

Анализ данных позитронной эмиссионной томографии головного мозга с ¹⁸F-ФДГ в процессе реализации контроля за функцией нижних мочевых путей

Analysis of the brain positron emission tomography data using ¹⁸F-FDG during the processes of neurophysiological control of lower urinary tract function

V.B. Berdichevsky, A.A. Sufianov, V.G. Elishev, D.A. Barashin

During the last few years the role of the brain centers in the regulation and control of the micturition is intensively discussed. It was shown, that cortical center in charge of the micturition control is paracentral lobule on the medial surface of the hemisphere. During the excitation of the supracalleous part of the brain, it's cingulate and orbital areas the inhibitory effect on the bladder is evident. The influence of the anterior cingulate region on the micturition activation was also evident.

Our study is devoted to the study of the positron-emission tomography (PET) changes in the process of the neurophysiological control of the micturition. During the physiological storage and continence phase a standard activity of the brain was denoted with light dominant of the left hemisphere. In process of micturition there was a rise in the summary brain activity over the mean detected level, which appeared to be statistically significant. The study showed that storage phase of the micturition is controlled by the posterior regions of the cortex, which provide a sympathetic dominant. Bladder emptying is regulated via the anterior regions, which have parasympathetic influence on the internal organs. A significant role was also shown for cingulate gyrus during the physiological regulation of micturition.

В.Б. Бердичевский, А.А. Суфианов, В. Г. Елишев, Д.А. Барашин
ФГБУ «Федеральный Центр нейрохирургии» Минздрава России, г. Тюмень

В литературе последних лет активно обсуждается участие ряда мозговых центров в регуляции и контроле над мочеиспусканием у здорового и больного человека. Установлено, что «центром» коркового контроля за мочеиспусканием, является парацентральная доля на медиальной поверхности полушария. При возбуждении супракаллезного отдела головного мозга, его задней цингулярной и орбитальной областей возникает тормозной эффект на мочевой пузырь. Выявлено влияние передней поясной области на активацию процесса мочеиспускания. Отмечено важное значение медиального центра мочеиспускания «М» региона, расположенного в мосту головного мозга, в процессе опорожнения мочевого пузыря, а латерального «L» региона, в его торможении [1-6].

Результаты современной позитронно-эмиссионной томографии головного мозга в момент удержания мочи и опорожнения мочевого пузыря у здорового человека, показали, что в период опорожнения мочевого пузыря имеет место увеличение церебрального кровотока с резким возрастанием активности в правой нижней лобной доле, а так же – в правой передней поясной извилине. Эта активность снижается сразу после завершения мочеиспускания. При этом сторона активации мозговых центров не имеет существенного значения и является проявлением индивидуальных особенностей человека. Обсуждается

гендерная особенность этого процесса [5, 7-10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящее исследование посвящено результатам позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) головного мозга, которое выполнено в Тюменском Федеральном центре нейро-хирургии на аппарате PET/CT (Siemens Biograph) с целью изучения нейрофизиологического контроля над мочеиспусканием.

В новой системе Biograph mCT установлена уникальная детекторная система высокой четкости OptisoHD компании «Сименс», обеспечивающая высочайшее объемное разрешение – всего 87 мм³. Среди других инновационных технологий – времяпролетная визуализация (TOF) и ПЭТ высокой четкости (HD), гарантирующие быстрое получение точных изображений с минимальной лучевой нагрузкой.

