

ПРЕСС-РЕЛИЗ
22 ОКТЯБРЯ 2020

Клетки сохраняют свои механические свойства после удаления ядра

*Российские ученые определили механические свойства клеток, из которых удалили ядро, и выяснили, что они выдерживают умеренные нагрузки не хуже, чем обычные клетки. Исследование поможет уточнить роль клеточного ядра и приблизиться к пониманию природы некоторых заболеваний, при которых изменяются его свойства. Результаты [опубликованы](#) в *Journal of Nanobiotechnology*.*

Ядро – крупнейшая органелла клеток эукариот, и, помимо хранения и воспроизведения наследственной информации, оно обеспечивает сопротивление внешним механическим нагрузкам, которые могут влиять на процессы, протекающие в ядре. С изменением механических свойств ядра связаны такие заболевания, как прогерия, мышечная дистрофия и рак.

Твердость ядра ученые оценивают по-разному: одни исследования доказывают, что это самая твердая часть клетки, другие – что оно относительно мягкое, по крайней мере мягче структур цитоскелета («каркаса» клетки). Последние эксперименты показывают, что все устроено немного сложнее: при небольших деформациях свойства ядра определяются хроматином (комплекс ДНК и белков, основной материал хромосом), а при сильной деформации в игру вступает ядерная ламина – довольно жесткая белковая сеть, поддерживающая мембрану ядра изнутри. Кроме того, жесткость ядра может зависеть от его взаимодействия с цитоскелетом и баланса веществ внутри него и снаружи (в цитоплазме), от типа клетки, ее возраста и состояния.

Авторы исследования решили проверить, насколько велика роль ядра в поддержании формы и обеспечении механики самой клетки. Для этого существуют как косвенные методы, так и прямой – сравнить свойства обычных клеток и клеток без ядра.

В экспериментах авторы работы использовали два типа клеток: фибробласты (клетки соединительной ткани) крыс и клетки фибросаркомы (одного из типов опухолей мягких тканей) человека. У части этих клеток ученые выделили ядра и получили структуры трех видов: обычные клетки с ядром, клетки без ядра (цитопласты) и изолированные ядра клеток, окруженные тонкой клеточной мембраной (нуклеопласты). Наличие или отсутствие ядра в клетках подтвердили путем флуоресцентной и конфокальной микроскопии – с их помощью можно с высокой точностью рассмотреть внутреннюю структуру клетки, окрашенной флуоресцентной краской. Механические параметры клеток (модуль Юнга) ученые измеряли с

помощью атомно-силового микроскопа в режиме силового картирования. Этот метод позволяет с высоким разрешением измерить жесткость различных участков клетки путем продавливания ее поверхности специальным зондом. Измерения проводили над всей клеткой, в том числе в области над ядром или над тем местом, где оно должно быть у безъядерной клетки.

Исследование показало, что удаление ядра не сделало клетки мягче, наоборот, их жесткость даже немного выросла. Нуклеопласты же были намного мягче, чем цитопласты и обычные клетки. Таким образом, ученые сделали вывод, что за поддержание формы клетки отвечает главным образом не ядро, а сеть актинового цитоскелета, по крайней мере в тех случаях, когда клетку деформируют не слишком сильно.

«Традиционно ядру приписывают определяющую роль в функционировании клетки. Многие представляют ядро не только как самую большую, но и как самую жесткую структуру внутри клетки. Вопрос, на который хотел ответить мы – насколько же ядро влияет на глобальную биомеханику клетки. К нашему удивлению, удаление ядра не привело к существенному изменению жесткости клетки. Конечно, требуются дальнейшие исследования, проверка данных для больших деформаций и воздействующих сил. Но имеющиеся данные говорят, что даже при отсутствии ядра, организующего центра клетки, она способна поддерживать механическую жесткость, необходимую для сопротивления внешним механическим воздействиям», – пояснил первый автор статьи, ведущий научный сотрудник отдела современных биоматериалов Сеченовского университета Юрий Ефремов.

В исследовании приняли участие ученые Сеченовского университета и Федерального научно-исследовательского центра «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук. Работа поддержана Российским научным фондом (РНФ), [грант](#) №19-79-00354.

