

**Експериментальна  
і клінічна**

# **МЕДИЦИНА**



**2001 ■ №1**



## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СТЕРЕОТАКСИЧЕСКОГО МЕТОДА

**О.Г. Аврунин, С.Ю. Масловский, В.А. Пятикоп, В.В. Семенец**

*Харьковский государственный медицинский университет*

Описаны этапы развития, современное состояние и перспективы стереотаксического метода. Особое внимание уделено принципам визуализации внутримозговых структур и техническому обеспечению стереотаксического метода.

**Ключевые слова:** *стереотаксис, визуализация, манипулятор.*

Успехи современной хирургии во многом связаны с широким внедрением медицинской техники. В настоящее время медицинской промышленностью выпускаются тысячи различных радиоэлектронных аппаратов, приборов и инструментов. Их использование в хирургии улучшило диагностику заболеваний, расширило объем оперативных вмешательств, позволило осуществить мониторинг за состоянием функций различных органов и систем организма во время операции и в послеоперационный период.

Стереотаксический метод (от греч. Stereos — пространственный, taxis — расположение в порядке) представляет собой совокупность приемов и расчетов, позволяющих с помощью специальных приборов и методов визуального и функционального контроля с большой точностью обеспечить локальное воздействие на внутримозговые образования.

Стереотаксические операции на глубоких структурах головного мозга человека являются одним из наиболее важных и ярких достижений современной нейрохирургии. Эти операции явились принципиально новым и перспективным способом лечения многих тяжелых заболеваний центральной нервной системы (паркинсонизм, гиперкинезы, эпилепсия, детский церебральный паралич, внутримозговые новообразования с узловым ростом и т.д.), при которых все другие методы лечения малоэффективны. Стереотаксическое направление в нейрохирургии — результат синтеза нескольких течений из разных научных дисциплин: нейрофизиологии (стереотаксический метод, изучение функций подкорковых структур), неврологии (изучение патогенеза и клиники гиперкинезов, эпилепсии, паркинсонизма и других заболеваний), современной системотехники (стереотаксические аппараты, рентгеновские установки, средства томографии, приборы для хирургического воздействия) и нейрохирургии (разработка техники и методики проведения стереотаксических оперативных вмешательств). Таким образом, вводится понятие стереотаксической системы — комплекса, объединяющего хирургическую аппаратуру, средства наведения и контроля за положением хирургического инструмента, устройства функционального контроля за состоянием пациента и методы визуализации внутримозговых образований.

Прошло более полувека с того времени, когда была сделана первая в мире стереотаксическая операция. За последние 50 лет во многих странах мира осуществлены десятки тысяч стереотаксических вмешательств. Целью нейрохирургии является эффективность лечебного воздействия при наи-

меньшей травме окружающих тканей, и стереотаксис наиболее полно на данном этапе отвечает этой задаче.

Развитие стереотаксической нейрохирургии неразрывно связано с именами выдающихся отечественных ученых. В 1889 г. профессор анатомии Московского университета Д.Н. Зернов создал первый в мире стереотаксический аппарат (энцефалометр), обладающий практически всеми конструктивными элементами современных стереотаксических систем, и способ картирования мозга.

Самые первые стереотаксические системы (60–70-е гг.) были основаны на косвенной визуализации внутримозговых образований по данным вентрикулографии (введение контрастного вещества в желудочки мозга для определения их положения на обзорных рентгенограммах) [1]. Вентрикулограммы во время проведения стереотаксического оперативного вмешательства под контролем рентгеновской установки приведены на рис. 1.

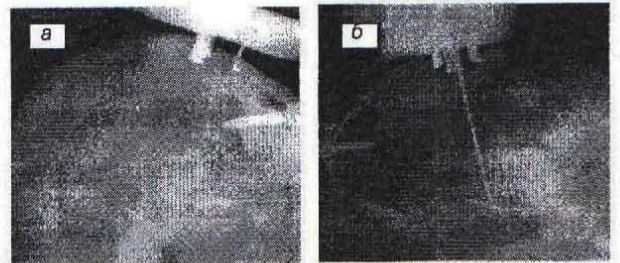


Рис. 1. Интраоперационная вентрикулография: а — фронтальная, б — сагиттальная проекции

На вентрикулограммах проводилось построение внутримозговой системы координат и расчет зоны оперативного вмешательства по усредненным топографо-анатомическим данным из стереотаксических атласов головного мозга человека (атласы J. Shaltenbrand, P. Bailey; E. Spiegel, H. Wycis; J. Talairach, H.И. Ваконюк и др.). В более совершенных системах этого периода использованы корреляционные зависимости между параметрами рентгеноконтрастных стереотаксических ориентиров и подкорковых структур путем введения поправочных коэффициентов (фактора относительности (Э.И. Кандель) [2] или непосредственно уравнений регрессии (С.Ю. Масловский) [3]. Шагом вперед был также переход от точечных ориентиров к линейным, то есть прямым, соединяющим две контрастные точки внутри мозга. В качестве основной координатной оси, как правило, выбирали интеркомиссуральную линию LI, соединяющую переднюю и заднюю спайку (CA-CP) (по J. Shaltenbrand, P. Bailey),

