



Степан Николаевич Калмыков —
руководитель отделения ядерной и радиационной медицины
НБИКС-центра Курчатковского института, заведующий кафедрой радиохимии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор,
доктор химических наук.



ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА



НАШ ДРУГ РАДИАЦИЯ

Ядерная медицина выросла в свое время из атомного проекта. Для создания ядерного оружия было необходимо получить обогащенный уран, а значит научиться работать с изотопами — выделять их и обогащать. В Курчатовском институте, тогда Лаборатории № 2, Исааком Константиновичем Кикоиным была решена проблема разделения изотопов урана диффузионным методом. В начале 1960-х гг. под его научным руководством в промышленность был внедрен новый эффективный центробежный метод разделения изотопов урана. Центробежная техника открыла возможность масштабного разделения стабильных изотопов. Применение выделяемых изотопов приобрело не только научное, но и медицинское значение. Радионуклиды лежат в основе таких видов диагностики, как, например, позитронно-эмиссионная и однофотонная компьютерная томография. Для наработки медицинских радионуклидов была создана мощная экспериментальная база, включающая в себя ускорители различного типа и ядерные реакторы, которые в свою очередь составили практическую основу для целого ряда медицинских методик — таких как протонная (адронная) терапия и нейтронзахватная терапия. Сегодня на базе институтов НИЦ «Курчатовский институт» сформирована уникальная инфраструктура, охватывающая практически все направления ядерной медицины, производство стабильных изотопов и радионуклидов медицинского назначения.

Ядерная медицина — одна из наиболее высокотехнологичных и эффективных отраслей диагностики и лечения.

С помощью ее методик без боли, крови и вредных последствий для организма можно с невероятной точностью диагностировать то или иное заболевание, а затем «вычислить» оптимальный способ его лечения для данного конкретного человека. Речь идет о таких грозных недугах, как онкология, сердечно-сосудистые заболевания или, например, болезнь Альцгеймера

Оборудование и вся обстановка в одной из лабораторий отделения ядерной и радиационной медицины НБИКС-центра Курчатовского института напоминает декорацию к фантастическому фильму о далеком будущем. Белоснежные комбинезоны, огромные пластиковые очки, невероятные установки... И значки радиации, предупреждающие о том, куда ходить нельзя. «Пусть мужчина идет, а вам не надо», — мягко отстраняет меня от двери лаборант, пропуская внутрь нашего фотографа. А ведь ученые трудятся там ежедневно и ежечасно. О сегодняшних достижениях ядерной медицины — наш разговор с руководителем отделения ядерной и радиационной медицины НБИКС-центра Курчатовского института, заведующим кафедрой радиохимии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессором, доктором химических наук **Степаном Николаевичем Калмыковым**.

— Степан Николаевич, чем занимается ядерная медицина?

— Это фактически персонифицированная медицина, которая использует самые современные ядерные технологии. В отличие от традиционных способов лечения таких тяжелых заболеваний, как онкологические, когда используются лучевая или химиотерапия, порой травмирующая пациента больше, чем сама болезнь, здесь возможна так называемая адресная доставка препаратов. Ядерная медицина не затрагивает весь организм целиком — она позволяет достичь селективного воздействия исключительно на опухоль. Это не только лечение, но и диагностические процедуры, которые сейчас очень широко распространены. Начинает набирать обороты и терапия.

В целом масштабы развития ядерной медицины можно продемонстрировать такими цифрами: в США 20 млн пациентов в год проходят те или иные диагностические или терапевтические процедуры с использованием радионуклидов. Это, конечно, гигантская цифра. Многие страховые компании перед тем, как выписать полис обязательного медицинского страхования, заставляют пациентов проходить томографические исследования. И это уже стало медицинской рутинной, такой же как, например, для россиянина сделать флюорографию.

— Но ведь в нашей стране это далеко не рутинная?

— В рамках реализации атомного проекта в нашей стране была создана целая сеть ядерно-физических центров, специальных медицинских учреждений, высших учебных заведений, вычислительных центров. К сожалению, по понятным причинам в последние 20 лет, когда во всем мире произошел всплеск ядерной медицины, мы серьезно отстали.

— А ведь когда-то мы были мировыми лидерами в этой области?