Полученные результаты анализировались визуальным и полуколичественным методами. Визуальную оценку проводили с использованием шкалы, позволяющей определить интенсивность захвата радиофармпрепарата (РФП) в регионе мозга, его локализацию и размеры. Основной методикой явился полуколичественный анализ серийных ПЭТ-сканов на интересующих нас регионах. В них вычислялось среднее значение стандартизованного уровня захвата SUV РФП. Расчет SUV производился программным комплексом автоматически в условных единицах. ■

Таблица 1. Характеристика показателей стандартного уровня захвата (SUV) РФП регионов головного мозга в процессе контроля над мочеиспусканием

Регион головного мозга	Сторона	Среднее Mean SUV	Удержание Mean SUV	Опорожнение Mean SUV
Передняя поясная извилина	левая	5,3 ± 0,6	3,8 ± 1,2	6,8 ± 0,7*
	правая	3,8 ± 1,0	3,2 ± 1,4	4,4 ± 0,7
Задняя поясная извилина	левая	6,4 ± 0,7	5,6 ± 0,7	7,2 ± 0,7*
	правая	5,5 ± 0,6	3,8 ± 0,7	7,2 ± 0,5
Передняя лобная извилина	левая	7,5 ± 1,1	7,4 ± 1,8	7,6 ± 0,5
	правая	5,1 ± 0,9	3,8 ± 1,2	6,8 ± 0,7
Передняя теменная извилина	левая	5,8 ± 0,8	5,0 ± 1,2	6,7 ± 0,5
	правая	4,8 ± 0,6	3,7 ± 0,7	6,0 ± 0,5
Затылочная кора	левая	7,4 ± 0,9	6,6 ± 0,5	8,1 ± 1,4
	правая	6,6 ± 1,0	5,4 ± 0,5	7,8 ± 1,4
Бледный шар	левая	6,8 ± 0,6	5,8 ± 0,7	6,9 ± 0,5
	правая	6,2 ± 0,5	4,7 ± 0,5	7,7 ± 0,5
Парацентральная доля	левая	4,8 ± 0,5	4,6 ± 0,5	6,9 ± 0,5
	правая	5,9 ± 0,5	4,5 ± 0,5	7,4 ± 0,5
Регионы интереса в целом	левая	6,2 ± 0,7	5,5 ± 0,9	7,2 ± 0,7
	правая	5,4 ± 0,7	4,3 ± 0,8	6,7 ± 0,7
Средний уровень Mean SUV		5,9 ± 0,7	4,9 ± 0,9	6,9 ± 0,7*

Примечание: * $p < 0,05$ различия SUV статистически достоверны по сравнению со средним значением по региону (критерий достоверности t–Стьюдента)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование выполнено у 6 мужчин и 6 женщин в возрасте 25-35 лет, прошедших комплексное медицинское обследование, признанных здоровыми и пожелавших дополнительно пройти томографию головного мозга. В 6 случаях ПЭТ проведено по стандартной схеме, в течение часа после очередного мочеис-

пускания. В 6 случаях с письменного согласия обследуемых ПЭТ проведено в момент мочеиспускания в положении лежа в заранее подготовленный моче-приемник или памперс. В результате проведенного ПЭТ сканирования у всех обследованных не выявлено признаков органических и функциональных заболеваний головного мозга, что являлось ведущей клинической задачей проводи-

Таблица 2. Сравнительная характеристика показателей стандартного уровня захвата РФП (SUV) регионов головного мозга в процессе контроля над мочеиспусканием

Этап	Удержание		Опорожнение	
Сторона	Левая	Правая	Левая	Правая
Передняя поясная извилина	3,8 ± 1,2	3,2 ± 1,4	6,8 ± 1,2	4,4 ± 0,8*
Задняя поясная извилина	5,6 ± 0,5	3,8 ± 0,7*	7,2 ± 0,7	7,1 ± 0,7
Передняя лобная извилина	7,4 ± 1,8	3,8 ± 1,2	7,6 ± 0,5	6,8 ± 0,7
Передняя теменная извилина	5,0 ± 1,2	3,7 ± 0,7	6,7 ± 0,5	6,0 ± 0,5
Затылочная кора	6,6 ± 0,5	5,4 ± 0,5	8,1 ± 0,5	7,8 ± 0,7
Бледный шар	5,8 ± 0,7	4,7 ± 0,5	6,9 ± 0,5	7,7 ± 0,5
Парацентральная доля	4,6 ± 0,5	4,5 ± 0,5	6,9 ± 0,5	7,4 ± 0,5
Регионы интереса в целом	5,4 ± 0,9	4,2 ± 0,8	7,2 ± 0,6	6,7 ± 0,6

