

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ КТ-СТЕРЕОТАКСИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СТРУКТУР ТАЛАМУСА

Аврунин О.Г., Масловский С.Ю.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Харьковский государственный медицинский университет

Для лечения заболеваний экстрапирамидной нервной системы применяется стереотаксический метод, позволяющий с помощью средств визуализации внутримозговых образований и специализированной хирургической аппаратуры обеспечить локальный малотравматичный доступ к пораженной области. Ключевым условием, от которого в первую очередь зависит эффективность стереотаксического воздействия, является высокоточное вычисление геометрических характеристик зоны оперативного вмешательства (стереотаксической «мишени») с учетом индивидуальной анатомической variability.

Общепринятым в стереотаксисе является метод косвенной визуализации зоны оперативного вмешательства, заключающийся в получении контрастных рентгеновских снимков во фронтальной и сагиттальной плоскостях с последующим проведением дополнительных геометрических построений, основанных на определении внутримозговой системы стереотаксических координат по ориентирам желудочковой системы мозга, и вычислении параметров зоны оперативного вмешательства по анатомическим срезам из специализированных стереотаксических атласов головного мозга [1]. Данный метод, несмотря на свою универсальность, является высокотравматичным. Поэтому с середины 80-х годов проводятся попытки применить средства рентгеновской компьютерной КТ и магниторезонансной томографии МРТ для получения координат локализации стереотаксической мишени [2-4]. Эта задача осложняется тем, что в настоящее время на томографических изображениях невозможно проведение дифференцированной визуализации подкорковых структур, а принципы сканирования и формирования изображений затрудняют выделение стандартных стереотаксических ориентиров, необходимых для расчетов. Большинство современных методик по-прежнему основывается на данных вентрикулографии или на переносе данных с томограмм на рентгенограммы, что вносит дополнительные погрешности [5]. Использование «новых» стереотаксических ориентиров, контрастно видимых на томографических срезах, часто приводит к снижению точности расчета зоны оперативного вмешательства [6]. Поэтому на современном этапе актуальной является задача адаптации высокоинформативных средств картирования внутримозговых структур и общепринятых в стереотаксическом методе стереотаксических расчетов, основанных на ориентирах желудочковой системы мозга.

В данной работе предлагается методика определения координат передней (СА) и задней (СР) белых спаек мозга с помощью аксиальной рентгеновской компьютерной томографии КТ без применения вспомогательных средств визуализации. Указанные спайки СА и СР являются базовыми стереотаксическими ориентирами при вмешательствах на структурах зрительного бугра и субталамической области [1]. Основываясь на линии, соединяющей СА и СР, проводится построение внутримозговой системы стереотаксических координат, определение локализации зоны оперативного вмешательства и коррекция координат мишени с целью учета индивидуальной анатомической изменчивости. Результирующие координаты зоны оперативного вмешательства являются исходными данными для управления стереотаксическим аппаратом.

Материал и методы. Исследование методики КТ-стереотаксических расчетов выполнялось на основе проведения 12 стереотаксических вмешательств в нейрохирургического отделения ХОКБ. Анатомическое картирование головного мозга выполнялось на томографе СТ-MAX 3000 (General Electric). Обоснование методики определения координат стереотаксических ориентиров выполнялось с помощью разработанного оригинального программного обеспечения, позволяющего в интерактивном режиме определять геометрические характеристики 3-го желудочка головного мозга.

С целью обеспечения однозначности при согласовании систем координат томографа и мозга на начальном этапе операции должна выполняться жесткая фиксация головы больного в апертуре гентри томографа с выполнением следующих условий:

1. Проведение сканирования параллельно орбито-меатальной плоскости.
2. Получение обзорных краниограмм во фронтальных и сагиттальных проекциях.

Комплекс условий, связанных с установкой стереотаксического аппарата, зависит от типа конструкции направляющего устройства хирургического инструмента и в данной работе не рассматривается.

Орбито-меатальная плоскость $o-m$, проходящая через задний край орбиты O и центр наружного слухового отверстия (см. рис. 1, а) широко применяется в нейрохирургической практике [7]. По данным [8] установлено, что орбито-меатальная плоскость параллельна межспаечной линии СА-СР (девиация

составляет не более 5°). Для определения точных координат точек О и М применялась фиксация рентген-контрастных меток на голове пациента во время проведения обзорного сагиттального снимка и установки плоскости получения томографических срезов.

