

УДК 612.821

В. С. Кононенко

О МЕЖПОЛУШАРНЫХ СООТНОШЕНИЯХ МОНОАМИНОКСИДАЗНОЙ АКТИВНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ НОРАДРЕНАЛИНА В КОРКОВЫХ ЦЕНТРАХ КОЖНОГО И ДВИГАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРОВ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Познание механизмов функциональной асимметрии в деятельности коры больших полушарий головного мозга человека представляет большой интерес для теоретической и клинической медицины [1, 2, 6]. Одним из основных факторов, определяющих возникновение функциональной асимметрии двигательного анализатора человека, считается его асимметрическая деятельность.

Проекционные зоны чувствительности в постцентральной области представлены по сомато-топическому типу. В пределах прецентральной области также установлена сомато-топическая локализация нейронов, иннервирующих определенные группы мышц [5, 20]. Мышцы, которые осуществляют более тонкие произвольные движения, сравнительно более широко территориально представлены в коре головного мозга человека.

Принимая во внимание большую обширность корковых полей кожного и двигательного анализаторов мозга человека, а также наличие разработанных схем представительства чувствительных и двигательных функций в пре- и постцентральной областях [5], мы определяли моноаминоксидазную активность гомогенатов и содержание норадреналина ткани различных симметрических зон упомянутых анализаторов.

В наших предыдущих исследованиях [3, 4] выявлена симметрия в показателях моноаминоксидазной и холинэстеразной активности и содержания норадреналина и ацетилхолина в различных (двигательных и чувствительных) корковых пунктах подопытных животных (кроликов, собак). Вместе с тем, создание экспериментальной функциональной асимметрии в деятельности больших полушарий головного мозга животных при осуществлении односторонних рефлексов сопровождается возникновением медиаторно-ферментной асимметрии в ткани парных корковых центров.

Методика исследований

Моноаминоксидазную активность гомогенатов коркового вещества определяли по [15], содержание норадреналина — по [7] в модификации [12]. Ферментативную активность и содержание норадреналина изучали в гомогенатах коркового вещества головного мозга лиц, погибших от транспортной травмы, в холодное время года. От наступления смерти до вскрытия проходило не более 24 ч. На сегодняшний день считается возможным определение моноаминоксидазной активности [8, 13, 16, 19, 21] и содержания норадреналина [14, 17, 18] в нервной ткани скоропостижно скончавшихся людей.

Для контроля и сравнения моноаминоксидазную активность исследовали в гомогенатах коркового вещества головного мозга, полученного при нейрохирургических операциях (избыточная резекция ткани полушария при удалении опухоли мозга).

Чтобы получить более детальное представление о ферментативной активности нервной ткани обширных корковых полей кожного и двигательного анализатора, пре- и постцентральные области коры мозга разделяли на пять зон. I зона на внутренней поверхности полушария ограничена мозолисто-краевой бороздой, V зона в самой нижней части полушария граничит с латеральной бороздой. Остальные II, III, IV зоны находятся соответственно в указанном промежутке. Следует отметить, что при анализе полученного материала учитывали как ферментативную активность гомогенатов парных корковых зон, так и представляли суждение в целом об определяемых процессах центрального отдела кожного или двигательного анализаторов.

При разделении корковых полей на зоны пользовались сомато-топической схемой Пенфилда и Расмуссена [20], демонстрирующей представительство сенсорных и двигательных процессов в мозговой коре*.

Для определения расположения пре- и постцентральных областей коры головного мозга использовали атлас цитоархитектоники коры большого мозга [9], учитывая данные о структуре и функции мозга [10].

Результаты исследования подвергнуты статистическому анализу с помощью ЭВМ «Минск-22».

Результаты исследований и их обсуждение

Для определения моноаминоксидазной активности корковое вещество пре- и постцентральных областей головного мозга получали при 14 секциях людских тел, из них 11 мужчин и 4 женщины. Средний возраст $41,9 \pm 10,9$ лет. Причина смерти — транспортная травма.

