

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА І КЛІНІЧНА *МЕДИЦИНА*



2006 №3





# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА І КЛІНІЧНА МЕДИЦИНА

2006. № 3

Експериментальна  
і клінічна медицина

Засновник —  
*Харківський державний  
медичний університет*

Україна, 61022, Харків,  
просп. Леніна, 4

Свідоцтво про державну реєстрацію  
КВ № 3339 від 06.07.98  
Додаток до постанови президії ВАК  
України від 9.06.1999 р. № 1-05/7  
(Бюлетень ВАК. 1999. № 4)

Періодичність видання —  
4 рази на рік

Рекомендовано до друку  
Вченою радою ХДМУ.  
Протокол № 4 від 15.06.06

Редактор *В.М. Ходоревська*  
Комп'ютерна група: *О.М. Козицька*  
(верстка) і *О.М. Єфімова*

Підписано до друку 19.06.06.  
Ум. друк. арк. 11,75.  
Обл.-вид. арк. 13,25  
Формат 60x84 1/8. Папір офс.  
Друк. офс. Тираж 500 прим.  
Замовл. № 0915-01

Адреса редакції: Україна, 61022,  
Харків, просп. Леніна, 4. ХДМУ.  
Тел.: (0572) 707-73-00  
*e-mail: ekm.kharkiv@mail.ru*

Надруковано у ВПЦ «Контраст»  
Україна, 61166, Харків,  
просп. Леніна, 40, к. 231.  
Свідоцтво ВПЦ «Контраст» Дк № 178  
від 15.09.2000

© Експериментальна і клінічна  
медицина. ХДМУ. 2006. № 3

Головний редактор *В.М. ЛІСОВИЙ*  
Почесний редактор *А.Я. ЦИГАНЕНКО*

Редакційна колегія  
Заступники головного редактора:

*М.О. Клименко*  
*В.В. Мясоєдов*  
*В.О. Сипливий*

Відповідальний секретар  
*О.Ю. Степаненко*

*М.П. Воронцов*  
*Г.А. Григорова*  
*В.І. Грищенко*  
*В.М. Козько*  
*В.І. Куцевляк*  
*І.К. Латогуз*  
*С.Ю. Масловський*  
*Ю.В. Одинець*  
*Ю.С. Парашук*  
*В.С. Приходько*

Редакційна рада

*О.Я. Бабак (Харків)*  
*О.М. Біловол (Харків)*  
*В.В. Бобін (Харків)*  
*В.В. Бойко (Харків)*  
*П.А. Бездітко (Харків)*  
*О.Ф. Возіанов (Київ)*  
*Б.О. Волос (Харків)*  
*П.В. Волошин (Харків)*  
*О.Я. Гречаніна (Харків)*  
*В.І. Жуков (Харків)*  
*М.О. Корж (Харків)*  
*П.Г. Кравчун (Харків)*  
*В.І. Лупальцов (Харків)*  
*В.М. Лупир (Харків)*  
*М.І. Пилипенко (Харків)*  
*Г. П. Рузін (Харків)*  
*О.М. Хвисьюк (Харків)*  
*В.М. Хворостінка (Харків)*  
*Ю.Б. Чайковський (Київ)*  
*В.П. Черних (Харків)*  
*А.Ф. Яковцова (Харків)*

