

А.А. Потапов: «В нейрохирургии используются достижения современной биологии во всех ее аспектах»

Лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и технологий за 2009 год доктор медицинских наук, академик РАМН, заместитель директора Научно-исследовательского института нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко РАМН Александр Потапов рассказал редакции *АН* о достижениях современной нейрохирургии, новейших разработках в этой области и о тесной интеграции фундаментальной биологии и медицинской практики.

Александр Александрович, в последнее время нейронауки развиваются настолько быстро, что можно говорить о настоящей революции в данной области биологии и медицины. Чем в первую очередь это объясняется?

– В арсенале современной нейрохирургии появились абсолютно уникальные, постоянно развивающиеся методы нейровизуализации. Это, прежде всего, рентгеновская компьютерная и магнитно-резонансная томография. Если 40 лет назад мозг в полости черепа был в своеобразном «черном ящике», и хирург видел, что происходит внутри только после трепанации, то сейчас все, что происходит в мозге живого человека мы можем увидеть очень быстро и безопасно для пациента. Благодаря новым методам нейровизуализации появилась возможность изучать не только анатомию мозга и патологических образований, но и визуализировать процессы кровоснабжения и получать количественные характеристики кровотока в миллилитрах на грамм/минуту для разных структур мозга и патологических образований. Это дает возможность увидеть изменения кровоснабжения при раз-

витии различных патологических процессов, а также в ходе их лечения. В клинической практике все шире применяются методы, которые позволяют получить карты метаболических изменений живого мозга, – это, прежде всего, позитронно-эмиссионная томография и в последние годы – магнитно-резонансная спектроскопия (по существу молекулярная нейровизуализация). С помощью МРТ-спектроскопии мы можем видеть, как изменяется метаболизм в тканях, например оценивать изменения уровня N-ацетиласпартата, который является маркером повреждения нейронов. Можно видеть эти изменения не только в отдельных точках, но и на целых срезах мозга на разных уровнях. Использование методов нейровизуализации позволяет дифференцировать опухолевый процесс от нарушения кровоснабжения, воспалительных или нейродегенеративных процессов. Современные методы нейровизуализации имеют, с одной стороны, важное прикладное значение, а с другой стороны – являются инструментом фундаментальных исследований метаболических и структурно-функциональных перестроек в процессе развития болезни или в процессе восста-

новления поврежденной нервной ткани. Это уже фундаментальная нейробиология.

Другая возможность, которая открывается сегодня и широко используется в мировой практике, – это возможность наблюдать функционирование живого мозга в процессе выполнения различных действий. Это так называемая функциональная магнитно-резонансная томография. Допустим, мы просим пациента поработать рукой и видим, какие зоны мозга в это время активируются, где находится корковое представительство руки и в каком месте локализовано патологическое образование, к которому мы должны подойти таким образом, чтобы не нарушить функционально значимую структуру мозга. Возможности современной диффузно-тензорной МРТ позволяют видеть проводящие пути мозга. Например, кортикоспинальный тракт, который обеспечивает проведение сигнала по длинным аксонам от пирамидных клеток коры к мотонейронам спинного мозга.

В своей практике Вы используете достижения других фундаментальных наук, не только биологии, но и физики, например. Ваша совместная работа с ко-



Александр Потапов

мандами академика РАН Владислава Панченко из Института проблем лазерных и информационных технологий РАН и академика РАМН Валерия Чисова, директора Московского научно-исследовательского онкологического института имени

П.А. Герцена получила Государственную премию РФ в области науки и технологий за 2009 год. В чем суть разработанной вами и успешно применяемой на практике технологии?

– Здесь оказалось очень успешным сотрудничество с физика-

ми – в нашем арсенале появилась такая уникальная возможность с помощью современных методов быстрого прототипирования полностью воспроизвести точную копию любого органа человека, любой части тела или всего тела. Сегодня насчитывается свыше десятка методов прототипирования. Они позволяют, скажем, из жидкого полимера с помощью стереолитографа, управляемого компьютером, получить реальную копию виртуальной модели. Есть и другие методы быстрого прототипирования, например – порошковая металлургия, с помощью которой из порошка металла, а также специальной лазерной технологии и управляющего компьютера можно воспроизвести полную копию объекта очень сложного по конфигурации.

Отечественные ученые разработали стереолитографы, управляемые компьютерами, которые дают возможность полностью повторить объект, заложенный и выстроенный в компьютере. Скажем, мы делаем компьютерную томографию человека – его любого органа, мозга либо сосуда, получаем трехмерное изображение, достраиваем недостающую часть поврежденного органа в виртуальном пространстве, посылает на управляющий компьютер. В результате стереолитограф в течение короткого времени полностью выстраивает из жидкого полимера в твердом виде реальную полную копию поврежденного объекта.

А как все начиналось?

– В 90-х гг. прошлого века, когда мы начали этим заниматься, было не очень понятно, насколько это будет востребовано. Мы прочитали публикации о методах идентификации останков царской семьи. Ученые Института проблем лазерных и информационных технологий использовали метод стереолитографии для создания точных

копий найденных черепов и их фрагментов. Посчитав, что эта методика может быть использована в реконструктивной нейрохирургии, мы быстро включились в процесс разработки. Первые наши модели-копии были грубоваты. Но по мере совершенствования метода, оказалось, что потенциал данной технологии в клинической практике огромен.

В чем заключается преимущество метода быстрого прототипирования?

– При сложнейших дефектах и деформациях костных структур используются различные импланты. В мире сегодня имплантируется несколько тонн металла, и титана в частности. Например, для реконструкции позвоночника имплантируют искусственные диски, стабилизирующие системы. Но импланты, которые устанавливаются человеку, готовятся заранее. Потом хирург во время операции старается из нескольких размеров подобрать тот, который подходит для данного пациента. Так вот, метод быстрого прототипирования позволяет изготавливать импланты строго индивидуально для каждого человека с учетом его реальной анатомии.

