

*Биология*

УДК 612.822

В. Г. ГРИГОРЯН, Г. Г. ЧТЯН,  
А. Р. АГАБАБЯН

**НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ  
КОРРЕЛЯТЫ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ  
В УСЛОВИЯХ НЕПРОИЗВОЛЬНОГО И  
ПРОИЗВОЛЬНОГО ВНИМАНИЯ У ЧЕЛОВЕКА**

Исследована роль левого и правого полушарий в обеспечении непроизвольного и произвольного внимания в экспериментах на людях (от 20 до 25 лет). Полученные результаты свидетельствуют о наличии функциональной межполушарной асимметрии. Методом вызванных потенциалов, зарегистрированных с симметричных проекционных зрительных областей, обнаружены данные, говорящие о различной функциональной нагрузке, приходящейся на долю каждого из полушарий. Выявлены роль правого полушария в приеме информации и участие левого полушария в процессе обработки и осознания значимости подаваемого стимула. В условиях произвольного внимания межполушарная асимметрия усиливается.

Исследование особенностей биоэлектрической активности методом вызванных потенциалов (ВП), отводимых в симметричных участках обоих полушарий в условиях непроизвольного и произвольного внимания, представляет интерес в аспекте выяснения доли участия каждого из них в процессах внимания, а также механизмов его организаций. Проблема функциональной асимметрии полушарий головного мозга человека в настоящее время является одной из важнейших в теоретической и практической нейрофизиологии. Разделение полушарий в функциональном плане основано на тесном межполушарном взаимодействии, которое четко закреплено структурно и осуществляется с помощью мозговых комиссур на разных уровнях головного мозга.

Комиссуральный механизм на человеческой ступени филогенеза приобретает принципиально особое функциональное назначение, во многом обуславливающее асимметрию полушарий мозга,— это одна из принципиальных особенностей головного мозга человека, которая отражает собой качественно новую, высшую форму развития нервной системы.

Исследованиями ряда авторов доказано, что высшие формы психической деятельности человека обеспечиваются совместным участием разделенных полушарий, каждое из которых является «доминантным» в отношении адекватных для него функций [1—3].

Левое полушарие было признано специфическим в языковых и производных от него процессах, куда включаются чтение, счет и письмо, обобщенное восприятие, абстрактное мышление, праксис, осознание своего «Я» и окружающего мира. Правое полушарие завоевало признание в обеспечении зрительно-пространственного гнозиса и некоторых

специфических форм восприятия и осознания пространства и времени.

Функциональную асимметрию полушарий можно объяснить, исходя из морфологической (структурной) организации правого и левого полушарий. Величина одних полей преобладает в левом, а величина других полей—в правом полушарии. Так, было доказано, что в случаях праворукости суммарная величина площади нижней лобной извилины в левом полушарии преобладает над таковой в правом. В исследованиях механизмов и проявлений функциональной асимметрии мозговых полушарий успешно применяется метод ВП [4—7].

Установлено, что предъявление сигнальных раздражителей вызывает увеличение межполушарной асимметрии ВП или ее возникновение там, где при действии индифферентных стимулов ответы были билатерально-симметричными [8]. Однако в литературе описаны также данные об уменьшении межполушарных различий ВП при действии сигнальных раздражителей по сравнению с индифферентными [9].

Нами было проведено две серии экспериментов на 16 студентах ЕГУ в возрасте от 20 до 25 лет. Эксперименты проводились в экранированной свето- и звуконепропускаемой камере. Регистрация ВП осуществлялась монополярным методом: активный электрод накладывался на 2,5 см выше затылочного бугра и на 2 см латеральнее его в соответствующую сторону. Индифферентный электрод помещался на мочке соответствующего уха. Омическое сопротивление между электродами равнялось 5—10 кОм. Тубус электромеханического устройства для световой стимуляции располагался на расстоянии 15 см от переносицы испытуемого. Производилось усреднение 32 записей ВП на усреднителе NTA-512M. Обработанная информация выводилась на внешнее устройство отображения данных, в качестве которой использовался координатный графопроектор (x—y) типа E-230. При регистрации ВП позитивность располагалась вниз от изолинии.