Моноаминоксидазная активность гомогенатов коркового вещества I зоны кожного анализатора левого полушария составляет 2,14 (0,17)**, правого 2,11 (0,22) *мкмоль/г/мин* разрушенного тирамина (табл. 1). Разница между этими величинами 0,03 (0,12) в четыре раза меньше своей статистической ошибки и поэтому различия между ферментативной активностью гомогенатов указанных образований левой и правой стороны не могут быть существенными. Вариабильность определяемых показателей симметрических зон значительно не различается. Обращает на себя внимание тесная положительная корреляционная связь между показателями моноаминоксидазной активности ткани I зоны: коэффициент корреляции 0,85 (0,15). Величина коэффициентов детерминации [11] свидетельствует о преимуществе процессов, обуславливающих симметрию показателей ферментативной реакции: коэффициент схождения 0,72, расхождения — 0,28. Не обнаружено существенной разницы в определяемой ферментативной активности II—V зон кожного анализатора левого и правого полушария. Следует при этом упомянуть, что разница между указанными показателями левой и правой стороны II зоны составляет 0,30 *мкмоль/г/мин*, при доверительной вероятности 0,929 эта величина немного не достигает уровня достоверности. Таким образом, можно говорить об имеющейся тенденции к преобладанию моноаминоксидазной активности нервной ткани II зоны центрального отдела кожного анализатора левого полушария.

По вариабильности (среднеквадратические отклонения) определяемые показатели ферментативной активности гомогенатов ткани

* Весьма условно и ориентировочно можно предположить, что I зона постцентральной области связана с представительством чувствительности нижних конечностей. Во II и III зонах отражено корковое представительство афферентных импульсов, идущих от рук человека. IV зона — представительство чувствительности лица и губ, а V зона — сосредоточение проекций чувствительности языка, полости рта, глотки. Соответственно в прецентральной области I зона соответствует корковой проекции представительства мышц нижних конечностей, II зона — мышц плеча и предплечья, III зона соответствует корковой проекции мышц кисти и пальцев. IV зона — мимическая мускулатура (губы, веки, глазные яблоки, лицо), в V зоне представлена фонация, мышцы челюсти, язык, жевательные мышцы.

** В скобках рядом с предыдущим числом приведены ошибки статистических величин.

Таблица 1

Моноаминокислотная активность гомогенатов коркового вещества симметричных зон кожного анализатора мозга человека (в $\mu\text{моль/г/мин}$)

Зона коры головного мозга	Среднее арифметическое		Разница	Доверительная вероятность	Среднее квадратическое отклонение		Разница	Критерий «F»	Коэффициент корреляции	Коэффициент схождения	Коэффициент расхождения
	Л	П			Л	П					
I	2,14 (0,17)	2,11 (0,22)	0,03 (0,12)	0,230	0,64 (0,12)	0,02 (0,16)	0,18 (0,20)	1,67	0,85 (0,15)	0,72	0,28
II	2,20 (0,16)	1,89 (0,17)	0,31 (0,15)	0,929	0,61 (0,12)	0,64 (0,12)	0,03 (0,18)	1,08	0,59 (0,23)	0,34	0,66
III	1,95 (0,18)	1,97 (0,25)	0,02 (0,17)	0,078	0,67 (0,13)	0,95 (0,18)	0,28 (0,22)	1,98	0,74 (0,20)	0,54	0,46
IV	1,94 (0,20)	1,95 (0,25)	0,01 (0,188)	0,078	0,76 (0,14)	0,92 (0,17)	0,16 (0,23)	1,48	0,67 (0,21)	0,45	0,55
V	1,97 (0,17)	1,87 (0,20)	0,10 (0,20)	0,383	0,62 (0,12)	0,73 (0,14)	0,11 (0,18)	1,39	0,42 (0,26)	0,18	0,82

Л—левое полушарие; П—правое полушарие.