и линию, соединяющую задний край отверстия Монро с задней спайкой (FM-CP) (Riechert, Munding, Кандель) [1, 2]. Стереотаксические расчеты осуществляли путем передачи данных на ВЦ в реальном масштабе времени либо на первых портативных ЭВМ. Применение ЭВМ стало особенно актуальным при операциях множественного наведения, когда необходимо было рассчитывать несколько стереотаксических «мишеней» [4]. Оперативные вмешательства выполнялись с помощью стереотаксических аппаратов, как правило, рамной (frame) конструкции с жесткой фиксацией к костям черепа и трепанационному отверстию, в которых позиционирование хирургического инструмента осуществлялось вручную. В зависимости от конструкции аппарата управление хирургическим инструментом проводилось в прямоугольной или полярной системе координат. Наиболее оптимальной моделью стереотаксического аппарата, по нашему мнению, являлся аппарат Э.И. Канделя (1970 г.), моделирующий полярную систему координат: хирургический инструмент имеет три степени свободы: две вращательные (по подвижному и неподвижному транспортеру) и одну поступательную (по прямолинейной направляющей, расположенной на подвижном транспортере). Данный аппарат обеспечивает точность попадания в заданную структуру порядка 0,5 мм [2]. Основными хирургическими процедурами стереотаксиса являлись криодеструкция, нейротрансплантация эмбриональной ткани и вживление электродов для электрической стимуляции подкорковых структур. В качестве методов функционального контроля наибольшее распространение получила электроэнцефалография (анализ  $\alpha$ -,  $\beta$ - и других ритмов в реальном масштабе времени).

В связи с развитием стереотаксической хирургии, усложнением ее методик и повышением требований к точности попадания в заданную структуру мозга, а также быстрым развитием и совершенствованием вычислительной техники начали разрабатываться специальные ЭВМ-методики расчета зон оперативного вмешательства [5]. Появились данные о возможности расчетов подкорковых структур по костным ориентирам (Birg, Munding). Качественно новым в совершенствовании стереотаксических процедур стало использование в системах 80-х гг. данных рентгеновской (компьютерной) томографии (КТ) (рис. 2), что позволило отказаться от процедуры вентрикулографии, вызывающей

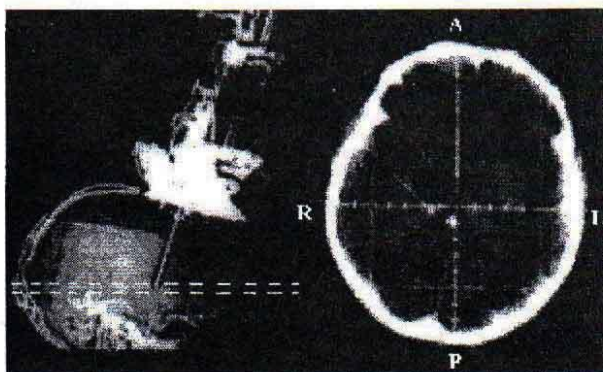


Рис. 2. Компьютерная томография при проведении криодеструкции вентролатерального ядра таламуса (на горизонтальном томографическом срезе визуализировано положение канюли и зоны оперативного вмешательства)

в ряде случаев серьезные осложнения, и применение первых стереотаксических манипуляторов, работающих под управлением ЭВМ.

К недостаткам систем первых поколений необходимо отнести неспособность точного определения зоны оперативного вмешательства при различных патологических состояниях, сравнительно низкую точность механических систем стереотаксических аппаратов.

Совершенствование вычислительной техники и радиоэлектронных средств за последние 10 лет не могло не отразиться на основанном на расчетах стереотаксическом методе. Более того, стереотаксические системы практически полностью преобразились. Современная стереотаксическая система состоит из ЭВМ, навигационной системы, стереотаксического робота-манипулятора, хирургического оборудования и средств функционального контроля.

Визуализация внутримозговых структур в современных стереотаксических системах осуществляется непосредственно, с помощью навигационной системы, на основе комплексного обследования головного мозга пациента методами КТ, МРТ, ЭПТ. С применением навигационных систем стали возможны оперативные вмешательства по деструкции опухолей с узловым ростом, цереброваскулярные оперативные вмешательства [6, 7]. По данным томографического исследования проводится 3-мерная реконструкция головного мозга и выполняется расчет оптимальной (малотравматичной и кратчайшей) траектории введения хирургического инструмента к очагу патологии. Позиционирование хирургического инструмента осуществляется по командам с ЭВМ с помощью компьютерного стереотаксического робота-манипулятора. Во время проведения оперативного вмешательства нейрохирург может наблюдать стереоскопическое изображение головного мозга и управлять передвижением хирургического инструмента непосредственно (с помощью специализированного дигитайзера) либо осуществлять контроль за автоматически перемещаемым инструментом. Данные о положении оконечности хирургического инструмента отображаются на экране монитора в реальном масштабе времени с помощью системы обратной связи (frameless stereotaxis).