Для исследования ВП были выбраны стандартные условия эксперимента, характеризуемые следующими параметрами: энергия световой вспышки 4,5 Дж, длительность регистрации на анализаторе 512 мс, число усреднений ВП-32.

**Результаты экспериментов и обсуждение.** Было проведено две серии экспериментов. В первой серии экспериментов регистрировались ВП на индифферентные световые стимулы в левом и правом полушарии. Испытуемые получали инструкцию: «Сидите спокойно, максимально расслабьтесь, глаза открыты». Результаты данной серии составили фоновые характеристики ВП в состоянии спокойного бодрствования при произвольном внимании к стимулам и условно были обозначены как ВП «фона».

Вторая серия экспериментов проводилась в ситуации выполнения задания (счет стимулов). Испытуемому давалась инструкция: «Сосредоточьтесь, будьте предельно внимательны, считайте световые вспышки». Результаты данной серии составили характеристики ВП при произвольном внимании и условно были обозначены как ВП «внимания». Все остальные условия эксперимента в обеих сериях были стандартны.

Зарегистрированные нами зрительные ВП имели конфигурацию многокомпонентной волны с частыми осцилляциями. Выделено семь основных компонентов, каждый из которых характеризуется латентным периодом (ЛП), полярностью и амплитудой: I, III, V и VII компоненты ВП представляют собой отрицательные отклонения потенциала, а II, IV и VI—положительные.

Средние величины ЛП и амплитуды компонентов ВП «фона», оведенные с левого полушария, следующие: ЛП I компонента— $43,6 \pm 0,1$ ; II— $73,2 \pm 0,3$ ; III— $119,6 \pm 0,7$ ; IV— $160,4 \pm 1,2$ ; V— $213,3 \pm 1,5$ ; VI— $255,3 \pm 1,6$ ; VII— $362,8 \pm 1,1$ ; амплитуда 1 комп.— $2,4 \pm 0,1$ ; II— $2,5 \pm 0,2$ ; III— $2,9 \pm 0,4$ ; IV— $2,7 \pm 0,6$ ; V— $3,7 \pm 0,3$ ; VI— $3,5 \pm 0,1$ ; VII— $3,8 \pm 0,2$ .

Регистрируя ВП при счете стимулов, т. е. ВП «внимания», мы наблюдали изменение волновой конфигурации ВП: волна ВП «внимания» имеет более редкие осцилляции по сравнению с ВП «фона», а компоненты ВП «внимания» более отчетливо выражены. Менялись также параметры основных компонентов ВП.

Средние величины ЛП и амплитуды компонентов ВП «внимания» следующие: ЛП I комп.— $39,7 \pm 0,7$ ; II— $76,9 \pm 1,7$ ; III— $115,1 \pm 4,2$ ; IV— $163,9 \pm 5,8$ ; V— $219,2 \pm 4,7$ ; VI— $268,4 \pm 8,5$ ; VII— $335,3 \pm 8,1$ ; амплитуда I комп.— $2,4 \pm 0,1$ ; II— $2,6 \pm 0,3$ ; III— $2,7 \pm 0,2$ ; IV— $3,2 \pm 0,6$ ; V— $3,9 \pm 0,5$ ; VI— $4,1 \pm 1,2$ ; VII— $4,4 \pm 1,0$ .

Как видно из приведенных цифр, наблюдается удлинение ЛП поздних волн ВП «внимания» по сравнению с ВП «фона».

Амплитуда ранних (I и II компонентов) волн не меняется, а поздние ответы ВП «внимания» (IV, V, VI, VII) облегчаются—наблюдается увеличение амплитудных показателей.