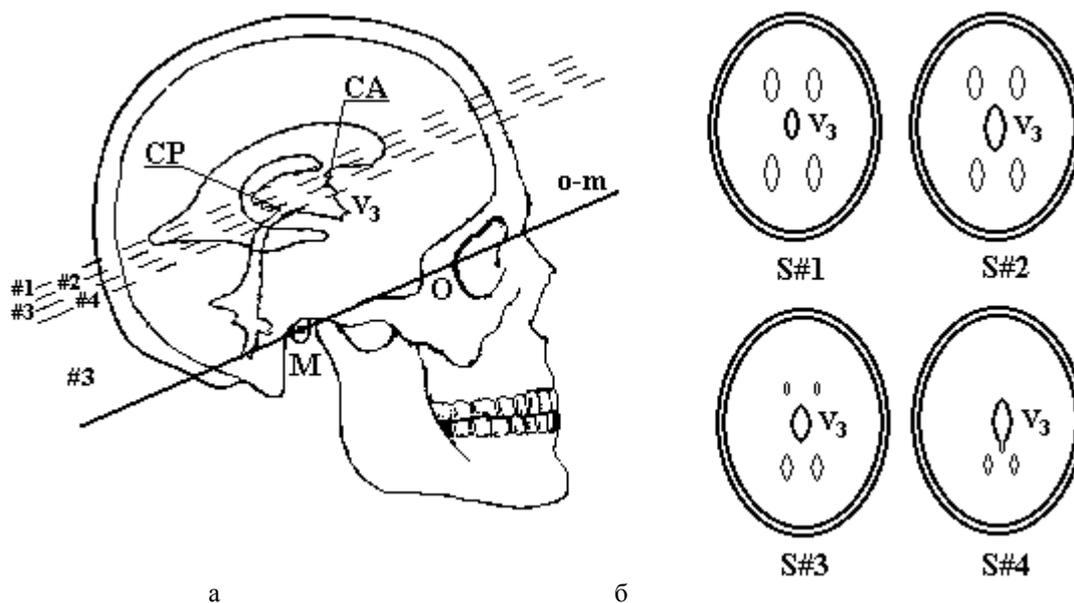


Рис. 1. Схематические изображения обзорного сагиттального рентгеновского снимка (а) при контрастировании желудочковой системы; и аксиальных томографических срезов (S#1, S#2, S#3, S#4) на уровне 3-го желудочка V_3 мозга (б).

Результаты исследований и обсуждение. Согласно топографо-анатомическим данным передняя спайка СА располагается в окрестности границы переднего главного, а задняя спайка СР – возле границы нижнего заднего конфигурационных выворотов контура 3-го желудочка (V_3). Исходя из этого методика определения спаек СА и СР заключается в последовательном сканировании области 3-го желудочка с шагом 1 мм параллельно орбито-меатальной плоскости, измерении длины V_3 и определении среза, содержащего второй (начиная сверху) локальный минимум длины третьего желудочка (S#3 на рис. 1, б). Координаты расположения передней СА и задней СР белых спаек мозга (Φ_{CA} , C_{2CA} , Γ_{CA}) и (Φ_{CP} , C_{2CP} , Γ_{CP}) будут определяться согласно локализации на данном срезе передней и задней границ контура 3-го желудочка соответственно. Исходя из условий сканирования, горизонтальный томографический срез, содержащий указанный локальный минимум длины V_3 , расположен в нулевой горизонтальной стереотаксической плоскости.

Центром внутримозговой системы стереотаксических координат является точка С (Φ_c , C_{2c} , Γ_c), находящаяся на середине межспайчной линии СА–СР, координаты которой вычисляются согласно формулам:

$$\Phi_c = \frac{\Phi_{CA} + \Phi_{CP}}{2}; C_{2c} = \frac{C_{2CA} + C_{2CP}}{2}; \Gamma_c = \frac{\Gamma_{CA} + \Gamma_{CP}}{2}$$

Нулевые фронтальная и сагиттальная стереотаксические плоскости проходят через центральную точку перпендикулярно друг другу и линии СА–СР. Стереотаксические координаты центра зоны оперативного вмешательства определяются относительно точки С по данным анатомических срезов из атласов головного мозга, наиболее совершенным из которых является атлас G. Shaltenbrandt [9]. Учет индивидуальной вариабельности мозговых структур может проводиться, либо путем введения масштабных коэффициентов, учитывающих длину линии СА–СР, либо непосредственно, с помощью уравнений регрессионных зависимостей, в которых длина СА–СР задается в качестве параметра [10-16].