Таблица 2

Моноаминокислотная активность гомогенатов коркового вещества симметричных зон двигательного анализатора мозга человека (в $\mu\text{моль/г/мин}$)

Зона коры головного мозга	Среднее арифметическое		Разница	Доверительная вероятность	Среднее квадратическое отклонение		Разница	Критерий «F»	Коэффициент корреляции	Коэффициент схождения	Коэффициент расхождения
	Л	П			Л	П					
I	1,88 (0,20)	1,60 (0,18)	0,28 (0,24)	0,745	0,71 (0,14)	0,66 (0,13)	0,05 (0,19)	1,16	0,20 (0,30)	0,04	0,96
II	2,17 (0,17)	1,45 (0,17)	0,72 (0,17)	0,990	0,63 (0,12)	0,65 (0,12)	0,02 (0,17)	1,05	0,52 (0,25)	0,27	0,73
III	1,81 (0,18)	1,44 (0,24)	0,37 (0,15)	0,970	0,68 (0,13)	0,88 (0,17)	0,20 (0,21)	1,68	0,77 (0,18)	0,60	0,40
IV	1,85 (0,22)	1,69 (0,25)	0,16 (0,14)	0,745	0,82 (0,16)	0,94 (0,18)	0,12 (0,24)	1,30	0,83 (0,16)	0,68	0,32
V	2,01 (0,20)	1,73 (0,24)	0,28 (0,27)	0,661	0,74 (0,14)	0,90 (0,17)	0,16 (0,22)	1,47	0,24 (0,28)	0,06	0,94

симметричных корковых зон кожного анализатора значительно не различаются. Величины коэффициентов корреляции между показателями моноаминоксидазной активности гомогенатов ткани зон II—IV находятся в пределах 0,59—0,74 и свидетельствуют о наличии средневыраженной корреляционной связи. Слабая корреляционная связь обнаружена между указанными показателями V зоны. Преобладание коэффициентов схождения отмечается для данных I и III зон, коэффициентов расхождения — для II, IV, V зон.

Таким образом, характеризуя в целом моноаминоксидазную активность гомогенатов коркового вещества парных образований кожного анализатора мозга человека, следует отметить наличие примерно одинаковой ферментативной активности в ткани симметрических корковых зон, отсутствие различий в вариабильности показателей одноименных корковых пунктов, разное значение коэффициентов корреляции и детерминации, что, вероятно, свидетельствует о некоторых особенностях показателей ферментативной активности ткани сомато-топически различающихся зон кожного анализатора.

Моноаминоксидазная активность гомогенатов коркового вещества мозга человека I зоны двигательного анализатора левого полушария составляет 1,88(0,20), правого 1,60(0,18) *мкмоль/г/мин* разрушенного субстрата (табл. 2). Разница между указанными величинами незначительно превышает свою статистическую ошибку и является несущественной. Такие же показатели получены для нервной ткани IV и V зон. Для моноаминоксидазной активности гомогенатов коркового вещества II и III зон двигательного анализатора характерно достоверное преобладание полученных показателей в ткани левого полушария. По вариабильности величины ферментативной активности ткани симметрических I—V зон практически не различаются. Между показателями моноаминоксидазной активности коркового вещества симметрических III и IV зон обнаружена тесная корреляционная связь. Средневыраженные корреляционные отношения получены для ткани II зоны, слабая корреляционная связь выражена между определяемыми величинами парных структур I и V зон двигательного анализатора мозга человека. Для показателей одноименных корковых I, II и V зон получено преобладание коэффициентов расхождения, а для III, IV зон — коэффициентов схождения.

Обобщая данные, характеризующие моноаминоксидазную активность нервной ткани центральной части двигательного анализатора человека, следует обратить внимание на существенную ферментативную асимметрию во II и III корковых зонах и различную степень корреляционных отношений одноименных корковых зон, отражающих, вероятно, особенности ферментативных показателей ткани сомато-топического представительства различных функций двигательного анализатора мозга человека.

Вместе с тем, мы определяли моноаминоксидазную активность гомогенатов коркового вещества лобной области головного мозга человека, полученного при операциях избыточной резекции при удалении опухоли головного мозга. Обследовано 10 пациентов, четыре мужчины и шесть женщин, средний возраст $45,0 \pm 12,3$ лет. Моноаминоксидазная активность нервной ткани левой лобной области составила 2,29(0,28), правой 2,03(0,37) *мкмоль/г/мин* разрушенного тирамина.

Для определения содержания норадреналина корковое вещество пре- и постцентральных областей получено при 10 аутопсиях шести мужчин и четырех женщин, средний возраст $40,3 \pm 11,7$ лет. Причина смерти — транспортная травма.