При регистрации зрительных ВП с правого полушария также получены многокомпонентные кривые с семью основными компонентами. При регистрации ВП «фона», т. е. в условиях произвольного внимания, получены следующие средние величины временных параметров: ЛП I комп.— $37,5 \pm 0,8$ ; II— $63,6 \pm 0,3$ ; III— $101,7 \pm 1,1$ ; IV— $135,8 \pm 0,9$ ; V— $188,5 \pm 1,5$ ; VI— $218,8 \pm 1,4$ ; VII— $293,1 \pm 1,2$ ; амплитуда I комп.— $1,9 \pm 0,1$ ; II— $2,2 \pm 0,3$ ; III— $2,5 \pm 0,2$ ; IV— $2,6 \pm 0,2$ ; V— $3,1 \pm 0,4$ ; VI— $2,8 \pm 0,7$ ; VII— $3,4 \pm 0,6$ .

При записи ВП в ситуации выполнения задания, т. е. ВП «внимания», зарегистрированных с правого полушария, наблюдаются определенные изменения в характеристике параметров: ЛП I комп.— $36,5 \pm 0,2$ ; II— $61,2 \pm 0,6$ ; III— $109 \pm 0,8$ ; IV— $144,5 \pm 1,5$ ; V— $208,4 \pm 2,1$ ; VI— $246,5 \pm 2,3$ ; VII— $305,4 \pm 3,2$ ; амплитуда I комп.— $2,6 \pm 0,2$ ; II— $2,1 \pm 0,3$ ; III— $2,5 \pm 0,6$ ; IV— $2,7 \pm 0,2$ ; V— $2,9 \pm 0,4$ ; VI— $2,7 \pm 0,3$ ; VII— $3,5 \pm 0,2$ .

Анализ показал, что по сравнению с ВП «фона» ВП «внимания» правого полушария характеризуется укорочением ЛП I и II компонентов, в то время как, начиная с III компонента, ЛП всех последующих волн удлиняется. Так, ЛП III и IV компонентов ВП «фона» равны соответственно 101,7 и 135,8 мсек, а при счете стимулов ЛП увеличиваются до 109,1 и 144,5 мсек. Значительное удлинение ЛП наблюдается у VI компонента: с 218,8 мсек ВП «фона» до 247,5 мсек ВП «внимания».

Анализ амплитудных характеристик показал, что изменения амплитуды ВП «внимания» по сравнению с ВП «фона» достоверны, кроме изменения амплитуды I компонента, которая с 1,9 мкВ увеличивается до 2,6 мкВ.

Исследование межполушарной асимметрии проводилось между ВП противоположных полушарий в условиях произвольного и произвольного внимания.

Сравнительный анализ усредненных данных по временным и амплитудным показателям обнаружил определенную закономерность, говорящую о наличии межполушарной асимметрии зрительных ВП «фона». Так, было обнаружено, что ЛП ВП при отведении его с правого полушария короче, чем ЛП ВП при отведении с левого полушария. ЛП I компонента ВП с левого полушария равен 43,6 мсек, при отведении с правого полушария укорачивается до 37,5 мсек. ЛП II и III компонента значительно удлиняются при записи ВП с левого полушария и равны соответственно 73,2 и 119,6 мсек.

В правом полушарии время первичного ответа, необходимое для восприятия светового стимула, заметно укорачивается: ЛП компонентов II и III равны соответственно 63,6 и 101,7 мсек.

ЛП поздних компонентов ВП с левого полушария длиннее ЛП поздних волн ВП правого полушария: IV компонент при отведении его с левого полушария регистрируется на 160,4 мсек, а при записи с правого полушария—ЛП укорачивается до 135,8 мсек. Компоненты V и VI левополушарного ВП имеют латентность, равную соответственно 219,2 и 255,3 мсек; при регистрации ВП с правого полушария величина ЛП уменьшается до 188,5 и 218,8 мсек.

Компонент VII при отведении его с левого полушария появляется после 300 мсек (ЛП=326,7 мсек), а при отведении с правого полушария регистрируется до 300 мсек (ЛП=213,1 мсек). На рис. 1 приведены данные по сравнительному анализу обсуждаемых латентных периодов обоих полушарий.