## ЗМІСТ

## ТЕОРЕТИЧНА І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МЕДИЦИНА

<i>Н.А. Клименко, В.В. Золотухин. Лейкоцитарная реакция очага хронического воспаления при действии низкоинтенсивного гамма-излучения .....</i>	5
<i>В.С Шпак, Л.В.Романів. Вікові особливості стану водно-сольового балансу в інтактних білих щурів .....</i>	10
<i>Мохамад Салем Джазаэрли, В.В. Давыдов. Возрастные особенности проявления оксидативного стресса в печени крыс при интенсивной физической нагрузке .....</i>	15
<i>Р.В. Шаламов, А.Л. Загайко. Активация вільнорадикального окиснення у сироватці крові золотистих сирійських хом'ячків при експериментальному метаболічному синдромі .....</i>	19
<i>И.В. Сорокина, Л.С. Куприянова, Д.И. Михайлова, В.Н. Закревский. Иммунофенотипические особенности лимфоидной популяции тимуса новорожденных, умерших от врожденной пневмонии .....</i>	24
<i>А.С. Журавльов, Н.М. Сидоренко. Чутливість до антибактеріальних препаратів збудників хронічного гнійного верхньощелепного риносинуситу .....</i>	29
<i>Т.В. Звягинцева, Л.Т. Киричек, А.С. Кратенко, В.В. Суханов, А.А. Попов. Таурин: стресс-протекторное действие в эксперименте .....</i>	33
<i>Е.И. Легач. Влияние комбинированной трансплантации органотипических культур семенников и надпочечных желез на уровень тестостерона у орхистомированных крыс .....</i>	37
<i>Д.А. Бевзюк. Нейробиологические особенности поведения у крыс-агрессоров в условиях влияния на эмоциогенные структуры гипоталамуса и центрального серого вещества .....</i>	42
<i>Г.Ю. Пишинов. Поведінкові реакції та неспецифічна реактивність у щурів при моделюванні експериментального хронічного стресу .....</i>	46
<i>Н.В. Репин, Е.Н. Ткачева, О.А. Семенченко, Л.Н. Марченко, Т.П. Говоруха, А.Ю. Петренко. Морфологические и биохимические признаки повреждения печени при гипотермическом хранении в сахарозосодержащем растворе .....</i>	51
<i>С.Е. Гальченко, Т.С. Дюбко, Б.П. Сандомирский, Е.А. Поврозин, Л.Д. Паценкер. Спектрофлуориметрическое исследование экстрактов криоконсервированных фрагментов органов свиней. II. Анализ с помощью флуоресцентного зонда К-351 .....</i>	57
<i>А.А. Сколожабский, В.Н. Лесовой, Е.М. Мамотюк. Использование аллогенных стволовых клеток при лучевом поражении в эксперименте .....</i>	62
<i>О.В. Зайцева, В.И. Жуков, Н.А. Ващук, Ю.К. Резуненко, В.А. Телегин, С.В. Павличева. Действие оксигенированного ксилита марки Л-655 на рецепторный аппарат и систему медиаторной регуляции внутриклеточного метаболизма .....</i>	66
<i>Н.Г. Щербань. Структурно-функциональное состояние мембран в оценке гомеостаза в условиях воздействия на организм ксенобиотиков .....</i>	70
<i>Р.І. Кратенко. Вплив краун-ефірів на вміст цитохромів b<sub>5</sub> і P-450 та активність НАДФ-залежних дегідрогеназ у печінці білих щурів .....</i>	76

## ТЕРАПІЯ

<i>Л.В. Журавлева. Сравнительная оценка способов лечения гипертонической болезни II стадии с учетом функционального состояния печени .....</i>	80
<i>Н.А. Алексеенко. Иммуновоспалительная активность при различных типах ремоделирования левого желудочка сердца у больных постинфарктным кардиосклерозом с хронической сердечной недостаточностью .....</i>	87
<i>М.П. Кириченко. Влияние процедур лечебной гимнастики на отдельные показатели гемодинамики у больных артериальной гипертонией .....</i>	91

<b>Е.М. Кривоносова.</b> Состояние антиокислительного потенциала крови у больных сахарным диабетом с заболеваниями гастродуоденальной системы под влиянием корригирующей терапии .....	95
<b>А.С. Журавлев, Н.О. Шушляпина, Т.П. Якимова.</b> Морфологические изменения слизистой оболочки глотки у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС при лечении хронического атрофического фарингита .....	100
<b>А.В. Сирица, Т.А. Чумаченко.</b> Состояние искусственного активного иммунитета к кори у детей, получающих превентивное лечение туберкулеза .....	104
<b>К.Г. Васильев, Е.В. Козишкурт, А.В. Мякина.</b> Напряженность иммунитета к гепатиту А и некоторые конституциональные особенности жителей г. Одессы .....	108

#### ГЕНЕТИКА

<b>Л.А. Атраментова, О.В. Филипцова.</b> Генетический аспект агрессивности человека (состояние проблемы) .....	114
--	-----