Примечание: * $p < 0,05$ различия SUV статистически достоверны по сравнению со средним значением по региону (критерий достоверности t–Стьюдента)

мого исследования. Вместе с тем активность головного мозга в период удержания и выведения мочи имела определенную особенность. Так в регионах передней лобной и теменной извилин, затылочной извилин, бледного шара, парацентральной доли, уровень захвата РФП, был выше общепринятой допустимой разницы от среднего значения на 12-15%. Это указывало на наличие вполне определенных тенденций. В регионах передней и задней поясной извилин эта разница была достоверной. (табл. 1).

В период физиологического накопления и удержания мочи по результатам ПЭТ выявлена активность головного мозга ниже среднего уровня изучаемых регионов с незначительным общим доминированием левого полушария. При этом самая низкая активность при удержании мочи была в задних отделах поясной извилин, а самая высокая в проекции передней лобной извилин.

Во время акта мочеиспускания суммарная активность изучаемых регионов головного мозга нарастала относительно средних значений и достоверно превышала аналогичную активность периода накопления и удержания мочи. Наивысшая активность имела место в проекции затылочной коры и парацентральных долей, в обоих полушариях головного мозга.

Таким образом, в целом картина ПЭТ отражала активное включение структур головного мозга в период принятия решения и обеспечение соматического сопровождения процесса физиологического мочеиспускания, вместе с тем обращала на себя внимание значительное отличие этой активности в разных полушариях головного мозга, что стало предметом специального анализа (табл. 2).

В момент накопления и удержания мочи ПЭТ – исследование выявило следующие участки повышенной сравнительной активности мозга, представленные по мере убывания показателей захвата РФП: задний отдел поясной извилин, бледный шар, затылочная извилина. Эти регионы расположены в задних отделах коры головного мозга и, согласно литературным данным, дей-

A Siemens Biograph mCT PET/CT scanner is shown from a front-three-quarter perspective. The large circular gantry is white with the Siemens logo at the top. The central opening reveals the patient bed and internal components. The background is a blurred collage of medical data, including SUV values and Bq/ml measurements. The Siemens logo is prominently displayed in the top left corner.

SIEMENS

Точные и воспроизводимые результаты. Без всяких сомнений.

Новая система Biograph mCT: инновационный подход к количественному анализу.

www.siemens.com/mi, www.siemens.ru/healthcare

Компания «Сименс» создала средства воспроизводимого количественного анализа для молекулярной визуализации, которые позволят совершить настоящий прорыв в диагностике и терапии самых сложных заболеваний.

Обнаружение, характеристика и мониторинг мельчайших новообразований с воспроизводимыми результатами количественного анализа — это путь к сокращению расходов на лечение онкологических заболеваний. Теперь появилась возможность количественно оценивать абсолютный кровоток в миокарде, чтобы принимать более точные решения о терапии с минимальным риском для пациентов.

Кроме того, появилась потенциальная* возможность количественной оценки амилоидных отложений в головном мозге для диагностики деменции и замедления развития болезни.

Впервые количественный анализ в молекулярной визуализации гарантирует точные и воспроизводимые результаты. Результаты, на базе которых можно принимать уверенные решения. Подтверждения для более обоснованных диагнозов и более точного планирования терапии. Исследование за исследованием. Скан за сканом. Без всяких сомнений.

Answers for life*.

*Ответы для жизни.

* Данное решение находится на этапе разработки и еще не представлено в продаже в США. В связи с требованиями нормативных актов его появление в продаже в будущем нельзя гарантировать.

ствительно играют важную роль в обеспечении преимущественно тормозящей вегетативной регуляции внутренних органов.

