

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТАБИЛОГРАФИИ И НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Е.Н.ВИНАРСКАЯ, Р.А.КУУЗ (*), Г.И.ФИРСОВ (**)

**Московская медицинская академия им.И.М.Сеченова,*

***Институт машиноведения им. А.А.Благонравова РАН,*

Исследование колебаний центра тяжести тела человека при поддержании заданной позы представляет большой интерес с диагностической точки зрения, поскольку хорошо известно, что эти колебания несут большой объем информации о состоянии ЦНС. Колебания, обычно регистрируемые с помощью стабیلлографической платформы, имеют характер широкополосного случайного процесса со спадающим спектром в области частот от нуля до 8-10 и более Гц. Для их анализа использовались различные статистические характеристики, одно- и двумерные гистограммы, плотности распределения, применялся спектральный и корреляционный анализ [1]. Это позволило описать характерные особенности стабیلлограмм, однако возможности применения получаемых признаков для диагностики функционального состояния человека ограничены, что заставляет искать новые методы обработки экспериментальных данных и выявления диагностических признаков.

В связи с этим, представляется целесообразным анализировать функциональное состояние человека как интегративное описание физико-химических, биологических, биолого-социальных и социально-культурных, прежде всего технических, объектов и явлений действительности, способных к системной самоорганизации и саморегуляции, имеющих ритмически изменчивую колебательную природу и допускающих те или иные способы их объективного измерения и субъективной оценки. При этом, разделение состояний психической напряженности на операциональную и эмоциональную содержит в своей основе различие эмоционально-оценочных характеристик деятельности, поскольку очень интенсивная, высоконапряженная деятельность в условиях дефицита времени на переработку информации и принятие решений не приведет к развитию характерных для эмоционального стресса последствий, если человек находится в зоне эмоционального комфорта. В случае же любой конфликтной ситуации, связанной с несоответствием целей и мотивов и субъективным рассогласованием, порождающим эмоциональный дискомфорт, психическая напряженность порождает состояние эмоционального стресса со всеми его последствиями. При этом, состояние напряжения и, в частности, та область этих состояний, которая носит эмоциональный характер, сопровождается активностью скелетной мускулатуры, проявляющейся в позе. На базе системно-функциональных идей П.К.Анохина, в т.ч. об эфферентном синтезе, и теории Н.А.Бернштейна об иерархическом механизме управления движениями статика позы может рассматриваться в контексте целостной функциональной системы организма с учетом специфических для каждого уровня управления сенсорных синтезов.

Рассматривалась динамическая модель, описывающая основные свойства широкополосных случайных колебаний биомеханической системы, наблюдающихся при сохранении позы в спокойной стойке. Скелетно - мышечная система человека представлена трехзвенным перевернутым маятником с упругими связями. Предполагается, что управляющее воздействие со стороны ЦНС формируется одновременно на основе программного задания жесткости суставов и управления моментом сил в суставах на основе пропорциональных и пропорционально - дифференциальных запаздывающих нелинейных обратных связей. Экспериментально подтверждена автоколебательная природа наблюдаемого случайного процесса, сопровождающего поддержание позы, оценено эффективное число степеней свободы тела, определяемое минимальным числом независимых динамических переменных, необходимым для описания поведения системы и

равным размерности вложения аттрактора, лежащим в пределах от 3 до 5. Таким образом, исследуемый объект может рассматриваться как динамическая система с малым числом степеней свободы, что отвечает концепции Н.А.Бернштейна о преодолении избыточных степеней свободы за счет наложения дополнительных связей (синергий), облегчающих управление многомерной системой. При некоторых неврологических патологиях наблюдается возбуждение взаимосвязанных колебаний центра тяжести, в т.ч. при неврозах и истерии. Об этом может свидетельствовать замеченная нами высокая степень когерентности колебаний на стабิโลграммах в саггитальной 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 саггитальной 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. В частности, возможным механизмом, обуславливающим появление площадок функции когерентности, выступает электрическая деятельность мозга, проявляющаяся в тета-ритме ЭