

## Структурная и функциональная асимметрия нейроэндокринных органов при парентеральном введении спинномозговой жидкости

Е.Ю.Бессалова

Крымский государственный медицинский университет им. С.И.Георгиевского, кафедра нормальной анатомии человека  
Симферополь, Украина

Ликвор, как гуморальная среда организма, содержащая разнообразные биологически активные вещества, при парентеральном введении в качестве ксеногенного биопрепарата оказывает существенное влияние на структуру и функцию органов нейроэндокринной системы. При этом наблюдается изменение степени и вектора локомоторной асимметрии, а также усиление структурной асимметрии органов.

**Ключевые слова:** спинномозговая жидкость, асимметрия, крысы.

### ВВЕДЕНИЕ

Нервная, эндокринная и иммунная системы представляют единый регуляторный блок, оппозитные половины которого асимметричны структурно и функционально [1, 7]. В контралатеральных участках мозга установлено неодинаковое содержание нейрогормонов и рецепторов к ним [6], парные органы и оппозитные половины непарных органов асимметричны по ряду морфологических и функциональных параметров [1]. Спинномозговая жидкость (СМЖ) является гуморальной средой головного мозга, выполняет важную регуляторную функцию и содержит множество биологически активных веществ. В ее составе выявлены и гуморальные факторы асимметрии [3], что обуславливает асимметрию ликворной системы и существование индивидуального профиля функциональной асимметрии в норме, при патологии и экспериментальных воздействиях. При введении СМЖ большого с двигательными нарушениями у здорового ре-

ципиента возникают нарушения, аналогичные таковым у донора с совпадением стороны расстройств: феномен «спинальной памяти» — перенос состояния доноров (функциональные перестройки, состояние аналгезии, импритинговое обучение, другие условные рефлексы) реципиентам СМЖ [3, 6]. Нейропептиды — носители этой информации — обладают высокой специфичностью: одни специфичны для правой стороны, другие — для левой.

Целью исследования было выявить эффекты спинномозговой жидкости на показатели асимметрии движения и на показатели структурной асимметрии органов нейроэндокринной системы крыс, что не было изучено ранее.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

СМЖ получали прижизненно у лактирующих коров методом субокципитальной пункции и сохраняли в жидком азоте. СМЖ вводили внутримышечно из расчета разовой дозы 2 мл/кг массы тела однократно за час до тестирования и курсами (по 15 инъекций через день (интенсивный курс) или еженедельно (длительный неинтенсивный курс) в той же разовой дозе). Исследование локомоторной асимметрии проводили, используя метод «открытого поля» [5], на сорока половозрелых белых крысах (в контрольной и подопытной группах по 10 самок и самцов), у самок — дифференцированно в стадию эструс и диэструс. На основе видеозаписи движения крыс в манеже подсчитывали количество правосторонних и левосторонних ротаций с последующим вычислением коэффициента асимметрии по формуле:  $k = L/R$ , где  $K$  — коэффициент асимметрии, ед. (во сколько раз число левосторонних ротаций больше),  $L$  — число левосторонних ротаций,  $R$

— правосторонних. Морфологическую часть работы проводили на крысах другой группы, им вводили СМЖ курсом многократно на протяжении 90-180-х суток жизни еженедельно в той же разовой дозе. Крыс забивали методом декапитации под эфирным наркозом в возрасте 270 суток, исследуя отдаленные эффекты СМЖ на биометрические показатели органов и структурную асимметрию. Для исследования структурной асимметрии проводили сравнительный анализ размеро-весовых показателей контралатеральных долей или органов по формуле  $Ка=100*(F1-F2)/F1$ , где Ка — коэффициент асимметрии, F1 — больший параметр, F2 — меньший параметр измерения. Достоверность отличий определяли на основании t-критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование функциональной асимметрии выявило интересные результаты. Самцы белых крыс в норме совершают преимущественно пра-

восторонние повороты в открытом поле, самки в стадию эструс — левосторонние. Таким образом, самцы являются левополушарными животными, самки в эструс — правополушарными [2]. В стадию диэструс показатели локомоторной асимметрии имеют ряд особенностей: правополушарность самок менее выражена, чем в период течки, а степень и направление двигательной асимметрии чувствительна к условиям эксперимента (сезон, введение СМЖ). Показатели локомоторной асимметрии самцов более стабильны: они меняются лишь в зависимости от числа предыдущих тестирований (стресс, связанный с эффектом новизны, вызывает временное относительное увеличение левосторонних ротаций, а привыкание к маневру увеличивает число правосторонних ротаций), но не зависят от параметров введения СМЖ. Показатели локомоторной асимметрии самок лабильны и зависят от стадии эстрального цикла, сезона года и введения СМЖ. В стадию эструс показатели локомоторной асимметрии самок всегда однонаправленны (самки правополушарны) вне зависимости от сезона и