#### ПЕДІАТРІЯ

<b>Т.В. Фролова.</b> Роль факторів антенатального періоду та першого року життя в діагностиці та прогнозуванні порушень структурно-функціонального стану кісткової тканини у дітей .....	119
<b>О.М. Ольховська.</b> Показники імунної відповіді дітей, хворих на гострі кишкові інфекції .....	124

#### НЕВРОЛОГІЯ

<b>І.А. Григорова, О.Л. Товажнянська, Н.П. Маклакова.</b> Особливості біоелектричної активності головного мозку у хворих з первинним гіпотиреозом в залежності від тиреоїдного статусу в крові .....	128
<b>С.П. Колядко.</b> Электрофизиологические корреляты пароксизмальных состояний больных агорафобией с паническими расстройствами и без них .....	131
<b>Т.В. Ткаченко.</b> Електрофізіологічні кореляти терапевтичних ефектів краніоцеребральної гіпотермії у осіб із депресивними розладами .....	139
<b>О.Ю. Майоров, Л.Н. Фрицше, М. Фрицше, А.Б. Прогнимак, К.А. Степанченко, В.Н. Фенченко, Л.В. Щуцкая.</b> Оценка динамических систем мозга у здоровых мужчин в состоянии спокойного бодрствования и при интеллектуальной нагрузке на основе энтропии Колмогорова–Синая по ЭЭГ .....	143
<b>Г.Ф. Череватенко, И.А. Говбах.</b> Электроэнцефалография у больных эпилепсией старших возрастных групп .....	148
<b>В.В. Литвиненко.</b> Особенности клинической картины абстинентного синдрома при опийной наркомании .....	151

#### ХІРУРГІЯ

<b>В.О. Сипливий, В.К. Хабусєв, Є.А. Шаповалов.</b> Оцінка важкості стану хворих на розповсюджений перитоніт у визначенні програми лапаросанцій .....	154
<b>В.І. Русин, В.В. Корсак, А.В. Русин.</b> Оцінка віддалених результатів повторних операцій в стегново-підколінно-гомільковому сегменті .....	159
<b>В.В. Бойко, А.В. Токарев.</b> Роль бронхоскопического исследования в диагностике и лечении легочных кровотечений .....	164

#### УРОЛОГІЯ

<b>В.М. Лісовий, Н.М. Андон'єва.</b> Ефективність проведення постійного амбулаторного перитонеального діалізу у хворих на діабетичну нефропатію .....	167
<b>В.Н. Лесовой, Г.Г. Хареба.</b> Высокодозовая иммунотерапия прогрессирующего метастатического рака почки .....	171
<b>В.Н. Лесовой, А.В. Книгавко, А.В. Аркатов, Н.Л. Панасовский.</b> Оптимизация лечения пациентов, генетически склонных к хроническому течению инфекций мужского полового тракта .....	174

---

**В.Н. Лесовой, А.В. Книзавко, А.В. Аркатов, Н.С. Пономаренко. Мобильные телефоны и репродуктивная функция человека ..... 178**

**В.Н. Лесовой, А.В. Аркатов, Н.Л. Панасовский, А.В. Книзавко. Применение метода трансуретральной катетеризации семявыбрасывающих протоков для лечения обтурационной формы мужского бесплодия ..... 181**

#### **СТОМАТОЛОГИЯ**

**В.І. Куцевляк, Н.В. Одушкіна, Н.І. Коваленко. Етіологія гострих запальних захворювань щелепно-лицьової ділянки у дітей ..... 183**

#### **ЮВІЛЕЙ**

**ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ ЛЕСОВОЙ. К 50-летию со дня рождения ..... 186**

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОЗГА У ЗДОРОВЫХ МУЖЧИН  
В СОСТОЯНИИ СПОКОЙНОГО БОДРСТВОВАНИЯ  
И ПРИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ  
НА ОСНОВЕ ЭНТРОПИИ КОЛМОГорова–СИНАЯ ПО ЭЭГ

