

Medienmitteilung, 29. April 2025

Ultraschall und Flimmerhärchen zur Reinigung implantierter Stents und Katheter

Ein interdisziplinäres Forschungsteam der Universität Bern, des Inselspitals, Universitätsspital Bern und der ETH Zürich hat eine innovative Technologie entwickelt, mit der implantierte medizinische Geräte wie Harnwegstents und -katheter nicht-invasiv mittels Ultraschallaktivierung durch die Haut gereinigt werden können. Dies könnte die Lebensqualität von Patientinnen und Patienten erheblich verbessern und gleichzeitig die finanzielle Belastung des Gesundheitssystems verringern.

Harnwegstents und -katheter sind in der Human- und Veterinärmedizin weit verbreitet und dienen der Ableitung von Urin in oder aus der Blase. Ureterstents werden eingesetzt, wenn der Harnleiter, d.h. der Gang zwischen Niere und Blase, durch Tumore, Schwangerschaft, Steine oder anatomische Verengungen blockiert ist. Verstopfungen durch bakteriellen Biofilm oder kristalline Ablagerungen – sogenannte Verkrustungen – zählen zu den häufigsten Komplikationen nach der Implantation. Diese Ablagerungen entstehen an Innen- und Aussenwänden solcher Stents und Katheter und können schmerzhafte Infektionen oder gar Versagen dieser Geräte verursachen. Um diese Probleme zu vermeiden, müssen Harnwegstents und -katheter alle zwei bis sechs Monate ausgetauscht werden, was nicht nur die Lebensqualität der Betroffenen erheblich einschränkt, sondern auch zu einer grossen Belastung der Spitäler und hohen Kosten führt.

In einer aktuellen Studie unter der Leitung von PD Dr. Francesco Clavica vom ARTORG Center for Biomedical Engineering Research der Universität Bern und der Universitätsklinik für Urologie am Inselspital, Universitätsspital Bern, sowie Prof. Daniel Ahmed aus der Gruppe Acoustic Robotics for Life Sciences and Healthcare der ETH Zürich hat das interdisziplinäre Team die Architektur und die Strömungsverhältnisse von gestenteten Harnleitern nachgebildet. Sie konnten zeigen, dass durch Ultraschall aktivierte künstliche Flimmerhärchen auf der Oberfläche des Stents Biofilme und Verkrustungen effizient entfernen können. Die Ergebnisse wurden soeben in der Fachzeitschrift *PNAS* veröffentlicht.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit am Medizinalstandort Bern

«Mit Unterstützung des Innovation Office der Universität Bern haben wir die Grundlagenforschung meiner ETH-Doktorarbeit in eine anwendungsnahe Technologie überführt», erklärt Dr. Cornel Dillinger, UniBE Venture Fellow. Er teilt sich die Erstautorenschaft mit Pedro Amado, beide vom ARTORG Center for Biomedical Engineering Research der Universität Bern. Die Forschenden

möchten neue medizinische Geräte mit winzigen Flimmerhärchen an den Innen- und Aussenwänden ausstatten, die durch gezielte Ultraschallreize eine reinigende Strömung erzeugen, die Bakterien und Kristalle von den Oberflächen löst und wegspült. Auf diese Weise könnten Stents und Katheter nicht-invasiv gereinigt werden, was das Risiko einer Verstopfung deutlich verringern würde.

Effiziente Reinigung durch Ultraschall

Die Forschenden konnten zeigen, dass Ultraschallwellen, die auf glatte Oberflächen treffen, kaum Strömung erzeugen. Weist die Oberfläche hingegen markante Mikrostrukturen auf, wie z.B. Flimmerhärchen, entsteht eine sehr effiziente Strömung, die als akustische Strömung bezeichnet wird. Die Ergebnisse der Mikrofluidik-Experimente übertrafen die Erwartungen der Forschenden bei weitem. «In allen Tests konnten typische Verkrustungen und Biofilme, wie sie in Harnwegstents und -kathetern vorkommen, mit unserer Technologie innerhalb von Minuten oder sogar Sekunden entfernt werden», erklärt Daniel Ahmed, Ko-Leiter der Studie. Diese Technologie könnte nicht nur in der Urologie, sondern auch in anderen Bereichen wie beispielsweise der Viszeralchirurgie oder der Tiermedizin eingesetzt werden, wo die Reinigung implantierter medizinischer Geräte ebenfalls entscheidend ist.