— Да, в 70–80-е гг. XX в., в течение длительного времени, мы лидировали в области ядерных, в том числе медицинских технологий. Традиционно страны бывшего Советского Союза всегда были очень сильны в области ядерных технологий, но колоссальный потенциал советских ученых в этой области до недавнего времени, казалось, почти утрачен. В 2008 г. по инициативе Е.П. Велихова и М.В. Ковальчука группа специалистов Курчатовского института обосновала перед руководством страны необходимость экстренной необходимости возрождения ядерной медицины в России. Тема получила широкий общественный резонанс, в том числе на площадке Общественной палаты РФ. Сегодня уже можно

Использование рубидия-82, который живет всего-навсего минуты, в развитых странах стало абсолютной рутинной. Период его полураспада таков, что уже через 10–15 минут он не оказывает никакого воздействия ни на пациента, ни на окружающих



Автоклав для стерилизации оборудования (слева);
циклотрон для получения медицинских радиофармпрепаратов (справа)



сказать, что дело сдвинулось с мертвой точки, хотя работы, конечно, непочатый край. Например, вот цифры по позитронно-эмиссионной томографии: по рекомендации ВОЗ, один томограф должен быть на 500 тыс. — 1 млн человек населения. Понятно, что сложно создать в одночасье нужное количество такой аппаратуры, тем не менее сейчас есть много программ — и государственных, и государственно-частного партнерства, — которые эти задачи реализуют. В региональных федеральных университетах создаются центры ядерной медицины, где развиваются методики позитронно-эмиссионной томографии. Количество ПЭТ-центров значительно увеличилось за последние два-три года. Все это вселяет оптимизм. Хочется верить, что в ближайшие годы это отставание будет постепенно уменьшаться и мы выйдем на уровень развитых стран.

— Давайте поговорим о ваших разработках. Что нового удалось привнести и что собираетесь сделать в ближайшее время?

— Ядерная медицина — это классический пример конвергенции самых разных наук. В первую очередь, это ядерная физика, которая должна выбрать собственно ядерную реакцию, условия облучения мишени, выбор самого мишенного материала, определение того, какие конкурирующие ядерные процессы идут при облучении. Дальше инженерная часть: ускорительная техника, сложная мишенная часть, когда за счет облучения происходит нагрев материалов, нужно отводить

тепло, учитывать радиационные нагрузки. Затем химия — то, что следует за облучением материала, когда нам нужно быстро, в условиях горячих камер (ведь это достаточно большая радиоактивность), технологично и с высокими выходами выделить целевой радионуклид, причем выделить его в радиохимически, химически и изотопно чистом состоянии. Это значит, что на следующей стадии, когда все это поступает к биологам и биохимикам для синтеза радиофармпрепаратов, никаких примесей быть не должно. Иначе синтез препаратов просто не произойдет. Не говоря уже о том, что любая примесь долгоживущих радионуклидов — это дозовые нагрузки на пациента, а такое не допускается ни в коем случае. Поэтому требования к химической стадии очень жесткие. Мы должны подойти к выпуску радиофармпрепарата, нигде не ошибившись, создать молекулы-транспортеры, которые осуществляют доставку к раковой опухоли либо к очагу другого заболевания.

— Действительно, речь ведь идет не только об онкологических заболеваниях. Есть кардиология, неврология, в частности болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, рассеянный склероз, которые успешно диагностируются с помощью методов ядерной медицины.

— Да, в той же кардиологии использование рубидия-82, который живет меньше двух минут, сейчас тоже стало в развитых странах абсолютной рутинной. Изотопный генератор подключается

**Молекула-транспортёр
обеспечивает точечное
воздействие на орган,
содержащий опухоль.
Она создает большую,
но локальную дозовую
нагрузку, в отличие
от лучевой терапии,
которая затрагивает далеко
не только больной орган,
а в целом человека, и это
может его погубить**

к пациенту, который находится в томографе, и прямо во время проведения томографии проходит полная визуализация сердечно-сосудистой системы, быстрая, надежная, качественная. Период полураспада таков, что уже через 10–15 минут, даже меньше, активность распадается и не представляет никакой дозовой нагрузки ни для пациента, ни для окружающих.

— **Правильно ли я понимаю, что, если в кардиологии мы можем использовать ваши методы только в качестве диагностики, то в неврологии и онкологии — для доставки этих таргетных препаратов?**

— Да, особенно в онкологии. Мы все прекрасно знаем, что радионуклиды с коротким пробегом, так называемые радионуклиды с высокой линейной передачей энергии, т.е. те, которые расходуют огромное количество энергии на очень маленьком пути траектории, естественно, вредны. Все знают, что если какие-то альфа-излучатели попадают в организм человека, то могут быть очень негативные последствия для его здоровья. Но здесь мы как раз это и используем. Если мы имеем некую молекулу-транспортёр, которая обеспечивает направленную целевую доставку в орган, где находится опухоль, именно там и будет происходить накопление разрушительного воздействия. Будет создаваться большая, но локальная дозовая нагрузка, в отличие от лучевой терапии, которая затрагивает далеко не только больной орган, а в целом человека, и это может его погубить. Особенно страшно, когда речь идет об опухолях головы и шейного отдела позвоночника. Такие мощные внешние дозовые нагрузки вызывают очень серьезные когнитивные нарушения.

— **Для онкологического больного качество жизни играет не меньшую роль, чем, собственно, сама жизнь. Мы знаем, какое сейчас**

пугающее количество случаев самоубийств среди таких пациентов. Ваши научные исследования могут помочь решить эту проблему?