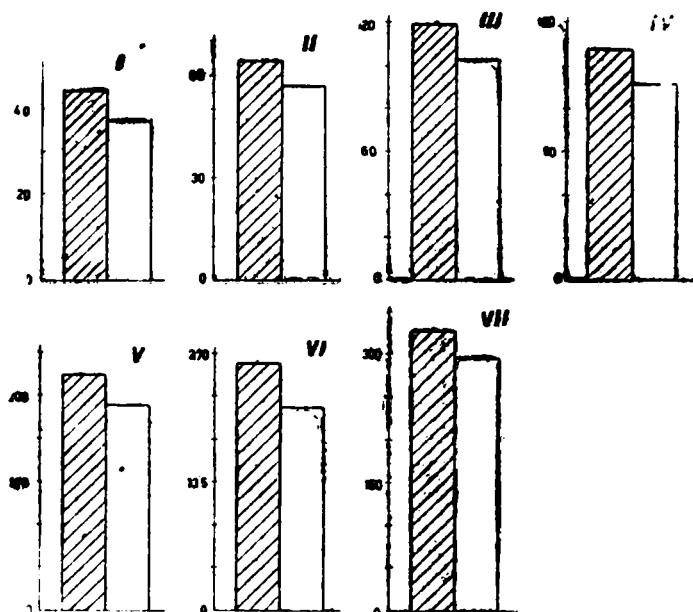


Рис. 1. Сравнительный анализ средних величин ЛП зрительных ВП при отведении с левого и правого полушарий в условиях непроизвольного внимания. Заштрихованный столбик—ЛП ВП «фона» с левого полушария. незаштрихованный—ЛП ВП «фона» с правого полушария.

Анализ амплитуд ВП при отведении с левого и правого полушарий в условиях индифферентного раздражения приведен на рис. 2. Как видно из этого рисунка, средняя амплитуда I компонента ВП с левого полушария (2,4 мкВ) по сравнению с амплитудой I компонента при записи ВП с правого полушария (1,9 мкВ) увеличена. Компонент II правополушарного ВП имеет амплитуду 2,2 мкВ, левополушарного—2,5 мкВ. Амплитуда III компонента в правом полушарии равна 2,5 мкВ, в левом—2,9 мкВ. Амплитуда IV компонента почти одинаковая: 2,7 мкВ (в левом полушарии) и 2,6 мкВ (в правом полушарии).

Амплитуда компонентов V, VI и VII при регистрации ВП с правого полушария равна соответственно 3,1; 2,8 и 3,4 мкВ.

При отведении с левого полушария она увеличивается соответственно до 3,7; 3,5 и 3,8 мкВ.

Таким образом, амплитуда компонентов левополушарных ВП в

основном превалирует над амплитудой компонентов ВП, отведенных с правого полушария.

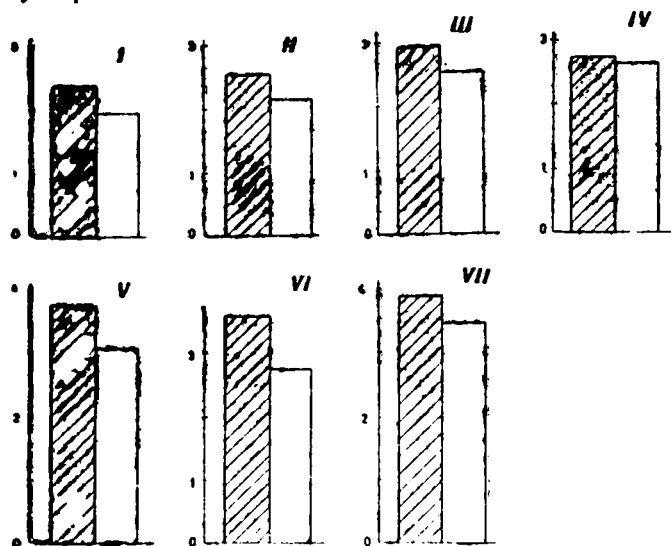


Рис. 2. Сравнительный анализ средних величин амплитуды зрительных ВП при отведении с левого и правого полушарий в условиях произвольного внимания. Заштрихованный столбик—амплитуда ВП «фона» с левого полушария, незаштрихованный—амплитуда ВП «фона» с правого полушария.