Эффективным средством диагностики в современных системах стало внедрение электронных микроскопов [8]. В методах лечения паркинсонизма, гиперкинезов, эпилепсии и некоторых других заболеваний ЦНС наметился переход от деструктивных к стимулирующим воздействиям.

Так, анализируя результаты проведенных в течение последних восьми лет в отделении нейрохирургии ХОКБ нейротрансплантаций (НТ) эмбриональной нервной ткани (ЭНТ) (рис. 3), можно отметить, что у больных паркинсонизмом и другими гиперкинезами отмечается эффект от ЭНТ в виде уменьшения гиперкинезов, ригидности, снижения принимаемых антипаркинсонических средств на 2–3-й неделе после операции и продолжается в течение 8–10 месяцев, после чего у многих больных наступает некоторое ухудшение, что обуславливает необходимость повторной НТ. Выраженный эффект от НТ получен у больных с последствиями ишемических и геморрагических инсультов. Спустя 5–7 дней отмечалась тенденция к восстановлению утраченных двигательных функций, дальней

шее восстановление происходило в более сжатые сроки, чем у больных без НТ. У больных с последствиями ЧМТ отмечалось уменьшение неврологи-

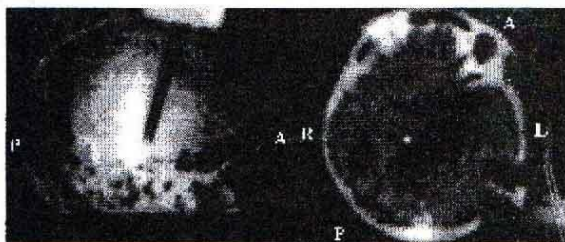


Рис. 3. Нейротрансплантация эмбриональной нервной ткани в подкорковые структуры головного мозга

ческого дефицита, уменьшение частоты или исчезновение эпилептистов. Эффект от НТ у больных с последствиями ПСМТ выражался в виде уменьшения трофических расстройств, улучшения чувствительности, нормализации или уменьшения сфинктерных нарушений.

#### Список литературы

1. Абраков Л.В. Основы стереотаксической нейрохирургии. Л.: Медицина, 1975. 232 с.
2. Кандель Э.И. Функциональная и стереотаксическая нейрохирургия. М.: Медицина, 1981. 368 с.
3. Масловский С.Ю., Лапоногов О.А. Стереотаксический атлас промежуточного мозга детей и подростков. К.: Здоров'я, 1986. 74 с.
4. Аничков А.Д., Полонский Ю.З., Камбарова Д.К. Стереотаксическое наведение. Л.: Наука, 1985. 160 с.
5. Бехтерева Н.П., Бондарчук А.Н., Смирнов В.Н., Трохачев А.Н. Физиология и патофизиология глубоких структур мозга человека. Л.-М.: Медицина, 1967: 259 с.
6. Jannin P., Fleig O.J., Seigneuret E. et al. A data fusion environment for multimodal and multiinformational neuronavigation. L. Comput. Aided Surg. 2000; 5, 1: 1–10.
7. Dorward N.L. Frameless stereotaxic biopsy with the Easy Gyde. Medicamundi 1998; 42, 1: 33–37.
8. Mc Callum J. Combined frameless stereotaxy and neuroendoscopy in placement of intracranial shunt catheters. Pediatr. Neurosurg. 1997; 26, 3: 127–129.
9. Роуменко В.Д., Хоменко А.В. Лазерная термодеструкция глиом полушарий большого мозга. Укр. мед. альманах 1999; 2, 3 (додаток): 90–92.
10. Szeifert G., Nyfary I. The gamma-knife in stereotaxic surgery. A new era in brain surgery. Orv. Hetil. 1998; 139, 44: 2627–32.
11. Muacevic A., Kreth F.W., Horstmann G.A. et al. Surgery and radiotherapy compared with gamma-knife radiosurgery in the treatment of solitary cerebral metastases of small diameter. J. Neurosurg. 1999; 91, 1: 35–43.

#### ЕТАПИ РОЗВИТКУ СТЕРЕОТАКСИЧНОГО МЕТОДУ

**О.Г. Аврунін, С.Ю. Масловський, В.О. П'ятикоп, В.В. Семенець**

Описані етапи розвитку, сучасний стан і перспективи стереотаксичного методу. Особисту увагу приділено принципам візуалізації внутрішньомозкових структур і технічному забезпеченню стереотаксичного методу.

**Ключові слова:** стереотаксичний метод, візуалізація, маніпулятор.

#### STAGES OF EVOLUTION OF STEREOTAXICAL METHOD

**O. Avrunin, S. Maslovskiy, V. Pyatikop, V. Semenets**

Stages of evolution, actual status and perspective of stereotaxical method are described. Especial consideration is devoted approaches of intracerebral structures visualization and technical equipment of stereotaxis.

**Key words:** stereotaxis, visualization, manipulator.