

Российская академия наук
ТРОИЦКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР



**VI Троицкая конференция
«МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА И
ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНЕ»
(ТКМФ-6)**

**СБОРНИК ТРУДОВ
КОНФЕРЕНЦИИ**



2-6 июня 2014 г.
г. Троицк, г. Москва

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА В РАННЕЙ СТАДИИ

О.С. Сущкова¹, А.В. Габова², А.В. Карабанов³, И.А. Кершнер⁴, К.Ю. Обухов⁴, Ю.В. Обухов¹

¹Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

²Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

³Научный центр неврологии РАН

⁴Московский физико-технический институт

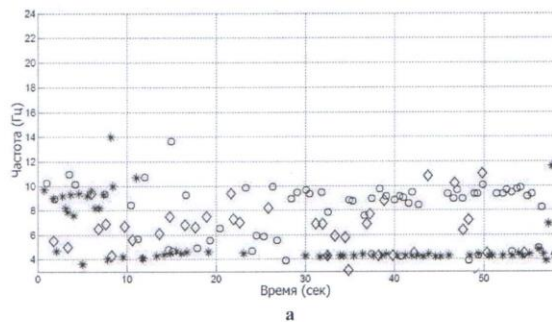
o.sushkova@mail.ru

Описан новый метод анализа частотно-временной динамики фоновой электрической активности мозга, с помощью которого обнаружены, по меньшей мере, три основных признака болезни Паркинсона (БП) в ранней стадии: 1) межполушарная асимметрия частотно-временных характеристик (ЭЭГ) в центральных отведениях моторной зоны коры головного мозга; 2) возникновение ритма ЭЭГ в этих отведениях в частотном диапазоне 4-6 Гц и его связанность с электромиограммами (ЭМГ) и механическим тремором контралатеральных конечностей при дрожательной форме БП; 3) дезорганизация доминирующего ритма, соответствующая общим представлениям о дезорганизации различных систем при БП.

Одним из путей поиска признаков болезни Паркинсона (БП) является совместный анализ сигналов разной модальности – электроэнцефалограммы (ЭЭГ), электромиограммы (ЭМГ) и механического тремора (МТ), измеряемого с помощью акселерометров. Такой анализ может привести к пониманию особенностей частотной структуры ЭЭГ, синхронизации ЭЭГ и тремора и в результате привести к более надежному распознаванию по электрофизиологическим признакам БП в ранних стадиях. В работах [1-2] был предложен метод анализа ЭЭГ, направленный на выделение признаков паркинсонизма в ранней стадии. Он основан на выделении экстремумов вейвлет спектрограмм сигналов ЭЭГ и анализе частотно-временного распределения этих экстремумов в различных пространственных участках коры головного мозга.

В настоящей работе приведены результаты совместного анализа частотно-временных распределений экстремумов ЭЭГ, ЭМГ и МТ при паркинсонизме в ранней стадии и в норме, при этом для анализа мышечной активности использовалась огибающая амплитудно-модулированного высокочастотного ЭМГ. Оцифрованные записи ЭЭГ фильтровались полосовым фильтром Баттерворта 4-ого порядка от 0,1 до 35 Гц, а записи ЭМГ - тем же фильтром от 60 до 90 Гц. Огибающая сигнала ЭМГ вычислялась с помощью преобразования Гильберта, как описано в работе [3].

На рис.1 представлены частотно-временные распределения экстремумов вейвлет спектрограмм ЭЭГ, ЭМГ и МТ пациента на 1-й стадии БП по принятой в медицине качественной шкале Хен-Яра, описывающей развитие БП.



а

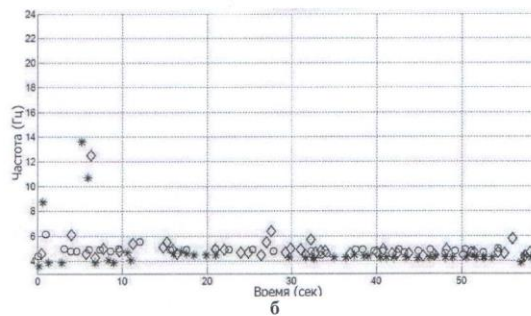


Рис. 1. Частотно-временные распределения экстремумов вейвлет спектрограмм ЭЭГ, ЭМГ и МТ.
 а) отведение С3 в левом полушарии скальпа (кружочки) и контралатеральных МТ (звездочки) и ЭМГ (ромбики) правой руки больного на 1 стадии БП по качественной шкале Хен-Яра.
 б) то же для правого полушария и левой руки.

Из рис.1б видно, что экстремумы в «больной» моторной зоне правого полушария частотно скоррелированы с экстремумами МТ и огибающей ЭМГ. Напротив, в еще здоровом левом полушарии мозга (1а) такой корреляции нет. Следует отметить, что величина экстремумов МТ в левой руке на 2 порядка меньше таковой в правой руке. Это означает, что наличие ритма ЭЭГ в низкочастотном диапазоне 4-6 Гц, так называемого тета ритма и его межполушарная асимметрия, является признаком паркинсонизма в ранней стадии.

