

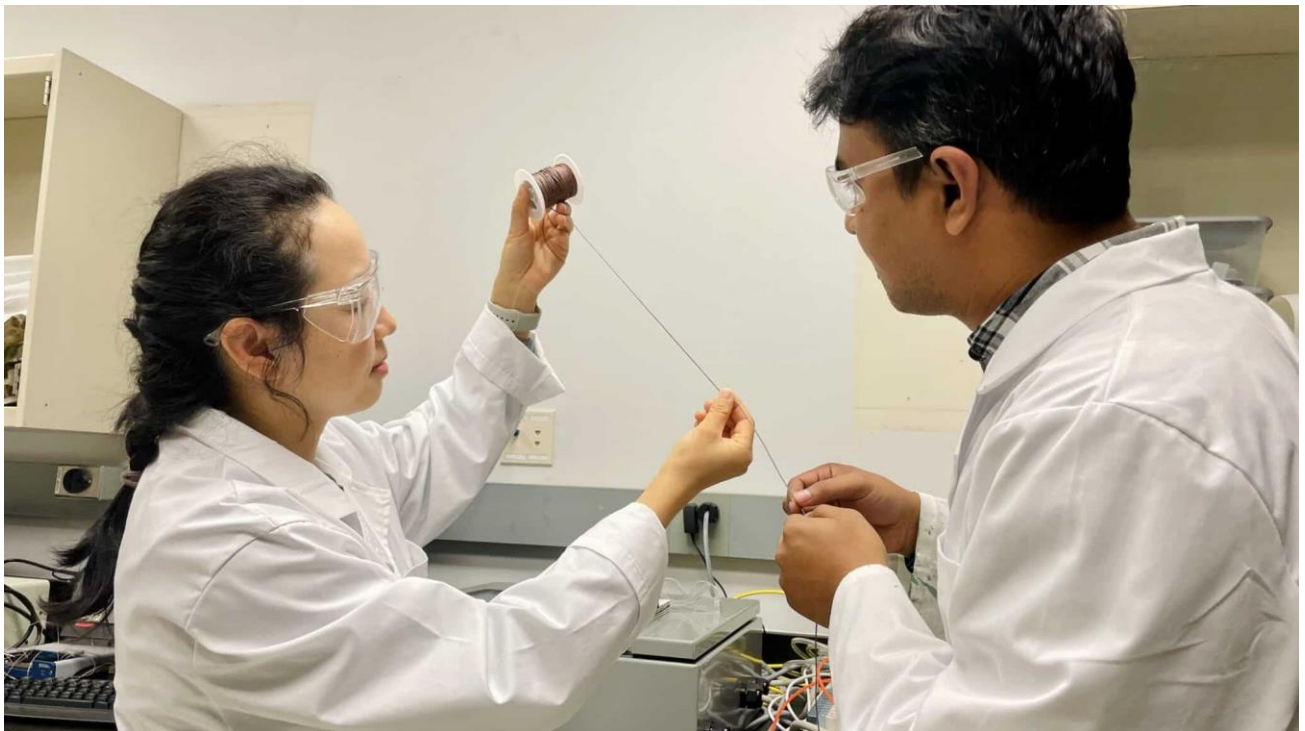


Wilson College News

In zwei neuen Studien haben Forschende der North Carolina State University eine Serie von Textilfasern entwickelt und getestet, die ihre Form verändern und wie ein Muskel Kraft erzeugen können. In der [ersten Studie](#) untersuchten die Forscher den Einfluss der Materialien auf die Stärke und die Kontraktionslänge der künstlichen Muskeln. Die Forschungsergebnisse könnten helfen, die Fasern für verschiedene Anwendungen anzupassen.

In der [zweiten Studie](#), der Proof-of-Concept-Studie, testeten die Forscher ihre Fasern als Gerüst für lebende Zellen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die als „Faserroboter“ bezeichneten Fasern möglicherweise zur Entwicklung von 3D-Modellen lebender, sich bewegender Systeme im menschlichen Körper verwendet werden könnten.

„Wir haben festgestellt, dass unser Faserroboter ein sehr geeignetes Gerüst für Zellen ist. Um eine geeignetere Umgebung für die Zellen zu schaffen, können wir die Frequenz und das Kontraktionsverhältnis verändern,“ sagte Muh Amdadul Hoque, Doktorand in Textiltechnik, Chemie und Wissenschaft an der NC State. „Dies waren Proof-of-Concept-Studien; letztendlich ist es unser Ziel, herauszufinden, ob wir diese Fasern als Gerüst für Stammzellen nutzen oder sie in zukünftigen Studien zur Entwicklung künstlicher Organe verwenden können.“



Die Textilforscher Xiaomeng Fang und Muh Amdadul Hoque untersuchen künstliche Muskelfasern.