ТАБЛИЦА 1

**Биометрические показатели органов белых крыс в норме и при многократном введении СМЖ еженедельно в возрасте 90-180 сут.**

Щитовидная железа						
Группа	Доля	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объем, мм <sup>3</sup>	КА (объем)
♀контроль	правая	9,00±0,20	3,67±0,19	3,42±0,28	60,24±8,91	16,04±7,19
	левая	8,37±0,36	3,53±0,14	3,15±0,26	50,01±8,41	
♀опыт	правая	9,37±0,67	3,60±0,12	3,52±0,28	62,19±7,12	10,66±13,03
	левая	7,80±0,19	3,73±0,15	3,48±0,30	53,01±5,19	
♂контроль	правая	8,80±0,13	3,90±0,25	3,67±0,24	65,77±6,80	19,93±5,41
	левая	8,73±0,47	3,65±0,15	3,17±0,30	52,16±4,78	
♂опыт	правая	8,68±0,23	3,73±0,40	3,05±0,18	51,95±7,22	17,71±11,15
	левая	8,27±0,63	3,63±0,26	2,62±0,17	42,02±6,59	

Семенник						
Группа	Орган	Масса, мг	КА (масса)	Объем, мм <sup>3</sup>	КА (объем)	Удельный вес, мг/мм <sup>3</sup>
контроль	правый	1900±97	-	1145±55	-	1,66±0,04
	левый	1833±60		1114±56		1,65±0,03
опыт	правый	1950±92	5,80±2,21	1232±108	4,54±2,85	1,60±0,06
	левый	1833±78		1167±77		1,58±0,04

Рог матки					
Группа	Часть органа	Диаметр, мм	КА (диаметр)	Длина, мм	КА (длина)
контроль	правая	2,57±0,17	13,36±3,02	35,33±2,11	6,76±2,78
	левая	2,28±0,22		32,83±1,77	
опыт	правая	2,00±0,26	8,99±2,47	43,00±1,09*	11,95±2,67
	левая	1,83±0,26		37,83±1,34**	

**Примечания:** КА — коэффициент асимметрии; \* — отличия по сравнению с контролем; \*\* — по сравнению с контралатеральным органом в данной группе при P<0,05.

введения ликвора. В диэструс зимой и весной у самок в норме преобладают правые повороты, летом и осенью — левые. Разовые инъекции СМЖ вызывают обратимую инверсию показателей локомоторной асимметрии у самок, что проявляется в обратимой смене доминантного полушария через час после инъекции. Курсовые инъекции СМЖ не меняют латерализацию двигательных функций в ЦНС, а напротив, усиливают половые особенности асимметрии локомоции, оказывая больший эффект на движение в диэструс, приравнивая данные показатели к результатам, полученным при тестировании в период течки.

Исследование *структурной асимметрии* щитовидных желез и репродуктивных органов самцов и самок крыс выявило эффекты СМЖ на динамику биометрических показателей ипсилатеральных долей и органов между контрольной и подопытной группами и контралатеральных объектов внутри этих групп (табл. 1). Для щитовидной железы, яичников, рогов матки и семенников белых крыс характерна структурная асимметрия: правая доля щитовидной железы, правый яичник, рог матки и семенник, как правило, крупнее и функционально более активны [1]. Введение СМЖ в период расцвета репродукции практически не влияет на объем правой и левой долей щитовидной железы, поскольку отсутствует статистически значимая разница между показателями опыта и контроля (табл. 1). Значимые отличия объема между правой и левой долями щитовидной железы у крыс внутри групп отсутствуют, а средняя величина коэффициента асимметрии и ошибка средней имеют адекватные цифровые значения лишь в контрольной группе. Структурная асимметрия щитовидной железы в норме у зрелых самцов более выражена по сравнению с самками.

У части животных введение СМЖ меняет направление вектора асимметрии на противоположное, когда объем левой доли преобладает, при этом коэффициент асимметрии меняет знак, что обеспечивает большую ошибку его средней и делает статистическое исследование неинформативным (в табл. 1 выделено подчеркиванием).