В момент акта мочеиспускания на фоне нарастания активности всего головного мозга и, преимущественно, его левых отделов, регионами повышенной активности головного мозга стали передняя поясная извилина, передняя лобная извилина, передняя теменная извилина. Анато-

мически это передние отделы коры головного мозга. Согласно литературным данным именно ей принадлежит роль стимуляции парасимпатических вегетативных реакций организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование показало, что процесс удержания мочи контролируют задние отделы коры головного мозга,

обеспечивающие доминирование симпатического влияния вегетативной нервной системы. Процесс опорожнения мочевого пузыря регулируется передними отделами коры головного мозга, обеспечивающими парасимпатическое управление внутренними органами. При этом выявлена достоверная заинтересованность в реализации физиологических функций нижних мочевых путей поясной извилины головного мозга. ■

Резюме:

В литературе последних лет активно обсуждается участие ряда мозговых центров в регуляции и контроле над мочеиспусканием у здорового и больного человека. Установлено, что «центром» коркового контроля за мочеиспусканием, является парацентральная доля на медиальной поверхности полушария. При возбуждении супракаллезного отдела головного мозга, ее задней цингулярной и орбитальной области возникает тормозной эффект на мочевой пузырь. Выявлено влияние передней поясной области на активацию процесса мочеиспускания.

Настоящее исследование посвящено позитронно-эмиссионной томографии головного мозга в процессе нейрофизиологического контроля над мочеиспусканием. В период физиологического накопления и удержания мочи выявлена стандартная активность головного мозга, с незначительным общим доминированием левого полушария. В период акта мочеиспускания суммарная активность головного мозга нарастала относительно средних значений и достоверно превышала аналогичную активность периода накопления и удержания мочи. Исследование показало, что процесс удержания и хранения мочи контролируют задние отделы коры головного мозга, обеспечивающие доминирование симпатического влияния ВНС. Процесс опорожнения мочевого пузыря регулируется передними отделами коры головного мозга, обеспечивающими парасимпатическое управление внутренними органами. При этом выявлена достоверная заинтересованность в реализации физиологических функций нижних мочевых путей поясной извилины головного мозга.

Ключевые слова: позитронно-эмиссионная томография головного мозга, ПЭТ, функция мочевого пузыря, мочеиспускание.

Key words: brain positron emission tomography, PET, bladder function, micturition.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аль-Шукри С.Х., Кузьмин И.В. Гиперактивность детрузора и ургентное недержание мочи: пособие для врачей. СПб., 2001. 40 с.
2. Гаджиева З.К. Нарушения мочеиспускания: руководство. [Под ред. Ю.Г. Аляева]. М.: ГЕОТАР - Медиа, 2010. 176 с.
3. Вишневский А.А., Лившиц А.В. Электростимуляция мочевого пузыря. М.: Медицина, 1973. 160 с.
4. Мазо Е.Б., Кривобородов Г.Г. Гиперактивный мочевой пузырь. Вече, Москва, 2003. 192 с.
5. Andersson KE, Hedlund P. Pharmacologic perspective on the physiology of the lower urinary tract. // Urol. 2002. Vol. 60, N 5, Suppl. 1. P. 13–21.
6. Станжевский А. А., Тютин Л.А., Костенин Н.А. Возможности позитронной эмиссионной томографии с ¹⁸F фтордезоксиглюкозой в дифференциальной диагностике сосудистой деменции. // Артериальная гипертензия. 2009. Т. 15, № 2. С. 233–237.
7. Пушкарь Д.Ю. Гиперактивный мочевой пузырь у женщин. М.: МЕД пресс- Информ, 2003. 160 с.
8. Совмещенная позитронно-эмиссионная и компьютерная томография в онкологии. / Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Дергунова Н., Дмитращенко А.А., Михайловская Е.: СПб.: Элбис-СПб., 2005. 124 с.
9. Позитронная эмиссионная томография: руководство для врачей. [Под ред. А. М. Гранова и Л. А. Тютина]. Фолиант, 2008. 368 с.
10. Phelps ME. Positron emission tomography provides molecular imaging of biological processes. // Proc Natl Acad Sc USA. 2000. Vol. 97, № 16. P. 9226–9233.