

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУКИ ИНСТИТУТ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ИМ. Н. П. БЕХТЕРЕВОЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИМЧ РАН)**

РЕФЕРАТ-ПРЕЗЕНТАЦИЯ

**Разработка комплекса научных и технических решений в области
стереотаксической нейрохирургии**

Авторский коллектив:

1. **Холявин Андрей Иванович**, руководитель работы, доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории стереотаксических методов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института мозга человека им. Н. П. Бехтеревой Российской академии наук.
2. **Песков Виктор Александрович**, врач-нейрохирург Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института мозга человека им. Н. П. Бехтеревой Российской академии наук.

Введение. Стереотаксические нейрохирургические вмешательства - это малоинвазивные операции, при проведении которых требуется высокоточное попадание (наведение) хирургического инструмента в целевые зоны головного мозга с целью лечебного воздействия. В Российской Федерации за год проводится более тысячи стереотаксических вмешательств по поводу лечения двигательных расстройств, медикаментозно некупируемой боли, эпилепсии, опухолей центральной нервной системы. Чем точнее хирург смог ввести инструмент в запланированную мишень, тем эффективнее будет лечение патологического состояния. От качества выполненной томографии и отчетливой визуализации внутримозговых мишеней для операции также зависит результат стереотаксического вмешательства.

Выделяют два основных класса стереотаксических устройств: классический стереотаксис с использованием рамных стереотаксических аппаратов и безрамный стереотаксис. Безрамный стереотаксис (нейронавигационные системы) активно интегрируется в хирургическую практику, так как имеет неоспоримые преимущества перед рамным стереотаксисом в удобстве работы и обеспечивает более комфортные условия для пациента при проведении операции. Однако при потребности хирурга в высокоточном нацеливании, например при функциональных стереотаксических вмешательствах, приоритет все равно отдается системам рамного стереотаксиса, поскольку при общепринятом порядке использования безрамный стереотаксис не может обеспечить требуемую точность нацеливания на внутримозговые мишени. Тем не менее безрамными стереотаксическими системами оснащены практически все нейрохирургические операционные, а дополнительная закупка стереотаксических рам требует значительных финансовых затрат.

Цель работы. Разработка методик и технологий в области функциональной и стереотаксической нейрохирургии и предоперационной нейровизуализации для улучшения точностных свойств стереотаксического нейронавигационного

оборудования и результатов лечения пациентов с заболеваниями центральной нервной системы.

Основная научно-практическая идея. В соответствии с результатами многочисленных научных исследований, требуемая точность стереотаксических систем для применения их в функциональных стереотаксических вмешательствах должна составлять не менее 1,5 мм. Среди факторов, влияющих на точность стереотаксических операций, можно выделить следующие: выделение внутримозгового объекта в качестве мишени для стереотаксического воздействия на дооперационных томограммах головного мозга; метод пространственной «привязки» между дооперационными томограммами головного мозга пациента и положением нейрохирургического манипулятора во время операции; точностные характеристики самого манипулятора.

Представленная научно-исследовательская работа направлена на решение задач совершенствования трех вышеперечисленных компонентов, определяющих эффект нейрохирургического вмешательства:

- разработка новой методики проведения операций, позволяющей обеспечить пространственную привязку между томограммами мозга пациента и интраоперационным положением стереотаксического инструмента, при использовании систем безрамной нейронавигации, с точностью, достаточной для функциональных стереотаксических вмешательств на глубинных структурах головного мозга;
- создание оборудования, позволяющего максимально достоверно измерить инструментальную погрешность стереотаксических манипуляторов и систем, обеспечивающих введение стереотаксического инструмента в целевые точки головного мозга;
- разработка и техническая реализация методики предоперационной нейровизуализации с прижизненной визуализацией проводящих путей головного мозга пациентов методами вероятностной трактографии.

Работа представлена описанием общим объемом 65 страниц и включает три раздела, 15 рисунков. Результаты исследования опубликованы в 13 научных работах, технические решения защищены 3 патентами, внедрены в практическую работу клиники ИМЧ РАН и получен клинико-экономический эффект.

В первом разделе - описана оригинальная технология, совмещающая механическую точность рамной стереотаксической системы и преимущества нейронавигации. В основе технологии лежит использование специального разработанного нами устройства – навигационного локализатора (Рис. 1.), который является связующим звеном между данными расчетной томографии и операционным пространством. Ранее стереотаксические локализаторы при работе с навигационными системами не использовались.