При исследовании семенников наблюдается обратная картина: мы не выявили значимой асимметрии семенников у самцов контрольной группы, известной в литературе (средние величины коэффициента асимметрии не приведены в табл. 1 вследствие математической некорректности), в подопытной группе асимметрия выражена и коэффициент асимметрии

выше. Асимметрия яичников белых крыс при парентеральном введении СМЖ неполовозрелым особям нами была изучена ранее, было выявлено, что максимальной лабильностью и чувствительностью к СМЖ обладает левый яичник, за счет чего ее инъекции уменьшают асимметрию массы и объема органа, характерную для контрольной группы [4]. СМЖ оказывает дифференцированное действие на оппозиционные рога матки: на правый рог эффект более выражен, чем на левый, что вызывает усиление структурной асимметрии матки, делая отличия длины рогов матки статистически значимыми (табл. 1). Противоположная направленность изменения коэффициента асимметрии длины и диаметра рогов матки, по-видимому, связана с изменением гормонально зависимого тонуса различных слоев миометрия и требует дальнейшего изучения. Такие выводы полностью согласуются с результатами наших предыдущих исследований при парентеральном введении СМЖ неполовозрелым самкам [4].

## ВЫВОДЫ

Спинальная жидкость лактирующих коров при парентеральном введении вне естественного резервуара оказывает выраженное действие на функциональную и структурную асимметрию органов нейроэндокринной системы половозрелых крыс. При парентеральном введении ксеногенной спинномозговой жидкости происходит обратимое изменение направления локомоторной асимметрии, указывающее на временную смену доминантного полушария; изменения зависимы от пола и стадии эстрального цикла самок. Эффект воздействия СМЖ на структурную асимметрию органов избирателен: СМЖ оказывает стимулирующее действие на левую долю щитовидной железы, левый яичник, но на правый семенник и рог матки. Перспективно дальнейшее изучение асимметрии морфофункциональной активности нейроэндокринных органов на тканевом уровне организации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов В.В. Асимметрия нервной, эндокринной и иммунной систем / В.В.Абрамов, Т.Я.Абрамова. — Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. — 97 с.
2. Бессалова Е.Ю. Показатели локомоторной асимметрии белых крыс в норме и при парентеральном введении ксеногенной спинномозговой жидкости / Е.Ю.Бессалова // Асимметрия. — 2011. — Т.5, №2. — С. 3-10.

3. Варганян Г.А. Проблема химической асимметрии мозга / Г.А.Варганян, Б.И.Клементьев // Физиология человека АН СССР. — 1988. — Т.14, №2. — С. 297-313.
4. Лященко О.И. Структурная асимметрия яичников и матки / О.И.Лященко, Е.Ю.Бессалова // Клиническая анатомия та оперативна хірургія. — 2007. — №1. — С. 72-74.
5. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Я.Буреш, О.Бурешова, Д.П.Хьюстон; под. ред. А.С.Батуева. — М.: Высшая школа, 1991. — 399 с.
6. Пизова Н.В. Зеркальные феномены у больных с различными аутоиммунными заболеваниями / Н.В.Пизова, Е.И.Вербицкая, А.В.Пизов // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. — 2006. — Т.106, №11. — С. 4-8.
7. Функциональная межполушарная асимметрия: Хрестоматия / Под. ред. Н.Н.Боголепова, В.Ф.Фокина. — М.: Научный мир, 2004. — 728 с.

**Є.Ю.Бессалова.** *Структурна і функціональна асиметрія нейроендокринних органів при парентеральному введенні спинномозкової рідини. Сімферополь, Україна.*

**Ключові слова:** *спинномозкова рідина, асиметрія, білі щури.*

*Ліквор, як гуморальне середовище організму, що містить різноманітні біологічно активні речовини, при парентеральному введенні як ксеногенної біопрепарату істотно впливає на структуру і функцію органів нейроендокринної системи. Спостерігається зміна ступеня і вектора локомоторної асиметрії, а також посилення структурної асиметрії органів.*

**Ye.Yu.Bessalova.** *Structural and functional asymmetry of neuroendocrine organs at injection of cerebrospinal fluid. Simferopol, Ukraine.*

**Key words:** *cerebrospinal fluid, asymmetry, white rat.*

*Cerebrospinal fluid is important biological humor. Cerebrospinal fluid preparation caused effects on structure and function of neuroendocrine organs of rats. Cerebrospinal fluid caused effects on locomotion asymmetry, and also increases growth of neuroendocrine organs structural asymmetry.*

*Надійшла до редакції 27.08.2011 р.*