم التقليدي حول كيفية تكوّن الحصى. كما أنه يفتح أبوابًا لفهم دور البكتيريا في تكرار تكوّن الحصى والتسبب في العدوى المرتبطة بها. ومن خلال هذا الفهم الجديد، يمكن أن تصبح الوقاية والعلاج أكثر دقة وفعالية، مما يساعد في التقليل من التأثيرات السلبية لهذه الحالة الصحية الشائعة.

هذا الاكتشاف ليس مجرد نقطة تحول في فهمنا لحصى الكلى، بل هو أيضًا تذكير بأهمية البحث العلمي المستمر في فتح آفاق أوسع للطب وتقديم حلول مبتكرة للتعامل مع الأمراض المزمنة والمتكررة.

مصادر

Schmidt WC, Mousavi A, Li J, et al. Intercalated bacterial biofilms are intrinsic internal components of calcium-based kidney stones. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 2026, Vol. 123, No. 5, e2517066123. Published January 26, 2026. https://doi.org/10.1073/pnas.2517066123

Mohankumar, A., Ganesh, R., & Shanmugam, P. (2024). Exploring the connection between bacterial biofilms and renal calculi: A comprehensive review. Journal of Pure and Applied Microbiology, 18(4), 2262–2283. https://doi.org/10.22207/JPAM.18.4.44

تواصل مع الكاتب: elmanama_144@yahoo.com