О.Ю. Майоров<sup>1,2,3</sup>, Л.Н. Фрицше<sup>2</sup>, М. Фрицше<sup>4</sup>, А.Б. Прогнимак<sup>2</sup>,  
К.А. Степанченко<sup>2</sup>, В.Н. Фенченко<sup>2,5</sup>, Л.В. Щуцкая<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Институт охраны здоровья детей и подростков АМН Украины, г. Харьков

<sup>2</sup>Харьковская медицинская академия последипломного образования

<sup>3</sup>Институт медицинской информатики и телемедицины, г. Харьков

<sup>4</sup>Клиника внутренних болезней и географической медицины, г. Цюрих, Швейцария

<sup>5</sup>Институт низких температур АН Украины, г. Харьков

<sup>6</sup>Харьковский университет воздушных сил Украины

Установлены характерные диапазоны динамической характеристики ЭЭГ – энтропии Колмогорова–Синяя (эКС) у здоровых молодых мужчин в состоянии спокойного бодрствования и во время интеллектуальной нагрузки для симметричных областей полушарий головного мозга. В состоянии покоя эКС имеет региональные различия на поверхности полушарий. Выявлены области мозга, в которых происходит повышение этого показателя во время обратного счета в уме. Оценка эКС по ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования и ее изменение в условиях ментальных проб позволяет определять локализацию нервного субстрата высших психических функций.

**Ключевые слова:** ЭЭГ, нелинейный анализ, энтропия Колмогорова–Синяя.

Непосредственное исследование сложной структуры деятельности мозга животных и человека возможно далеко не всегда. В то же время доступной характеристикой является производимая мозгом биоэлектрическая активность, которая находит отражение в ЭЭГ. Методы корреляционного, спектрального и парного когерентного анализа позволяют объективно оценить функциональное состояние ключевых образований мозга, выявить ритмическую и доминирующую активность, парные когерентные взаимодействия на этапах формирования нормальных и патологических состояний [1]. Выявить структуры, вовлекаемые в деятельность функциональных систем на различных этапах их центральной архитектуры, позволяет подход, основанный на приложениях линейного многомерного спектрального анализа ЭЭГ [2, 3]. Несмотря на высокую информативность спектрально-когерентного и многомерного спектрального анализа ЭЭГ, предназначенных для исследования линейных параметров, они не позволяют изучать динамику процессов обработки информации мозгом, нелинейную динамику этих явлений [4].

Анализ литературы показывает, что наименее изученным аспектом проблемы количественной оценки церебральных механизмов, которые находят отражение в ЭЭГ, яв-

ляется применение методов нелинейного анализа [5]. Сегодня факты указывают на то, что здоровый мозг имеет хаотическую динамику функционирования, которая присуща интегративной деятельности мозга. Важно определить уровень хаоса, характерный для тех или иных церебральных процессов в норме и при патологии.

В литературе имеются единичные исследования динамических систем здорового мозга человека на основе ЭЭГ методами нелинейного анализа. Показано увеличение комплексной размерности (dimensional complexity) поверхностной ЭЭГ при выполнении задач, связанных с работой памяти, что отражает, по мнению авторов работы, увеличение степеней свободы в конкурентных взаимодействиях между нейрональными ансамблями [6, 7]. Выявлен более высокий уровень комплексной размерности ЭЭГ во фронтальных кортикальных областях во время эмоционального переживания воображаемых образов и во время выполнения в уме арифметических задач [8].

Авторы [9] изучали различные состояния мозга здоровых студентов от 17 до 20 лет, находящихся под воздействием эмоционально нейтральных, позитивных и негативных видеостимулов. Выявлено увеличение энтропии Колмогорова при позитивных и негатив-

ных эмоциональных состояниях по сравнению с эмоционально нейтральным состоянием. В то же время между положительными и отрицательными эмоциональными состояниями статистически значимых различий не обнаружено.

Изучались нелинейные параметры ЭЭГ молодых здоровых людей, мужчин и женщин, при различных ментальных состояниях (рок и классическая музыка, стимуляция подошв ног). Было выяснено, что нелинейные показатели при ментальных состояниях значимо ниже, чем в состоянии покоя. Авторы [10] считают, что эти воздействия вызывают расслабление и интерпретируют снижение корреляционной размерности ЭЭГ уменьшением числа активных параллельных функциональных процессов в головном мозге по сравнению с состоянием покоя. На основании полученных данных авторы считают, что ЭЭГ можно считать надежным индикатором эмоционального состояния человека.

