Новый метод нанотомографии, разработанный группой ученых из Технического университета Мюнхена (Technische Universitaet Muenchen - TUM), Института Пауля Шеррера (Paul Scherrer Institute – PSI) и Федеральной политехнической школы Цюриха (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich - ETH Zurich), открывает двери исследованиям мельчайших структур с наномасштабным разрешением с помощью компьютерной томографии.

Становится возможным получение детального трехмерного изображения тонких костных структур. Первое изображение, полученное исследователями с помощью КТ-визуализации, опубликовано в журнале *Nature*. Новый метод будет способствовать прогрессу как в биологических науках, так и в материаловедении.

Остеопороз, заболевание, при котором кости становятся ломкими и хрупкими из-за потери плотности, одно из самых распространенных заболеваний, связанных с процессом их старения. В Германии оно затрагивает состояние здоровья около четверти населения старше 50 лет. Количество костного вещества у таких больных быстро уменьшается, приводя к значительному повышению риска переломов. Сегодня остеопороз диагностируется почти исключительно путем установления общего снижения костной плотности. Такой подход, однако, дает мало информации о не менее важной характеристике – локальной структуре и изменениях плотности кости. **Франц Пфайфер**
(Franz Pfeiffer), профессор кафедры биомедицинской физики TUM и руководитель группы исследователей, разрешил эту дилемму: «Использование нашего нового метода компьютерной нанотомографии делает возможным визуализировать структуру кости и изменения в плотности с высоким разрешением и в 3D. Это позволяет нам исследовать связанные с остеопорозом структурные изменения в наномасштабе и, таким образом, разрабатывать более эффективные терапевтические подходы».



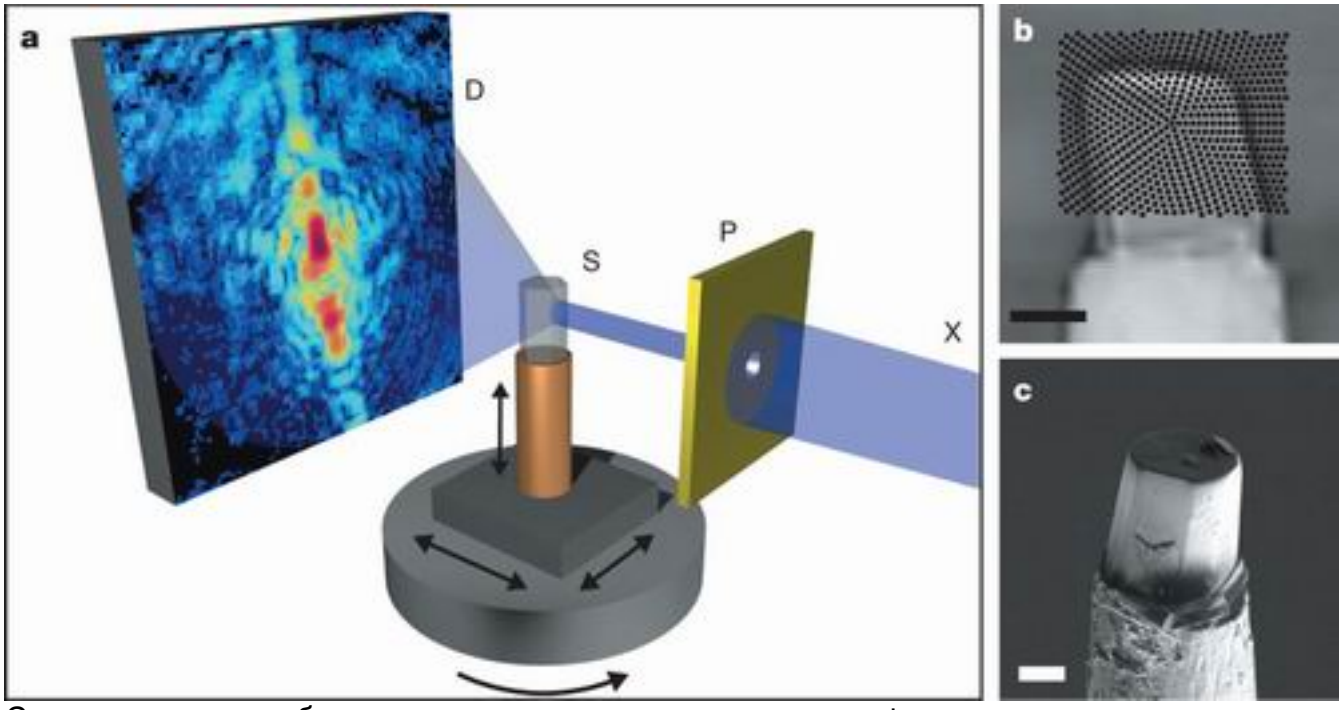
Профессор доктор Франц Пфайфер (Franz Pfeiffer). *(Фото: portal.mytum.de)*