Выводы. Проведение на базе нейрохирургического отделения ХОКБ экспериментальных оперативных вмешательств позволяет судить о пригодности метода. Так, суммарная погрешность наведения при использовании аппарата конструкции Канделя во всех случаях составляла не более 2.5 мм. Для выполнения расчетов не требуются высокопроизводительная рабочая станция. Дальнейшее повышение точности наведения связано с увеличением разрешающей способности методов картирования мозга, раз-

работкой алгоритмов машинного анализа интраскопических изображений с целью автоматического распознавания внутримозговых ориентиров с учетом их индивидуальной вариабельности, а также совершенствованием систем операционного планирования, позволяющих проводить объемную реконструкцию зоны хирургического вмешательства в реальном времени.

Список литературы:

1. Кандель Э.И. Функциональная и стереотаксическая нейрохирургия.- М.: Медицина.-1981.-368с.
2. Коновалов А.И., Корниенко В.Н. Компьютерная томография в нейрохирургической клинике.- М.: Медицина, 1985.- 296 с.
3. Стереотаксическая компьютерная томография / Меликян А.Г., Соколова Э.Б, Игнатов С.М., Лобанов С.А. // Вопр. нейрохирургии.- 1983.- № 2.- С. 11-15.
4. Matula C. Intra-operative CT and image-guided surgery. // Medicamundi.- 1998.- Vol. 42, № 1.- P. 2-5.
5. Шершевер А.С и др. Расчет мишеней деструкции с использованием магнито-резонансной томографии при проведении стереотаксической передней каллезотомии // Вопр. нейрохирургии. им. Н.Н. Бурденко.- 2001.- №3.- С. 24-25.
- 6.Kaus M. et al. Technical accuracy of a neuronavigation system measured with a high-precision mechanical micromanipulator // Neurosurgery.- 1997.-Vol. 41, № 6.- P. 1431-1436.
7. Сперанский В.С. Основы медицинской краниологии.-М.: Медицина, 1988.- 288 с.
8. Шабалов В.А. и др. Применение компьютерной томографии при стереотаксических операциях у больных с дискинезиями // Вопр. нейрохирургии.- 1998.- № 3.- С. 3-6.
9. Shaltenbrand G., Wahren P. Atlas for stereotaxy of the human brain.- Stuttgart: G. Thieme, 1977.- 302 p.
10. Масловский С.Ю., Лапоногов О.А. Стереотаксический атлас промежуточного мозга детей и подростков.- К.: Здоров'я, 1986.- 72 с.
11. Масловський С.Ю.Компьютерна версія стереотаксического атласа головного мозга человека/С.Ю. Масловский, О.Г. Аврунин// Експериментальна і клінічна медицина.- 1998.- №1. - С. 135-139.
12. Методы визуализации внутримозговых структур на современном этапе/О.Г. Аврунин, В.В.Семенец, А.Б.Щербакова // Радиоелектроника и информатика.-1999.- № 4(9) - С. 107-108.
13. Аврунин О.Г. Этапы развития стереотаксического метода / О.Г. Аврунин, С.Ю. Масловский, В. А., Пятикоп, В.В. Семенец // Експериментальна і клінічна медицина.- 2001.- № 1.- С. 125-127
14. Аврунин О.Г. Возможности повышения точности расчета зоны оперативного вмешательства при стереотаксических операциях на головном мозге человека/ Аврунин О.Г. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.- 1998.- № 4. - С. 120-122.
15. Аврунин О.Г. Методика стереотаксических расчетов при интраоперационном проведении компьютерной томографии/ О.Г. Аврунин // Проблемы бионики. - 2002.-№57.
16. Аврунин О.Г. Визуализация вентролатерального ядра таламуса головного мозга человека / О.Г. Аврунин, В.В. Семенец, С.Ю. Масловский// Радиоелектроника и информатика.- 1998.- № 1/(2). -С. 132-134

УДК 615.47

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ КТ-СТЕРЕОТАКСИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СТРУКТУР ТАЛАМУСА

Аврунин О.Г., Масловский С.Ю.

В работе рассматривается методика проведения стереотаксических расчетов при интраоперационном использовании рентгеновского компьютерного томографа. Приведен анализ возможности определения координат опорных стереотаксических ориентиров (белых спаек мозга СА и СР) на компьютерных томограммах головного мозга пациента во время операции.

Ключевые слова: Стереотаксический метод, визуализация, компьютерная томография.

UDC 615.47

A technique of CT - stereotaxical computation with anatomical variability registration.

Avrunin O.G., Maslovsky S.U.

A method of stereotaxical computation with an intra-operative CT is described. Capability of intra-operative visualization stereotaxical reference points (CA-CP) is adduced and analysed.

Key words: Stereotaxical technique, visualization, computerized tomography.