Ein Blick in die Zukunft

Die nicht-invasive Reinigung durch Ultraschallaktivierung birgt das Potential, invasive Folgeeingriffe zu reduzieren und damit sowohl die Lebensqualität von Patientinnen und Patienten zu verbessern als auch das Gesundheitssystem zu entlasten. Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie sind vielversprechend. «Bis zu einem marktreifen Produkt, von dem die Betroffenen profitieren können, ist es jedoch noch ein weiter Weg», betont Francesco Clavica, Ko-Leiter der Studie. Mit einem BRIDGE-Beitrag des Schweizerischen Nationalfonds über 2 Millionen Franken wird nun ein Prototyp entwickelt, der in Tiermodellen getestet werden soll. «Wir denken bereits jetzt über Fragen der Skalierbarkeit und nachhaltigen Produktion nach», fügt Clavica an.

Längerfristig plant das Forschungsteam die Gründung eines Spin-off-Unternehmens. «Die bahnbrechenden Ergebnisse unseres Projekts sind ein Beispiel für die erfolgreiche interdisziplinäre Zusammenarbeit am Medizinalstandort Bern – zwischen Forschenden der Universität Bern, klinischen Experten und Expertinnen des Inselspitals und dem sitem-insel, dem Schweizerischen Institut für translationale Medizin und Unternehmertum, das neue Lösungen an die Patientinnen und Patienten bringt», so Clavica abschliessend.

Angaben zur Publikation:

Ultrasound-activated cilia for biofilm control in indwelling medical devices. By Pedro Amado, Cornel Dillinger, Chaimae Bahou, Ali Hashemi Gheinani, Dominik Obrist, Fiona Burkhard, Daniel Ahmed, Francesco Clavica. In: Proc Natl Acad Sci USA, 29.04.2025

DOI: [10.1073/pnas.2418938122](https://doi.org/10.1073/pnas.2418938122)

Kontakt:

PD Dr. Francesco Clavica

ARTORG Center for Biomedical Engineering Research, Universität Bern und Universitätsklinik für Urologie, Inselspital, Universitätsspital Bern

Tel: + 41 31 684 14 28

E-Mail: francesco.clavica@artorg.unibe.ch

Prof. Dr. Daniel Ahmed

Acoustic Robotics for Life Sciences and Healthcare, ETH Zürich

Tel: +41 44 632 98 13

E-Mail: dahmed@ethz.ch

Urogenital Engineering Gruppe am ARTORG Center for Biomedical Engineering Research

Die Gruppe Urogenital Engineering (UGE) konzentriert sich auf die Entwicklung innovativer Technologien zum besseren Verständnis und zur Behandlung von Erkrankungen der Harnwege, von denen viele die Gesundheit und Lebensqualität der Patienten erheblich beeinträchtigen. Diese Erkrankungen treten besonders häufig bei älteren Menschen auf, einer schnell wachsenden Bevölkerungsgruppe, und ihre Behandlung und Langzeitpflege tragen erheblich zu den Gesundheitskosten bei. Die UGE-Gruppe hat neuartige Diagnosewerkzeuge entwickelt, darunter fortschrittliche Katheter zur minimalinvasiven Untersuchung der Harnwege und Analysemethoden zur Früherkennung abnormaler Blasenkontraktionen. Die Forschung von UGE hat auch zur Entwicklung einer hochmodernen Testplattform für Harnröhrenstents und -katheter sowie von URODEA geführt, dem ersten nicht-invasiven Gerät, das Patienten und Patientinnen mit unteraktiver Blase bei der Blasenentleerung helfen soll.

Weitere Informationen: https://www.artorg.unibe.ch/forschung/index_ger.html

Das Venture Fellowship Programm der Universität Bern

Das Venture Fellowship Programm der Universität Bern ermöglicht jährlich Jungforscherinnen und Jungforschern während eines Jahres ihre translationale Forschung weiterzuführen, um die technische Machbarkeit (Proof-of-Concept) ihrer Projekte zu prüfen und die Vermarktung entsprechend vorzubereiten. Das Innovation Office der Universität Bern unterstützt sie dabei mit Beratung, Mentoring und Vernetzung, in Kooperation mit be-advanced – der Startup-Coaching Plattform des Kantons Bern. Die mit je 100'000 Franken dotierten Fellowships werden gemeinschaftlich durch die Universität Bern, das ARTORG Center for Biomedical Engineering Research und das Inselspital finanziert. Ferner unterstützt das Institut für Geistiges Eigentum (IGE) das Programm mit begleiteten Patentrecherchen und Patentumfeldanalysen. Der nächste Aufruf zur Einreichung von Vorschlägen wird im September 2025 veröffentlicht.

Weitere Informationen:

https://www.unibe.ch/forschung/foerdermittel_und_preise/unibe_foerdergefaesse/venture_fellowship/index_ger.html