© Akanksha Pragma, NC State.

Die Forscher stellten die formverändernden Fasern her, indem sie einen ballonartigen Schlauch aus einem gummiähnlichen Material in eine geflochtene Textilhülle einkapselten. Wird der im Innern befindliche Ballon

mit einer Luftpumpe aufgeblasen, dehnt sich der geflochtene Mantel aus, wodurch er sich verkürzt.

Die Forschenden maßen die Kraft und die Kontraktionsraten von Fasern aus verschiedenen Materialien, um den Zusammenhang zwischen Material und Performance zu verstehen. Sie stellten fest, dass stärkere Garne mit größerem Querschnitt eine stärkere Kontraktionskraft erzeugen. Darüber hinaus fanden sie heraus, dass das für die Herstellung des Ballons verwendete Material einen Einfluss auf die Stärke der Kontraktion und die erzeugte Kraft ausübte.



Xiaomeng Fang
Assistenzprofessorin

„Wir haben nachgewiesen, dass wir die Materialeigenschaften an die erforderliche Leistung des Geräts anpassen können“, so Xiaomeng Fang, Assistenzprofessorin für Textiltechnik, Chemie und Wissenschaft an der NC State. „Wir haben auch gezeigt, dass wir dieses Gerät klein genug machen können, so dass wir es potenziell bei der Herstellung von Textilien und anderen Textilanwendungen einsetzen können, unter anderem in Wearables und Hilfsmitteln.“



Die Forscher stellten formverändernde Fasern her, indem sie einen ballonartigen Schlauch in eine geflochtene Textilhülle einkapselten. ©: Muh Amdadul Hoque.



Jessica Gluck
Assistenzprofessorin

In einer Folgestudie untersuchten die Forschenden, ob sie die formverändernden Fasern als Gerüst für Fibroblasten verwenden könnten, eine Zellart, die in Bindegewebe vorkommt und andere Gewebe oder Organe stützt.

„Die Dehnung soll die dynamischen Bewegungen des Körpers imitieren“, sagt Jessica Gluck, Assistenzprofessorin für Textiltechnik, Chemie und Wissenschaft an der NC State University und Mitautorin der Studie.

Die Wissenschaftler untersuchten die Reaktion der Zellen auf die Bewegung der formverändernden Fasern sowie auf die verschiedenen Materialien, die bei der Faserstruktur verwendet wurden. Sie fanden heraus, dass die Zellen in der Lage waren, die Flechthülle des Faserrobots zu bedecken und sogar zu durchdringen, stellten jedoch eine Abnahme der Stoffwechselaktivität der Zellen fest, wenn die Kontraktion des Faserrobots über ein bestimmtes Maß hinaus anhielt, im Vergleich zu einer Einheit aus demselben Material, die sie stationär hielten.

The researchers are interested in building on the findings to see if they could use the fibers as a 3D biological model, and to investigate whether movement would impact cell differentiation. They said their model would be an advance over other existing experimental models that have been developed to show cellular response to stretching and other motion, since they can only move in two dimensions.

Die Ergebnisse sollen weiter ausgebaut werden, um zu sehen, ob die Fasern als biologisches 3D-Modell verwendet werden können, und weiter, um zu untersuchen, ob die Bewegung die Zellteilung beeinflussen würde. Ihr Modell wäre ein Fortschritt gegenüber anderen experimentellen Modellen, die entwickelt wurden, um die Reaktion von Zellen auf zweidimensionale Dehnung und andere Bewegungen zu zeigen.



Graphic: Gordon Johnson,
Pixabay

„Wenn man Zellen dehnen oder belasten will, legt man sie normalerweise auf eine Kunststoffschale und dehnt sie in eine oder zwei Richtungen“, sagte Gluck. „In dieser Studie konnten wir zeigen, dass die Zellen in dieser dynamischen 3D-Kultur bis zu 72 Stunden überleben können.“

„Dies ist besonders nützlich für Stammzellen“, fügte Gluck hinzu. „In Zukunft könnten wir untersuchen, was auf zellulärer Ebene bei mechanischer Belastung passiert. Man könnte Muskelzellen betrachten und sehen, wie sie sich entwickeln, oder analysieren, wie die mechanische Einwirkung zur Zellteilung beitragen würde.“

Die Studie „Effect of Material Properties on Fiber-Shaped Pneumatic Actuators Performance“ wurde am 18. März in *Actuators* veröffentlicht. Emily Petersen war Mitautorin. Die Studie wurde durch eine Anschubfinanzierung gefördert, die Fang vom Department of Textile Engineering, Chemistry and Science der NC State University erhielt.