В симметрических корковых полях III зоны кожного анализатора обнаружено одинаковое содержание норадреналина — 0,068 (0,016) — 0,070 (0,012) *мкмоль/г/мин*; отсутствуют различия в изменчивости приведенных показателей левой и правой стороны, высокий уровень корреляционных отношений, выраженное превосходство коэффициента схождения.

Содержание норадреналина в гомогенатах коркового вещества III зоны двигательного анализатора слева 0,057 (0,011) *мкмоль/г/мин*, справа 0,028 (0,06). Разница 0,029 (0,012) является величиной существенной. Значительных различий в вариабильности определяемых показателей не отмечается. Обращает на себя внимание слабо выраженная величина коэффициента корреляции и подавляющее преобладание коэффициента расхождения.

Все это свидетельствует о преимуществе в нервной ткани симметрических зон центрального отдела двигательного анализатора процессов, обуславливающих асимметрию показателей определяемого биологически активного вещества.

Обобщая результаты исследования, следует в первую очередь обратить внимание на сопоставимость показателей моноаминоксидазной активности гомогенатов коркового вещества, полученного как при аутопсии, так и при осуществлении нейрохирургических операций. Это наблюдение указывает на то, что полученные данные отражают действительное состояние ферментативной активности нервной ткани мозга человека.

В симметрических структурах коркового вещества кожного анализатора человека не обнаружено существенных различий в величине моноаминоксидазной активности и содержании норадреналина, а также их значительной вариабильности, что возможно связано с симметрическим поступлением импульсов с периферических отделов кожного анализатора. Имеющиеся различия коэффициентов корреляции и детерминации, относящихся к разным зонам кожного анализатора, указывают на некоторые особенности ферментативной активности соматотопически различающихся структурных образований проекционных зон чувствительности.

Следовательно, корковые процессы восприятия кожной чувствительности, проходящие в левых и правых постцентральных областях мозга человека, базируются на почти одинаковом фоне моноаминоксидазной активности и содержания норадреналина в ткани симметрических образований проекционных зон чувствительности.

При анализе результатов исследования моноаминоксидазной активности гомогенатов коркового вещества симметрических зон прецентральной области следует отметить асимметрию определяемой ферментативной активности гомогенатов нервной ткани II и III зон двигательного анализатора мозга человека. Различия в активности фермента обнаружены и в других парных зонах указанного анализатора, но они незначительны. Вместе с тем, преобладает содержание норадреналина в гомогенатах ткани III зоны двигательного анализатора левого полушария. Таким образом, наблюдается несколько повышенный фон моноаминоксидазной активности и содержания норадреналина в нервных образованиях левого полушария.

Множество рабочих движений человек осуществляет правой рукой. Можно полагать, что процесс преобладания правой руки большинства людей на протяжении истории человечества привел к функциональной асимметрии двигательного анализатора, одним из механизмов возникновения которой является обнаруженная нами ферментная асимметрия.

Приведенные результаты исследования сопоставимы с опубликованными ранее [4] данными о межполушарных медиаторно-ферментных отношениях в ткани мозга человека.

Таким образом, в ткани парных центров кожного анализатора мозга человека обнаружена симметрия медиаторно-ферментного процесса и асимметрия его в отдельных зонах двигательного анализатора. Указанные закономерности распределения медиатора и активности разрушающего его фермента, очевидно, являются одним из звеньев механизма, обеспечивающего парную и асимметрическую деятельность коры больших полушарий головного мозга человека.