Локализатор воспроизводимо фиксируется к голове пациента при помощи прикусывания индивидуального оттиска зубов во время предоперационной томографии головного мозга и затем повторно во время операции. Технический результат настоящей разработки состоит в создании неинвазивных условий проведения предоперационной томографии головного мозга пациентов при подготовке операций с использованием навигационных безрамных систем, с одновременным сохранением



Рис. 1. Навигационные локализаторы

высокой точности наведения на целевые точки мозга. Благодаря этому обеспечиваются более комфортные для пациента условия проведения подготовки операций, снижается риск инфицирования, а также создается возможность заблаговременного проведения предоперационной томографии. Все это создает условия для существенного улучшения показателей хирургического лечения пациентов.

Второй раздел - посвящен фантомным испытаниям стереотаксического оборудования. Нами разработан аппаратно-программный комплекс, позволяющий хирургу смоделировать стереотаксическое вмешательство и в реальных условиях операционной провести наведение на рассчитанную целевую точку фантома и получить результаты точности наведения (Рис. 2.). В ходе проведённых испытаний осуществлено сравнение прицельной точности двух способов наведения на внутримозговые мишени, реализуемых отечественной стереотаксической системой ПОАНИК. Установлено, что стереотаксическое наведение на внутримозговые мишени с использованием навигационного локализатора и системы оптической безрамной навигации обладает меньшей экспериментально измеренной погрешностью ($0,65 \pm 0,32$ мм) по сравнению с используемым ранее стереотаксическим наведением на основе использования рамной стереотаксической системы ($1,05 \pm 0,2$ мм). Результирующая погрешность,



Рис. 2. Стереоскопический фантом

измеренная методом совмещения дооперационной МРТ и послеоперационной МСКТ у пациентов, составила $1,17 \pm 0,55$ мм, что значительно ниже, чем с использованием классического метода безрамного стереотаксического наведения (использование накожных маркеров или формы поверхности головы для регистрации), где погрешность составляет $2,55 \pm 1,44$ мм.

Экспериментальное обоснование более высокой точности новой методики стереотаксического наведения дало возможность полностью перейти на ее использование во время стереотаксических операций, в том числе, функциональных вмешательств, требующих высокой точности наведения на глубинные структуры головного мозга. Это позволило снизить продолжительность и трудоёмкость проведения хирургического вмешательства при работе со стереотаксической системой ПОАНИК, используемой в ряде нейрохирургических клиник России и СНГ при проведении операций на головном мозге у пациентов.

В третьем разделе - описана разработанная нами методика прецизионной трактографической стереотаксической разметки у пациентов с болезнью Паркинсона в предоперационном периоде стереотаксической имплантации внутримозговых электродов для глубокой стимуляции субталамических ядер (Рис. 3.), а также методика стереотаксической Vim-таламотомии на основе вероятностной трактографии для лечения тремора. Данные методы позволяют проводить неинвазивное исследование структурных связей в головном мозге с осуществлением визуализацииocerebellоталамического, пирамидного трактов и медиальной петли, с применением диагностических томографов, имеющихся в отечественных клиниках. Применение метода вероятностной трактографии дает возможность индивидуального планирования лечения и улучшает клинический эффект стереотаксических вмешательств в функциональной нейрохирургии.



Рис. 3. Положение глубоких электродов по отношению к трактам

Основной экономический и медико-социальный эффект работы. Результаты предлагаемой научно-исследовательской работы внедрены в клиническую работу ИМЧ РАН - повышают эффективность хирургического лечения пациентов с хроническими прогрессирующими заболеваниями центральной нервной системы (болезнь Паркинсона, эпилепсия, дистония, болевые синдромы) и глубинными внутримозговыми новообразованиями, снижают риск побочных эффектов и осложнений, уменьшают среднюю продолжительность пребывания пациента в стационаре. Экономический эффект заключается в возможности проведения функциональных стереотаксических операций с использованием безрамных систем нейронавигации, которыми уже оборудовано большинство нейрохирургических операционных, без необходимости дополнительной закупки дорогостоящих стереотаксических рам.

Холявин А. И. _____

Песков В. А. _____