Имеющиеся в литературе данные довольно противоречивы, терминология не упорядочена, методология анализа ЭЭГ нелинейными методами еще не совершенна. Следует заметить, что нелинейные методы довольно чувствительны к выбору параметров при анализе всех ключевых показателей. В первую очередь это число точек (зависит от длины участка ЭЭГ и частоты дискретизации), величина задержки (delay) и некоторые другие [11].

Целью данной работы было изучение параметров нелинейной нейродинамики у здоровых молодых людей, влияния ментальной нагрузки на эти параметры.

**Материал и методы.** Была обследована группа практически здоровых добровольцев (61 чел.) – мужчин, студентов летного военного университета, возрастом от 20 до 22 лет, не имеющих в анамнезе клинически значимых заболеваний, в том числе психоневрологических. Тестирование право-леворукости проводили по методике J.P. Charman and L.J. Charman [12]. Все испытуемые были психически здоровы, о чем свидетельствуют данные их медицинских историй. Регистрация ЭЭГ проводилась в состоянии покоя и во время интеллектуальной нагрузки (обратный счет в уме – 1000, 999, 998 и т. д.), предназначенной для выполнения последовательных мыслительных операций. Запись проводилась при закрытых глазах. ЭЭГ регистрировалась на 24-канальном электроэнцефалографе фирмы «DX-системы» (Украина) монополярно с референтным «усредненным» электродом по D. Goldman [13] с симметричных областей полушарий, каждое событие записывалось в течение 120 с. Ввод ЭЭГ в компьютер осуществлялся с помощью

АЦП с частотой дискретизации 400 Гц на канал и 16-разрядным разрешением. Для нелинейного анализа выбирали безартефактные стационарные участки ЭЭГ длительностью 35–40 с. Ввод и анализ ЭЭГ осуществляли с помощью системы компьютерной ЭЭГ NeuroResearcher'2005 (модуль Multi-Dimensional Non-Linear Analysis) [14]. Проводили нелинейный многомерный анализ (детерминистского хаоса) ЭЭГ. Для оценки достоверности различий нелинейных показателей в состоянии покоя и во время обратного счета в уме использовали непараметрический критерий U Вилкоксона–Манна–Уитни, для сравнения парных выборок – критерий Вилкоксона.

**Результаты и их обсуждение.** Все добровольцы были правшами. Энтропия Колмогорова–Синая (эКС), ее еще называют динамическая энтропия [15], в зависимости от формулировки определяется как информационное содержание временных рядов; метрическая оценка степени хаотичности системы; средняя оценка, по которой информация производится системой; оценка, по которой текущая информация относительно системы потеряна. Положительная, конечная эКС – доказательство того, что временной ряд и лежащий в его основе динамический феномен хаотичны. Вычисление эКС позволяет оценить количество информации, которое необходимо для прогноза поведения динамической системы в будущем. Другими словами, можно определить временной интервал, на основании которого делается прогноз. Нами эКС вычислялась на основании спектра показателей Ляпунова и определялась как усредненная по фазовому пространству сумма положительных показателей Ляпунова  $S_m$ . Для хаотических аттракторов эКС положительна, это критерий хаоса [15, 16].

Результаты анализа эКС по всей группе в состоянии покоя представлены в таблице, из которой следует, что наиболее высокие показатели характерны для передних височных (Т3:  $12,27 \pm 0,64$ ; Т4:  $11,55 \pm 0,65$ ) и центральных (С3:  $9,42 \pm 0,58$ ; С4:  $9,24 \pm 0,68$ ) отведений; наименьшие значения отмечались в правой париетальной области (Р4:  $4,69 \pm 0,40$ ). На основании этого можно сделать заключение о наличии четких региональных различий в распределении энтропии Колмогорова–Синая на поверхности полушарий (рис. 1).