Допустим, пациенту нужно поменять правый тазобедренный сустав. Ему делают трехмерное изображение левого здорового тазобедренного сустава, и с помощью современных методов быстрого прототипирования получают имплант тазобедренного сустава, сохраняя все размеры, особенности анатомии и т.д. Аналогично и в нейрохирургии – у человека повреждена одна часть лица, пластический хирург должен собрать вторую по подобию сохраненной части. Мы получаем виртуальное трехмерное изображение черепа, потом берем сохраненную часть, «переворачиваем» ее и встраиваем в разрушенную. В результате получаем полностью

восстановленный симметричный череп. Если разрушена центральная часть лица, мы используем виртуальную «донорскую» трехмерную картинку и встраиваем недостающую центральную часть. За многие годы практического применения компьютерной томографии накопился огромный банк изображений, который можно использовать для того, чтобы в виртуальном пространстве подобрать подходящую конфигурацию данного органа.

Метод быстрого прототипирования разрабатывают и в других странах, например в Японии, США, Германии. Но ваша технология уже успешно используется в 50 медицинских центрах. В чем конкурентоспособность отечественной технологии?

– На сегодняшний момент в мире существуют фирмы, которые производят подобные импланты «под заказ». Но наша технология отличается тем, что хирург сам участвует в процессе изготовления импланта для реконструкции. Однако главная задача врача – это восстановление не только костных структур, но и структур нервных тканей, в частности отдельных нейронов.

То есть высказывание «нервные клетки не восстанавливаются» все-таки не верно?

– Тезис о том, что нервная клетка не восстанавливается, озвученный лауреатом Нобелевской премии Сантьяго Рамон-и-Кахалем, сегодня пересмотрен. Совместная работа с биологами, которые занимаются проблемами восстановления структуры нервных клеток, позволит как можно быстрее внедрить в практику достижения экспериментальной нейробиологии.

Сегодня уже известно несколько подходов, которые могут способствовать восстановлению нервной клетки. Известно, что есть ряд нейротропных факторов, стимулирующих процессы

регенерации клетки. Литий – простейший элемент, оказывает, тоже способствует регенерации. Есть различные соединения, которые блокируют ферменты, препятствующие регенерации нейрона. Экспериментально доказано, что в процессах восстановления нейронов могут использоваться методы нейротрансплантологии. Однако для применения в клинике мы ждем прорыва в этой области нейробиологии, когда можно будет действительно использовать эти достижения и внедрить их в медицинскую практику.

То есть медицинская практика и фундаментальная биология интегрированы в большей степени, чем может казаться?

– В нейрохирургии используются достижения современной биологии во всех ее аспектах. В частности, когда мы изучаем процессы повреждения мозга в результате инсульта, либо травмы, либо опухолевых поражений, мы занимаемся изучением биологии процесса. Как развивается этот процесс в нервной ткани? Какие механизмы способствуют тому, что данный процесс либо приведет к заживлению, либо к гибели нервной клетки? Поэтому мы должны знать биологию данного процесса.

Какими должны быть наши воздействия для того, чтобы восстановить поврежденную нервную ткань – все ее элементы: нейроны, глиальный комплекс, сосудистую сеть? Как вещества из крови достигают конечной цели – клеток мозга, преодолевая уникальный гематоэнцефалический барьер? И мы можем управлять этими процессами сегодня с лечебным эффектом.

Для нас очень важны те направления, которыми занимается генетика. Сегодня известно, что характер реакции мозга на любое повреждение определяется не только самим воздействием,

но и генетическими особенностями каждого конкретного индивидуума, то есть генетическим профилем. Есть данные о том, что генетический полиморфизм по ряду генов определяет выраженность реакции нервной ткани на повреждение. Любое повреждение вызывает ответную универсальную реакцию – воспаление. По отношению к нервной системе – это нейровоспаление, которое проявляется в виде повышения проницаемости гематоэнцефалического барьера, отека мозга (внутриклеточного, межклеточного, смешанного), нарушения системы циркуляции ликвора, кровоснабжения и метаболизма. Характер этих реакций и последующих восстановительных процессов может определяться неким своеобразием генома человека, или так называемым генетическим полиморфизмом. В одном из номеров вашего журнала опубликован обзор про-

фессора В.С. Баранова (см. *Acta Naturae*, т. 1, № 3, 2010. – *Прим. ред.*), посвященный генетическому полиморфизму и перспективам медицинской геномики. Сегодня это направление очень актуально и для нас, клиницистов, когда при прогнозировании течения болезни и возможных ее исходов, следует принимать во внимание не только этиологию, патогенез и клинические проявления болезни, но и генетический профиль человека, его факторы риска, которые могут привести к тому или иному сценарию развития болезни.

И обратный процесс – какие методы клинической медицины используются при изучении более фундаментальных проблем?

– Возможности современных технологий нейровизуализации, о которых мы уже говорили ранее, позволяют изучать и более фундаментальные проблемы – взаи-

моотношение структуры и функций головного мозга. Например, как у разных людей, правой или левой с доминированием одного или другого полушария (или с отсутствием доминирования), функционирует мозг, если возникает некий патологический очаг? Как перестраивается мозг в процессе старения, развития, патологического воздействия? Это уже изучение фундаментальных основ жизнедеятельности нервной системы (и мозга, в частности) в норме и патологии. Сегодня эти методы, которые абсолютно востребованы в клинической практике – в прикладной области медицины, одновременно используются и работают на изучение фундаментальных проблем нейробиологии – науке о мозге, о нервной системе... ●

**Беседовала
Елена Новосёлова**