Известно, что характерным признаком паркинсонизма является дезорганизация различных систем организма человека [4]. Доминирующий ритм ЭЭГ имеет амплитуду, превосходящую амплитуду других частотных диапазонов. Множество частот отдельных локальных максимумов отражает диапазон частот доминирующего ритма ЭЭГ. В норме все вершины пиков составляют четко выраженный хребет, представляющий собой альфа ритм, что говорит о достаточной стабильности частоты доминирующего ритма ЭЭГ у здорового человека. У пациентов на 1-ой стадии БП происходит значительная дезорганизация этой вейвлет спектрограммы.

Для количественной оценки степени дезорганизации доминирующего ритма можно использовать корреляционную матрицу частотных гистограмм экстремумов во временных окнах порядка 10 секунд. Например, при времени записи 160 секунд получается симметричная корреляционная матрица размером 16x16 с единичной диагональю. В норме корреляционные матрицы содержат значительное число больших коэффициентов корреляции, и, наоборот, у пациента с БП корреляционные матрицы содержат значительное число малых коэффициентов корреляции. Поэтому оценкой степени дезорганизации ритмов могут быть гистограммы коэффициентов корреляции в корреляционной матрице.

На рис. 2 представлены гистограммы коэффициентов корреляции для отведений С3 и С4 пациента в 1-й стадии БП. Видно, что распределение коэффициентов корреляции в «больном» полушарии сдвинуто в сторону малых коэффициентов корреляции по сравнению со «здоровым» полушарием мозга.

Таким образом, разработан новый метод анализа частотно-временной динамики фоновой электрической активности мозга, с помощью которого обнаружены, по меньшей мере, три основных признака болезни Паркинсона (БП) в ранней стадии: 1) межполушарная асимметрия частотно-временных характеристик (ЭЭГ) в центральных отведениях моторной зоны коры головного мозга; 2) возникновение ритма ЭЭГ в этих отведениях в частотном диапазоне 4-6 Гц и его связанность с электромиограммами (ЭМГ) и механическим тремором контралатеральных конечностей при дрожательной

форме БП; 3) дезорганизация доминирующего ритма, соответствующая общим представлениям о дезорганизации различных систем при БП.

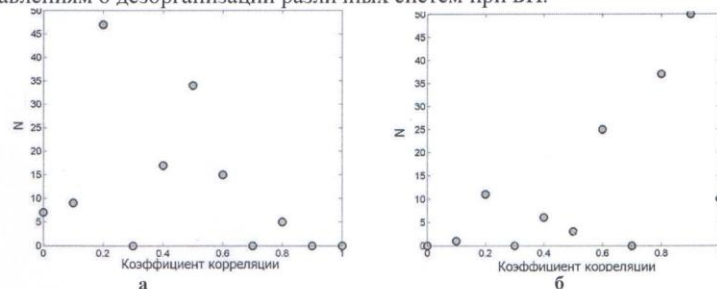


Рис. 2. Гистограммы коэффициентов корреляции частотных гистограмм экстремумов вейвлет спектрограмм в 10 секундных временных окнах: а) отведение С3 левого «больного» полушария и б) отведение С4 правого «здорового» полушария.

Работа поддержана РФФИ, проект № 12-02-00611-а и Программой Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

1. Обухов Ю.В., Королев М.С., Габова А.В. и др. Способ ранней электроэнцефалографической диагностики болезни Паркинсона – патент РФ, - 2484766, 20.06.2013.
2. Обухов Ю.В., Анциперов А.В., Гехт А.Б. и др. Частотно-временной анализ электрической активности мозга при болезни Паркинсона. В кн. Нейродегенеративные заболевания: фундаментальные и прикладные аспекты / под.ред. М.В. Угрюмова – М.: Наука, 2010. – ISBN 978-5-02-036710-4, с. 112-136.
3. Вакман Д.Е., Вайнштейн Л.А.. Амплитуда, фаза, частота – основные понятия теории колебаний. // Успехи физических наук. – 2000. - Том. 123, Номер. 4, - С. 657-682.
4. Вейн А.М., Голубев В.Л., Яхно Н.Н. Паркинсонизм с позиций функционально-неврологического анализа // Паркинсонизм: Вопросы клиники, патогенеза и лечения. М. 1974. С. 57-65.

ELECTROPHYSIOLOGICAL SIGNS OF THE PARKINSON'S DISEASE IN THE EARLY STAGE

Sushkova O.S.¹, Gabova A.V.², Karabanov A.V.³, Kershner I.A.⁴, Obukhov K.Y.⁴, Obukhov Y.V.¹

¹Kotel'nikov Institute of Radioengineering and Electronics of RAS

²Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS

³Scientific Centre of Neurology of RAS

⁴Moscow Institute of Physics and Technology

A new method of analyzing of the time-frequency dynamics of background electrical activity of the brain are described by means of which at least three main features of Parkinson's disease (PD) in the early stage are detected: 1) interhemispheric asymmetry of the time-frequency characteristics (EEG) in the central leads of the motor area of the cerebral cortex; 2) the emergence of EEG rhythm in these leads in the frequency range of 4-6 Hz and its relatedness to the electromyograms (EMG) and mechanical tremor of the contralateral limbs in the tremor form of PD; 3) disorganization of the dominant rhythm corresponding to the general ideas about the disorganization of the various systems in Parkinson's disease.