Die Studie mit dem Titel „Development of a Pneumatic-Driven Fiber-Shaped Robot Scaffold for Use as a Complex 3D Dynamic Culture System“ (Entwicklung eines pneumatisch angetriebenen faserförmigen Robotgerüsts zur Verwendung als komplexes dynamisches 3D-Kultursystem) wurde am 21. April online in *Biomimetics* veröffentlicht. Neben Gluck, Hoque und Fang gehörten Nasif Mahmood, Kiran M. Ali, Eelya Sefat, Yihan Huang, Emily Petersen und Shane Harrington zu den Co-Autoren. Die Studie wurde vom NC State Wilson College of Textiles, der Abteilung für Textiltechnik, -chemie und -wissenschaft sowie dem Wilson College of Textiles Research Opportunity Seed Fund Program finanziert.

Quelle: North Carolina State University, Laura Oleniacz

Effect of Material Properties on Fiber-Shaped Pneumatic Actuators Performance

Authors: Muh Amdadul Hoque, Emily Petersen and Xiaomeng Fang

Published: March 18, 2023, *Actuators*

DOI: [10.3390/act12030129](https://doi.org/10.3390/act12030129)

Abstract: Thin fiber-shaped pneumatic artificial muscle (PAM) can generate contractile motions upon stimulation, and it is well known for its good compliance, high weight-to-power ratio, resemblance to animal muscle movements, and, most importantly, the capability to be integrated into fabrics and other textile forms for wearable devices. This fiber-shaped device, based on McKibben technology, consists of an elastomeric bladder that is wrapped around by a braided sleeve, which transfers radial expansion into longitudinal contraction due to the change in the sleeve's braiding angle while being inflated. This paper investigates the effect of material properties on fiber-shaped PAM's behavior, including the braiding yarn and bladder's dimensional and mechanical properties. A range of samples with combinations of yarn and bladder parameters were developed and characterized. A robust fabrication process verified through several calibration and control experiments of PAM was applied, which ensured a more accurate characterization of the actuators. The results demonstrate that material properties, such as yarn stiffness, yarn diameter, bladder diameter, and bladder hardness, have significant effects on PAMs' deformation strains and forces generated. The findings can serve as fundamental guidelines for the future design and development of fiber-shaped pneumatic actuators.

Development of a Pneumatic-Driven Fiber-Shaped Robot Scaffold for Use as a Complex 3D Dynamic Culture System

Authors: Muh Amdadul Hoque*, Nasif Mahmood*, Kiran M. Ali, Eelya Sefat, Yihan Huang, Emily Petersen, Shane Harrington, Xiaomeng Fang and Jessica M. Gluck

*contributed equally

Published: April 21 2023, *Biomimetics*

DOI: [10.3390/biomimetics8020170](https://doi.org/10.3390/biomimetics8020170)

Abstract: Cells can sense and respond to different kinds of continuous mechanical strain in the human body. Mechanical stimulation needs to be included within the in vitro culture system to better mimic the existing complexity of in vivo biological systems. Existing commercial dynamic culture systems are generally two-dimensional (2D) which fail to mimic the three-dimensional (3D) native microenvironment. In this study, a pneumatically driven fiber robot has been developed as a platform for 3D dynamic cell culture. The fiber robot can generate tunable contractions upon stimulation. The surface of the fiber robot is formed by a braiding structure, which provides promising surface contact and adequate space for cell culture. An in-house dynamic stimulation using the fiber robot was set up to maintain NIH3T3 cells in a controlled environment. The biocompatibility of the developed dynamic culture systems was analyzed using LIVE/DEAD™ and alamarBlue™ assays. The results showed that the dynamic culture system was able to support cell proliferation with minimal cytotoxicity similar to static cultures. However, we observed a decrease in cell viability in the case of a high strain rate in dynamic cultures. Differences in cell arrangement and proliferation were observed between braided sleeves made of different materials (nylon and ultra-high molecular weight polyethylene). In summary, a simple and cost-effective 3D dynamic culture system has been proposed, which can be easily implemented to study complex biological phenomena in vitro.