Группа Пфайфера создала компьютерный томограф (КТ), основанный на рентгеновском излучении. Принцип работы компьютерного томографа хорошо известен – каждый день КТ-сканеры используются в больницах для диагностического скрининга организма человека. В процессе такого исследования организм пациента подвергается облучению рентгеновскими лучами, в то время как детектор под разными углами записывает, какое количество излучения было поглощено. В принципе это не что иное, как получение многочисленных рентгеновских снимков, сделанных с различных направлений. После обработки большое количество таких снимков используется для создания цифровых 3D-изображений.

Новый метод измеряет не только общую интенсивность излучения, которое было поглощено объектом исследования под каждым углом, но и рентгеновские лучи, отраженные в разных направлениях – «дифрагированные», говоря языком физики. Такая дифракционная картина создается для каждой точки образца. Это дает дополнительную информацию о точной наноструктуре, так как рентгеновское излучение особенно чувствительно к мельчайшим структурным изменениям. «Так как нам нужно получить и обработать очень большое количество отдельных изображений с чрезвычайной точностью, для реализации метода было особенно важно использование рентгеновского излучения высокой яркости и высокочувствительных детекторов с низким уровнем шума» - говорит один из авторов разработки **Оливер Бунк** (Oliver Bunk). И то, и другое оказалось доступным в Швейцарском источнике синхротронного излучения (Swiss Light Source) в PSI.

Полученные дифракционные картины затем обрабатываются с помощью разработанного учеными алгоритма. **Мартин Дирольф** (Martin Dierolf) из TUM, ведущий автор статьи в *Nature*, объясняет: «Мы разработали алгоритм реконструкции изображения, создающий

трехмерное изображение образца с высоким разрешением, используя свыше ста тысяч дифракционных картин. Этот алгоритм учитывает не только классическое поглощение, но и значительно более чувствительный фазовый сдвиг рентгеновского излучения». Показательным примером использования нового метода было исследование 25-ти микрометрового тончайшего образца кости лабораторной мыши – с удивительно точными результатами. Так называемые фазово-контрастные КТ-изображения показывали даже самый малый разброс плотности костного образца с чрезвычайно высокой точностью: были отчетливо видны поперечные срезы полостей с находящимися в них костными клетками и примерно 100-нанометровая сеть их взаимосвязей.



Схематическое изображение нового метода нанотомографии, открывающего двери исследованиям мельчайших структур с нанометровым разрешением с помощью компьютерной томографии. *(Credit: Image courtesy of Technische Universitaet Muenchen)*

«Несмотря на то, что новый нано-КТ-метод не достигает пространственного разрешения,

доступного электронной микроскопии, он может – благодаря высокой проникающей способности рентгеновских лучей – создавать трехмерные томографические изображения образцов кости», - комментирует **Роджер Вепф** (Roger Wepf), директор Центра электронной микроскопии (Electron Microscopy Center) Федеральной политехнической школы Цюриха. «Более того, новый нано-КТ-метод отличается высокой точностью измерения плотности костной ткани, что особенно важно при исследовании костей». В частности, метод открывает двери более точному изучению ранних стадий развития остеопороза и оценке терапевтических результатов различных методов лечения при клинических исследованиях».

Новый метод очень интересен и для не медицинского использования. Другие области его применения включают в себя разработку новых материалов в материаловедении или характеристику полупроводниковых компонентов.

По материалам

Fortschritt für die Knochen-Forschung: Hochauflösendes Verfahren zur Nano-Computertomographie entwickelt

Аннотация к статье: Martin Dierolf, Andreas Menzel, Pierre Thibault, Philipp Schneider, Cameron M. Kewish, Roger Wepf, Oliver Bunk, Franz Pfeiffer. Ptychographic X-ray computed tomography at the nanoscale

Источник: NanoNewsNet