Счет в уме вызывал наиболее значительное достоверное увеличение эКС в правом заднелобном отведении (F8 – 21,10%) и левых переднем и заднем височных отведениях (Т3 – 11,17%; Т5 – 22,13%), рис. 2.

Таким образом, нами установлен диапазон значений эКС по ЭЭГ у здоровых моло-

*Уровень энтропии  
Колмогорова–Синяя (эКС) по ЭЭГ  
у здоровых мужчин в состоянии покоя  
и при интеллектуальной нагрузке (n=61)*

Отведение	Фон	Счет в уме	Увеличение эКС, % к фону	p
Fp1	5,25±0,31	5,69±0,45	+8,38	0,27
Fpz	5,28±0,33	6,24±0,61	+18,18	0,22
Fp2	5,31±0,33	6,06±0,53	+14,12	0,22
F3	7,36±0,66	8,14±0,86	+10,60	0,42
Fz	7,69±0,72	8,67±0,92	+12,74	0,29
F4	8,25±0,72	9,05±0,95	+9,70	0,32
F7	6,89±0,45	6,75±0,64	-2,03	0,25
F8	6,21±0,41	7,52±0,59	+21,10	0,03*
T3	12,27±0,64	13,64±1,02	+11,17	0,05*
T4	11,55±0,65	11,43±0,86	-1,04	0,46
T5	7,23±0,62	8,83±0,94	+22,13	0,05*
T6	6,52±0,53	6,14±0,62	-5,83	0,18
C3	9,42±0,58	9,42±0,83	0,00	0,37
Cz	8,11±0,65	8,07±0,78	-0,49	0,46
C4	9,24±0,68	9,51±0,99	+2,92	0,32
P3	6,15±0,57	6,48±0,86	+5,37	0,44
Pz	5,11±0,46	5,28±0,52	+3,33	0,39
P4	4,69±0,40	5,33±0,62	+13,65	0,40
O1	6,14±0,70	6,34±0,83	+3,26	0,24
Oz	6,12±0,69	5,92±0,70	-3,27	0,36
O2	5,77±0,60	5,29±0,74	-8,32	0,30

\* p<0,05; достоверность различий по критерию U Вилкоксона–Манна–Уитни.

дых мужчин в состоянии спокойного бодрствования и при интеллектуальной нагрузке (обратный счет в уме). Есть все основания полагать, что определенный уровень хаоса играет позитивную роль, обеспечивая мозгу «информационно богатое состояние» и «спектральный резерв». Иными словами, обеспечивается готовность мозга за счет способности к самоорганизации сгенерировать новую адаптивную активность. В областях мозга, в которых выявлены наибольшие значения эКС, формируется адаптивная активность, направленная на поиск пути избегания незнакомой аверсивной обстановки.

Интеллектуальная проба (обратный счет в уме) вызывает усиление эмоционального напряжения (об этом мы могли судить на основании анализа вариабельности сердечного ритма), что нашло отражение в измене-

нии уровня хаоса – его повышении в ряде областей мозга.

Оценка энтропии Колмогорова–Синяя ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования

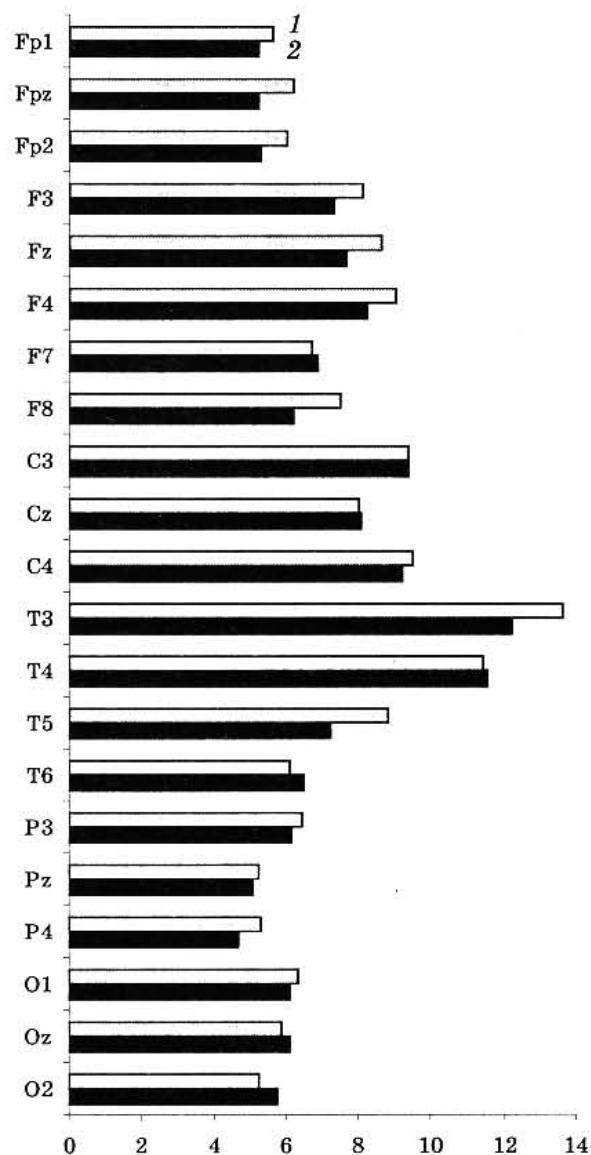


Рис. 1. Региональные различия величины энтропии Колмогорова–Синяя ЭЭГ по поверхности полушарий в состоянии покоя (1) и при интеллектуальной нагрузке (2)

и ее изменение в условиях функциональных ментальных проб позволяет определять локализацию нервного субстрата высших функций, таких как речь, способность к чтению, эмоции, сознание, характеристика индивидуального пространства и времени.

#### Выводы

1. Установлены типичные диапазоны значений энтропии Колмогорова–Синяя ЭЭГ в симметричных областях полушарий головного мозга для здоровых молодых мужчин в состоянии спокойного бодрствования и при интеллектуальной нагрузке (обратный счет в уме).



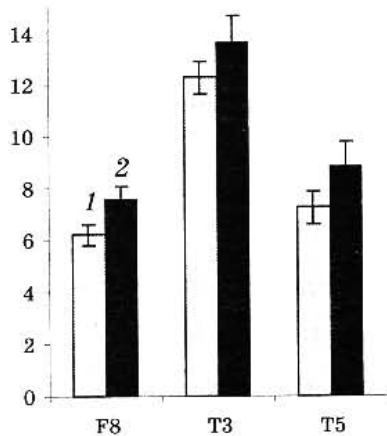


Рис. 2. Изменения величины энтропии Колмогорова–Синая ЭЭГ у здоровых мужчин. Показаны отведения, в которых эти изменения ЭКС были статистически достоверными. 1 и 2 – те же, что и на рис. 1

