

© Коллектив авторов, 2004.  
УДК 616.281

**Р.А.Кууз<sup>1</sup>, М.А.Ронкин<sup>1</sup>, Г.И.Фирсов<sup>2</sup>**  
**МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТАБИЛОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

<sup>1</sup>Лаборатория клинко-электрофизиологических исследований

Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия

**Аннотация:** В докладе рассматривается применение корреляционных и дисперсионных функций для анализа стабิโลграмм больных с функциональными и органическими поражениями нервной системы. Показана эффективность использования дисперсионного соотношения и взаимной дисперсионной функции. Отмечена высокая степень когерентности колебаний на стабิโลграммах в сагиттальной и фронтальной плоскостях в достаточно широких частотных диапазонах. Большое значение функции когерентности свидетельствует о наличии сильной линейной инерционной статистической связи колебаний в двух плоскостях и может быть объяснено либо существованием единого мощного источника колебаний в ЦНС, либо синхронизацией колебаний в сагиттальной и фронтальной плоскостях.

**Ключевые слова:** стабิโลграмма, коэффициент корреляции, дисперсионное отношение, взаимно-дисперсионная функция, неврологические патологии.

Применение известных и хорошо апробированных электрофизиологических методов (ЭЭГ, ЭМГ, РЭГ, ВП) в неврологической практике дает возможность достаточно точно оценить функциональное состояние отдельных систем организма для более точной и адекватной диагностики тех или иных патологических состояний. Одним из таких состояний в медицинской, и особенно в неврологической практике, является нарушение равновесия, которое служит условием и основой для нормального взаимодействия с окружающей внешней средой и обеспечения деятельности человека в ней.

В литературе, посвященной анализу процессов регуляции вертикальной позы, неоднократно высказывалось мнение об отсутствии корреляционных связей между сагиттальной и фронтальной составляющими стабิโลграммы. Обосновывалось это обычно малыми значениями коэффициента корреляции  $r$ . Наши эксперименты показали, что подобное заключение не всегда справедливо, связь между ортогональными составляющими стабิโลграммы может быть нелинейной, что не может быть установлено с помощью  $r$ . Кроме того, корреляционная связь между фронтальной и сагиттальной стабิโลграммами зависит от функционального состояния человека. Поэтому при обработке стабิโลграмм помимо вычисления значений  $r$  должен выполняться расчет взаимно-корреляционной функции, дисперсионного отношения  $h_{x(y)}$  и взаимной дисперсионной функции.  $h_{x(y)}$  определяет, в какой мере соблюдается функциональная зависимость между переменными  $x$  и  $y$ . При  $h_{x(y)} \approx 1$  зависимость практически функциональная; чем ближе  $h_{x(y)}$  к нулю, тем она больше нарушается. В случае независимости  $h_{x(y)} = 0$ .

В общем случае  $0 \leq h_{x(y)} \leq 1$ .  $h_{x(y)}$  можно интерпретировать как количественную характеристику меры определенности случайной величины  $y$  по значениям случайной величины  $x$ . При этом,  $h_{x(y)}$  всегда больше или равно  $r$  и не является симметричным, т.е.  $h_{x(y)} \neq h_{y(x)}$ . Использование  $h_{x(y)}$  позволяет выявить наличие функциональной связи между колебаниями тела в сагиттальном и фронтальном направлениях, особенно у больных с органическими поражениями ЦНС. Так, для больного А.Б. (диагноз - рассеянный склероз), значение  $r$  составило 0,03, а  $h_{x(y)}$  было больше чем на порядок ( $h = 0,28$ ). Вместе с тем, при некоторых заболеваниях отличие величины  $h_{x(y)}$  от  $r$  было сравнительно небольшим, так у больной С.И. (паркинсонизм) при значении  $r = 0,72$  величина  $h_{x(y)}$  (как во фронтальном направлении по отношению к сагиттальному, так и наоборот), составила примерно 0,73. Такие большие значения  $r$  и  $h$  свидетельствуют о возможном наличии единого мощного источника колебаний по обеим плоскостям.

Значения  $h$  и  $r$  достаточно полно описывают общую форму статистической безынерционной взаимосвязи двух случайных процессов, подразумевающую отсутствие сдвига во времени (по фазе) между значениями двух связанных процессов. Рассмотрение же динамической системы регуляции позы делает целесообразным обращение к взаимному дисперсионному анализу. Взаимная дисперсионная функция  $h_{x(y)}(t)$  для каждой пары значений  $t_1, t_2$  равна дисперсии условного математического ожидания сечения одной функции  $x$  относительно сечения другой функции  $y$  сдвинутой на интервал  $t_1, -t_2$ . Как и взаимная корреляционная функция  $r(t)$ ,  $h_{x(y)}(t)$  позволяет оценить ве-

личину инерционной статистической связи процессов во времени. Количественной мерой величины этой связи служат коэффициенты максимальной корреляции  $r_{max}$  (и, соответственно, максимального дисперсионного отношения  $h_{max}$ ), равные максимальным значениям соответственно  $r(t)$ , и  $h_{x(y)}(t)$ . Указанные коэффициенты позволяют оценить степень связанности двух процессов, даже если между ними имеются фазовые сдвиги. Так, для случая функционального левостороннего гемипареза у больного В.В. при значении  $r$  при стоянии с закрытыми глазами 0,0677  $r_{max}$  составил 0,4448, что говорит о наличии определенной линейной инерционной статистической связи колебаний во фронтальной и сагиттальной плоскостях. При этом у здоровых обследуемых различие в величинах  $r_{max}$  и  $h_{max}$  очень мало, не более 10 - 15%..

При некоторых видах неврологических патологий наблюдается возбуждение взаимосвязанных

колебаний центра тяжести, в т.ч. при неврозах и истерии. Об этом может свидетельствовать замеченная нами высокая степень когерентности колебаний на стабилосограммах в сагиттальной и фронтальной плоскостях в достаточно широких частотных диапазонах (от 4 до 8 Гц). Большое значение функции когерентности свидетельствует о наличии сильной линейной инерционной статистической связи колебаний в двух плоскостях и может быть объяснено либо существованием единого мощного источника колебаний в ЦНС, либо синхронизацией колебаний в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Выявленный феномен может быть проявлением нарушения программирования регуляции равновесия вертикальной позы и заинтересованности систем, отвечающих за это программирование, в частности лобных отделов.

**Kuuz R.A.<sup>1</sup>, Ronkin M.A.<sup>1</sup>, Firsov G.I.<sup>2</sup>**  
**COMPUTER STABILOGRAMS METHODS IN DIAGNOSTICS OF ORGANIC AND FUNCTIONAL DISEASES OF NERVOUS SYSTEM**

<sup>1</sup>*Laboratory of clinic-electrophysiological researches of the  
Moscow Medical Academy by I.M.Setchenov,*

<sup>2</sup>*Blagonravov Mechanical Research Institute of the Russian Academy of Science,  
Moscow, Russia*

In the report application of correlation and dispersive functions for the analysis стабилосограмм patients with functional and organic diseases of nervous system is considered. It is shown efficiency of use of a variance ratio and mutual variance function. The high degree coherent fluctuations on stabilograms in sagittal and face-to-face planes in enough wide frequency ranges is marked. The great value of coherent function testifies to presence of strong linear inertial statistical connection of fluctuations in two planes and can be explained or existence of a uniform powerful source of fluctuations in CNS, or synchronization of fluctuations in sagittal and face-to-face planes.

E-mail: firsovgi@mtu-net.ru