Л и т е р а т у р а

1. Балонов Л. Я., Деглин В. Л. Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий.— Л.: Наука, 1976.—217 с.
2. Кок Е. П. Общее и различное в высших функциях симметричных отделов правого и левого полушарий мозга.— Физиология человека, 1975, 1, № 3, с. 427—439.
3. Кононенко В. С. Моноаминоксидазная активность и содержание норадреналина в ткани центральной части энтероцептивного анализатора.— Тезисы докл. 12 всесоюз. конф. «Фундаментальные проблемы гастроэнтерологии». Львов, 1977, с. 100.
4. Кононенко В. С. Медиаторно-ферментные процессы в корковой ткани головного мозга при осуществлении одностороннего условного рефлекса. Тезисы сообщ. 25 совещ. по пробл. ВНД. Л., 1977, вып. 2, с. 75—76.
5. Кукуев Л. А. Структура двигательного анализатора.— Л.: Медицина, 1968.—279 с.
6. Мосидзе В. М., Рижинашвили Р. С., Самадшвили З. В., Турашвили Р. И. Функциональная асимметрия мозга.— Тбилиси; Мецниереба, 1977.—118 с.
7. Осинская В. О. Исследование обмена адреналина и норадреналина в тканях животного организма.— Биохимия, 22, № 3, с. 537—545.
8. Сальников В. В., Андерс В. Н., Давыдова А. П., Клешинов В. Н. Электронно-цитохимическое распределение ацетилхолинэстеразы, моноаминоксидазы и Mg^{2+} -АТФазы в гипоталамусе человека.— Журн. невропатол. и психиатрии. 1977, 77, № 7, с. 971—975.
9. Саркисов С. А., Филимонов И. Н., Кононова Е. П., Преображенская Н. С., Кукуев Л. А. Атлас цитоархитектоники коры большого мозга человека.— М.: Медгиз, 1955.—276 с.
10. Саркисов С. А. Очерки по структуре и функции мозга.— М.: Медицина, 1964.—298 с.
11. Скобский И. Л. Гуморальные асимметрии в механизме развития болезни.— М.: Наука, 1969.—102 с.
12. Тринус Ф. П. Экспериментальное исследование механизма действия сосудистых средств: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук.— Киев, 1965.—23 с.
13. Cross A. J., Crow T. J., Glover V., Lofthouse R., Owen F., Riley G. J. Monoamine oxidase activity in postmortem brains of schizophrenics and controls.—Brit. J. Clin. Pharm., 1977, 4, N 6, p. 719.
14. Farley I. J., Hornykiewicz O. Noradrenaline distribution in subcortical areas of the human brain.— Brain Res., 1977 126, N 1, p. 53—62.
15. Green A. L., Hughton M. M. A colorimetric method for the estimation of monoamine oxidase.— Biochemical Journal, 1961, 72, N 1, p. 172—175.
16. Grote S. S., Moses S. G., Robins E., Hydgens R. W., Groninger A. A study of selected catecholamine metabolizing enzymes: a comparison of depressive suicides.— J. Neurochem, 1974, 23, N 4, p. 791—802.
17. Hornykiewicz O. The distribution and metabolism of catecholamines and 5-hydroxytryptamine in human brain.— In: Compar. Neurochem. Oxford—London—New York—Paris; Pergamon Press, 1964, p. 379—386.
18. Olson L. Post-mortem fluorescence histochemistry of monoamine neuron system in the human brain: a new approach in the search for a neuropathology of schizophrenia.— J. Psychiat. Res., 1974, N 11, p. 199—203.
19. Vogel W. H., Orfei V., Century B. Activities of enzymes involved in the formation and destruction of biogenic amines in various areas of human brain.— J. Pharm. and Exp. Therap., 1969, 165, N 2, p. 196—203.
20. Penfield W., Rassmussen T. The cerebral cortex of man.— New York, 1950.—216 p.
21. White H. L., Wu Jouce C. Multiple binding sites of human brain monoamine oxidase as indicated by substrate competition.— J. Neurochem., 1975, 25, N 1, p. 21—26.

V. S. Kononenko

ON INTERHEMISPHERE RELATIONS OF MONOAMINE OXIDASE
ACTIVITY AND NOREPINEPHRINE CONTENT IN CORTICAL
CENTRES OF THE HUMAN BRAIN CUTANEOUS AND MOTOR ANALYZERS

Summary

Interrelation of monoamine oxidase activity and norepinephrine content was studied in tissue homogenates of symmetrical cortical areas of the human brain cutaneous and motor analyzers. The brain cortical substance was obtained for the determinations in autopsy and during neurosurgical operations. A symmetry of the values for monoamine oxidase activity and norepinephrine content is characteristic of the tissue of the paired cortical areas of the human brain cutaneous analyzer. Asymmetry of the above parameters is observed in the tissue of the paired cortical areas of the motor analyzer. The found regularities in the interhemisphere mediator-enzymic relations might be one of links of the mechanism responsible for the paired and assymetrical activity of the cortical areas in human cerebral hemispheres.

Department of Normal Physiology,
Medical Institute, Lvov