Дальнейший сравнительный анализ зрительных ВП при отведении с обоих полушарий в условиях произвольного внимания показал усиление асимметрии по данным временных и амплитудных параметров ВП в ситуации счета стимулов.

Сравнительный анализ ЛП (см. рис. 3) показал, что при счете стимулов наблюдается укорочение ЛП ВП с правого полушария по сравнению с ЛП ВП с левого полушария.

Латентный период I компонента ВП с левого полушария равен 39,7 мсек, а при отведении его с правого полушария—36,5 мсек. II и III компоненты при записи с правого полушария регистрируются на 61,8 и 109,1 мсек. В левом полушарии их ЛП удлиняются (ЛП II компонента равен 76,9, а III компонента—115,1 мсек). IV компонент правополушарного ВП имеет ЛП 144,5, левополушарного—163,8 мсек. ЛП V и VI компонентов при отведении с правого полушария равны соответственно 208,4 и 247,5 мсек, при отведении с левого полушария величина ЛП удлиняется соответственно до 213,3 и 268,4 мсек.

Компонент ВП «внимания» запаздывает и появляется по истечении 300 мсек (ЛП слева—335,3, ЛП справа—305,4 мсек).

Сравнительный анализ амплитуды обоих полушарий при счете стимулов дан на рис. 4. Как видно из этого рисунка, амплитуда I, II, III компонентов ВП «внимания», отведенных с правого полушария, несколько превалирует над амплитудой ранних компонентов ВП левого полушария. Но уже, начиная с IV компонента, облегчение в левом полушарии ощутимо. Так, амплитуда IV компонента в левом полушарии достигает 3,2 мкВ, в то время как в правом полушарии она равна 2,7 мкВ. Амплитуда V, VI и VII компонентов в левополушарном отведении равна 3,9; 4,1 и 4,4 мкВ, а правополушарные записи амплитуды показывают заниженные цифры—2,9; 2,7 и 3,5 мкВ.

Таким образом, исходя из сравнительного анализа по основным характеристикам ВП, зарегистрированных с двух полушарий, можно

говорить о наличии асимметрии между доминирующим (левым) и субдоминантным (правым) полушариями: ВП «фона» при регистрации с левого полушария имеют более длинные латенции, чем при регистрации с правого полушария. Наблюдается облегчение поздних ответов левополушарных ВП по сравнению с таковыми с таковыми из правого полушария.

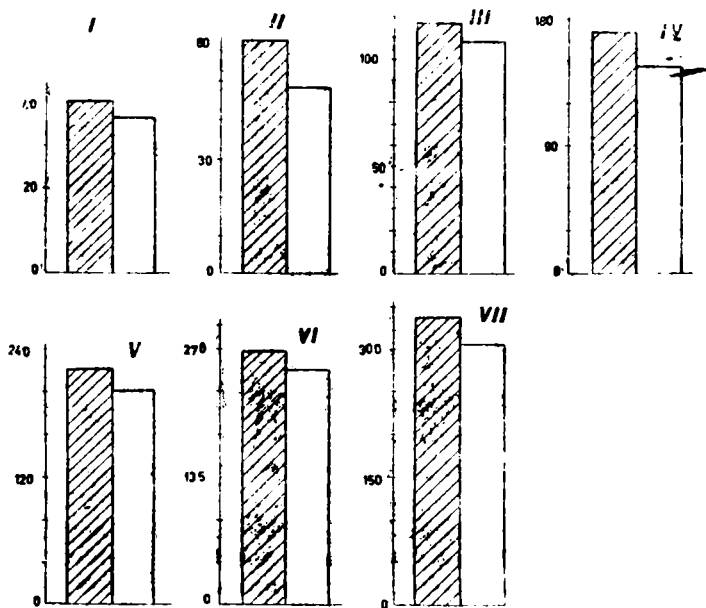


Рис. 3. Сравнительный анализ средних величин ЛП зрительных ВП при отведении с левого и правого полушарий в условиях произвольного внимания. Заштрихованный столбик—ЛП ВП «внимания» с левого полушария незаштрихованный—ЛП ВП «внимания» с правого полушария.