### Литература

1. Nuwer M. Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping. Report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology* 1997; 49: 277–292.
2. Майоров О.Ю., Глухов А.Б. Системный подход к моделированию работы лимбической системы в условиях экспериментального эмоционального стресса: способы оценки адекватности модели: Матер. Междунар. советско-американской Павловской конференции «Эмоции и поведение: системный подход». М., 1984: 185–187.
3. Mayorov O.Yu. Multidimensional approach for evaluation of system activity of the brain by EEG. MIE'2002, XVII European Congress on Medical Informatics. (Budapest, Hungary, September, 2002). IOS Press, 2002; 90: 61–65.
4. Jensen B.H. Nonlinear dynamics and quantitative EEC analysis. *EEG Clin. Neurophysiol.* 1996; Suppl. 45: 39–56.
5. Хакев Г. Принципы работы головного мозга. М.: ПЕР СЭ, 2001. 351 с.
6. Stam, C.J., van Woerkom, T.C., Pritchard, W.S. Use of nonlinear EEG measures to characterise EEG changes during mental activity. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1996; 99: 214–224.
7. Meyer-Lindenberg A., Bauer U., Krieger S. et al. The topography of nonlinear cortical dynamics at rest, in mental calculation and moving shape perception. *Brain Topogr.* 1998; 10: 291–299.
8. Birbaumer N., Lutzenberger W., Elbert T. et al. Imagery and brain processes: N. Birbaumer and A. Ohman (Eds.). *The Structure of Emotion, Hogrefe and Huber.* Toronto, 1993: 122–138.
9. Aftanas L.I., Lotova N.V., Koshkarov V.I. et al. Nonlinear analysis of emotion EEG: calculation of Kolmogorov entropy and the principal Lyapunov exponent. *Neuroscience Letters* 1997; 226: 13–16.
10. Natarajan K., Acharaya U.R., Alias F. et al. Nonlinear analysis of EEG signals at different mental states. *BioMedical Engineering OnLine* 2004; 3: 7.
11. Майоров О.Ю., Глухов А.Б., Фенченко В.Н. Реализация метода задержки с помощью оценки размеров осей восстановленного в фазовом пространстве аттрактора. *Журн. клин. информ. и телемед.* 2006; 3, 4: 35–47.
12. Chapman, J.P., Chapman L.J. Handedness of hypothetically psychosis-prone subjects. *J. Abnormal Psychology* 1987; 96: 89–93.
13. Goldman D. The clinical use of the «average» reference electrode in monopolar recording. *EEG and Clin. Neurophysiol.* 1950; 2: 209–212.
14. Mayorov O.Yu., Fritzsche M., Glukhov A.B. et al. New neurodiagnostics technology for brain research on the basis of multivariate and nonlinear (deterministic chaos) analysis of an EEG. *Achievements in Space Medicine into Health Care Practice and Industry*, 2003: 157–166.
15. Grassberger P., Procaccia I. Estimation of Kolmogorov Entropy from a Chaotic Signal. *Phys. Rev.* 1983; 28: 2591.
16. Kantz H., Schreiber T. *Nonlinear Time Series Analysis.* NY: Cambridge University Press, 2000. 304 p.

ОЦІНКА ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ МОЗКУ У ЗДОРОВИХ ЧОЛОВІКІВ У СТАНІ СПОКІЙНОГО НЕСПАННЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ОСНОВІ ЕНТРОПІЇ КОЛМОГОРОВА–СІНАЯ ЗА ЕЕГ  
 О.Ю. Майоров, Л.М. Фріцше, М. Фріцше, А.Б. Прогнімак, К.А. Степанченко, В.М. Фенченко, Л.В. Щуцька

Встановлені характерні діапазони динамічної характеристики ЕЕГ – ентропії Колмогорова–Сіная (еКС) у здорових молодих чоловіків у стані спокою та під час інтелектуального напруження для

симетричних ділянок півкуль головного мозку. У стані спокою еКС має регіональні відмінності на поверхні півкуль. Виявлені ділянки мозку, в яких відбувається підвищення цього показника під час зворотного лічення в умі. Оцінка еКС за ЕЕГ у стані спокою та її зміна в умовах ментальних проб дозволяє визначити локалізацію нервового субстрату вищих психічних функцій.

*Ключові слова:* ЕЕГ, нелінійний аналіз, ентропія Колмогорова–Сіная.

**ESTIMATION OF BRAIN DYNAMICAL SYSTEMS IN HEALTHY YOUNG MEN DURING BACKGROUND ACTIVITY AND DURING PERFORMANCE OF INTELLECTUAL TASKS ON THE BASIS OF ESTIMATION OF KOLMOGOROV–SINAI ENTROPY**

*O.Yu. Mayorov, L.N. Fritzsche, M. Fritzsche, A.B. Pronymak, K.A. Stepanchenko, K.A. Fenchenko, L.V. Schutskaya*

The typical limits of EEG dynamical characteristic (Kolmogorov–Sinai entropy) in healthy young men during background activity and during performance of intellectual tasks for symmetrical brain areas were indicated. During background activity Kolmogorov–Sinai entropy shows regional differences on the surface of brain hemispheres. There were discovered brain areas with increase of this parameter during backwards calculation in memory. Estimation of Kolmogorov–Sinai entropy during background activity and during performance of mental tasks helps to indicate the localization of nervous background of mental functions.

*Key words:* EEG, nonlinear analysis, Kolmogorov–Sinai entropy.

*Поступила 06.04.06*