— У нас серьезные исследования ведутся в Курчатовском институте, в ряде других институтов, и по целому перечню направлений мы не уступаем самым передовым западным подходам. Другое дело, что от стадии научной идеи, ее разработки, до стадии готового зарегистрированного радиофармпрепарата, который уже может быть использован в клинике, проходит не менее десяти лет. Это по самым оптимистическим прогнозам.

— **Значит, того счастливого момента, когда мы сможем помочь многим онкологическим больным, ждать еще долго?**

— Не только у нас, во всем мире существует очень сложная система регистрации, согласно которой мы должны гарантировать, что этот препарат не наносит серьезного вреда пациентам. Мы должны отстроить всю технологическую цепочку, включая постоянного надежного поставщика больших количеств радионуклидной продукции. Это современные ускорители, и не исследовательские, а промышленные, с высокими токами, которые позволяют постоянно нарабатывать большие количества таких препаратов. В Курчатовском институте есть несколько очень хороших проектов, которые, надеюсь, в ближайшие два-три года активно заработают. Это создание мощного циклотрона в 70 МэВ для производства больших количеств медицинских радионуклидов. Он в значительной степени будет обеспечивать Россию и внешние рынки той



Томограф ПЭТ-КТ



В лаборатории контроля качества медицинских радиофармпрепаратов

радионуклидной продукцией, которой остро не хватает. Это создание радиохимических лабораторий, где будут разрабатываться новые радиофармпрепараты. И здесь, повторюсь, очень важно активное сотрудничество самых разных специалистов. Если хотя бы одного из звеньев не будет, цепочка не состоит. Рядом с физикой, химией, биологией стоят когнитивные науки, особенно важные для детей, а это, увы, большой контингент онкобольных.

— Как вы будете определять персональную дозу для того или иного пациента, в частности ребенка?

— Для этого разрабатываются различные сенсорные системы, которые можно будет внедрить в реальную клинику с использованием недорогого серийного оборудования. Они отслеживают нейромедиаторы в крови, отвечающие за наши когнитивные функции. И под действием внешнего облучения их содержание уменьшается. Исследуя кровь, мочу, спинномозговую жидкость тех или иных пациентов, мы можем контролировать тот критический дозовый уровень, который применим к каждому конкретному пациенту. Все эти подходы мы будем применять к пациентам, которые получают либо внешнее облучение, либо брахитерапию — высокодозную терапию, когда в опухоль вводятся через кровоток высокоактивные микроисточники, которые механически застревают в опухоли и фактически ее разрушают.

— Наше население, как известно, отличается большой радиологической настороженностью...

— Не надо бояться этих методов лечения. Рак — это тяжелое заболевание, которое часто диагностируется на достаточно поздних стадиях, когда помочь больному очень сложно. И здесь роль ядерной медицины крайне важна. С ее помощью возможна ранняя диагностика онкологических и многих других заболеваний. Такие диагностические процедуры действительно должны стать медицинской рутинной. Они должны появиться в обычных поликлиниках как лабораторные анализы крови. Именно тогда различные раковые заболевания можно ловить в тот момент, когда есть возможность их полностью вылечить. Создание сети ПЭТ-центров, о которых я уже говорил, служит как раз этой важной цели.

А что касается облучения, то важно усвоить: радиация — это естественный биосферный фактор, к которому все живые организмы привыкли. Более того, наши предки (я имею в виду даже не человека, а те биологические виды, которые жили еще до его появления) подвергались существенно более высоким дозам ионизирующих излучений. Тем не менее жизнь на Земле не исчезла.

Нужно помнить, что есть среднее распределение дозовых нагрузок. 60% человек получает от естественного источника — радона-222. Он принадлежит к ряду урана-238 — природного радионуклида с периодом полураспада в миллиарды лет. Урана в морской воде больше, чем железа, но люди купаются и не боятся. Уран распадается в радий, тот — в радон, а радон — это газ. Он непрерывно поступает в воздух, которым человек дышит. Так вот, все техногенные источники радиации, в том числе медицина, несоизмеримо меньше, чем естественный фон. При этом, конечно, все уровни строго контролируются. Для того и проводятся многолетние испытания.

— Ученые много лет обращались к власти имущим, пытаясь донести до них мысль, что без науки нет полноценной страны. Можем ли мы сказать, что сегодня этот призыв наконец услышан?

— Я помню ситуацию 90-х гг., когда наука разваливалась на глазах, ее перестали финансировать и государство просто махнуло на нее рукой — так много было других проблем. Сейчас ситуация несоизмеримо лучше. Закупаются новое оборудование, людям платят зарплату. В науку опять пошла молодежь. Нужно понять следующее: невозможно получить результаты уже на следующий день. Требуется время для исследований. Если будет такое понимание, все получится, перспективы сейчас очень неплохие. ■

Беседовала Наталия Лескова