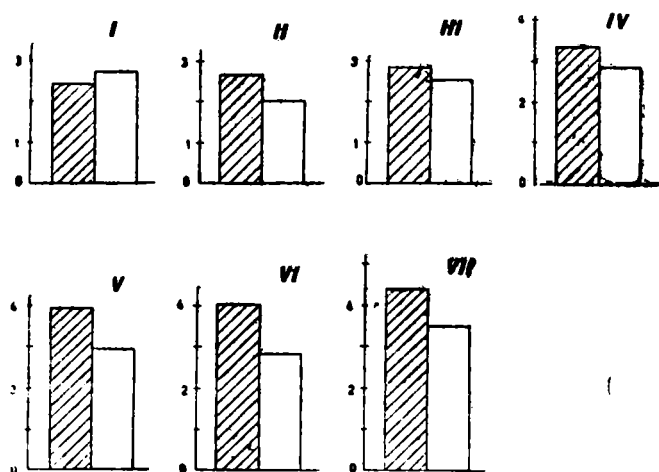


Рис. 4. Сравнительный анализ средних величин амплитуды зрительных ВП при отведении с левого и правого полушарий в условиях произвольного внимания. Заштрихованный столбик—амплитуда ВП «внимания» с левого полушария; незаштрихованный—амплитуда ВП «внимания» с правого полушария.

Величина амплитуды ранних ответов с обоих полушарий особой асимметрии не показывает.

При предъявлении теста на внимание межполушарная асимметрия усиливается: удлиняются ЛП ВП при отведении его с левого полушария, увеличивается амплитуда их поздних компонентов.

Обсуждая полученные данные, необходимо прежде всего отметить неоднородность реакций в области ранних и поздних ответов. Это соответствует литературным данным о функциональной неоднородности компонентов ВП. Согласно представлениям Иваницкого [10] ранняя часть ответа имеет сенсорное происхождение и связана с оценкой стимула по его физическим характеристикам, а поздние волны, связанные с функцией высших подкорковых центров эмоций и мотиваций, отражают биологическую значимость стимула. Этим можно объяснить увеличение амплитуды поздних компонентов ВП, которые являются результатом взаимодействия сенсорной посылки импульсов с влияниями из неспецифических структур.

Характерно, что в правом полушарии, признанном ответственным за сенсорное восприятие стимула, в условиях произвольного внимания наблюдается облегчение именно ранних волн ответов. Это свидетельствует о том, что восприятие внешнего стимула (в данном случае светового) и оценка его физических характеристик происходят в правом полушарии. Параметры поздних компонентов ВП в правом полушарии не претерпевают существенных изменений.

В левом полушарии основной фокус изменений сосредоточен в районе поздних компонентов ВП, которые и отражают процесс обработки информации.

Функциональная межполушарная асимметрия, выявленная в наших экспериментах, обусловлена структурной организацией правого и левого полушарий—преобладанием величины одних полей в левом и величины других—в правом полушарии [11]. Согласно литературным данным ответы на прямую стимуляцию возникают в доминирующем полушарии чуть позже, чем в недоминирующем. Этот факт расценивается как свидетельство более длинного прямого зрительного пути (в коре или подкорке) в доминирующем (по руке) полушарии [12]. Этим и объясняются длинные ЛП компонентов ВП в левом полушарии по сравнению с таковыми в правом. Что касается углубления асимметрии основных параметров ВП «внимания», то здесь следует думать об усилении роли подкорковых структур, участвующих в осознании биологической значимости стимула, в частности, базальных ганглиев и активирующей таламической ретикулярной формации [13]. Интересны данные об увеличении ЛП в поздних ответах в правом полушарии и еще большее увеличение их—в левом. Этот факт отражает представление Э. А. Констандова [14] о том, что правое полушарие быстрее, чем левое, обрабатывает информацию. Зрительные импульсы сначала поступают в основном в правое полушарие, где осуществляется зрительно-пространственный анализ стимула, а затем информация передается в левое полушарие, осуществляющее высший анализ и синтез релевантности стимула и его осознание.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абришинов О. С. Структурные предпосылки функциональной межполушарной асимметрии мозга.—Физиология чел., 1979, т. 5, № 3, с. 510.
2. Каменская В. М., Корчинский Е. И., Дудаева К.И., Полуянова Л. А. Электрофизиологический анализ в изучении функций асимметрии головного мозга.—В сб.:

XIII съезда Всесоюзного физиологического общества им. Павлова. Алма-Ата: 1979, т. 2, с. 311.

3. Кок Е. П. Общие и различное в высших функциях симметричных отделов правого и левого полушарий мозга.—Физиол. чел., 1975, т. 1, № 3, с. 427.
4. Хомская Е. Д. Психология исследования в СССР проблемы межполушарной асимметрии мозга.—Психол. ж., 1980, т. 1, № 3, с. 116.
5. Eason R. G., White C. T. Averaged occipital responses to stimulation of sites in the nasal and temporal halvea of the retina. — Psychon. Sci., 1957, v. 7, p. 309—310.
6. Peronnet F., Muchel F., Echaliier J., Girod J. Coronal topography of human auditory evoked potentials. — EEG and clin. neurophysiol., 1974, v. 37, № 3, p. 225—230.
7. Morell L. K., Salami J. G. Hemispheric asymmetry of electrocortical responses. — Sciens, 1971, v. 171, p. 164—166.
8. Buchbaum M., Fedio P. Hemispheric differences in evoked potentials to verbal and nonverbal stimuli in the left and right visual fields. — Physiol. and Behav., 1970, v. 5, p. 207.
9. Spong P., Haider M., Lindsley D. B. Selective attentiveness and cortical evoked potentials to visual and auditory. — Sciens. 1965, v. 118, p. 395—397.
10. Ивсницкий А. М. Мозговые механизмы оценки сигналов. М., Медицина, 1976.
11. Лурья А. Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Изд-во МГУ, 1969.
12. Gott P. S., Boyarsky L. L. The relation of cerebral dominance and handedness to visual evoked potentials. — Neurobiol., 1972, v. 6, № 1, p. 66—77.
13. Näätänen R. Selective attention and evoked potential. — Ann. Acad. Sci. Fennicae Helsinki, 151, 1—226.
14. Костандов Э. А. Асимметрия зрительного восприятия и межполушарное взаимодействие.—Физиол. чел., 1978, т. 4, № 1, с. 3.

## Ա մ փ ն փ ու մ

Ուսումնասիրվել է 20—25 տարեկան մի խումբ ուսանողների ձախ և աջ կիսագնդերի դերը ոչ կամային և կամային ուշադրության պայմաններում: Ստացված տվյալները վկայում են միջկիսագնդային ասիմետրիայի առկայության մասին: Հրահրված պոտենցիալների մեթոդով ինտակտ ուղեղի սիմետրիկ պրոյեկցիոն տեսողական շրջաններից ստացված տվյալները խոսում են աջ և ձախ կիսագնդերի տարբեր ֆունկցիոնալ ծանրաբեռնվածության մասին: Քննարկվում է աջ կիսագնդի դերը ինֆորմացիայի ընդունման գործում և ձախ կիսագնդի մասնակցությունը ինֆորմացիայի մշակման պրոցեսում: Կամային ուշադրության պայմաններում միջկիսագնդային ասիմետրիան ուժեղանում է:

## Summary

The role of the left and right hemispheres in conditions of arbitrary and nonarbitrary attention has been investigated among 20—25 years old students.

The obtained data display the existence of interhemispheric asymmetry.

By methods of evoked potentials the obtained data indicate different functional loadings of the right and left hemispheres.

The role of the right hemisphere in obtaining of information and the participation of the left hemisphere in the process of information training have been discussed. In condition of arbitrary attention the interhemispheric asymmetry increases.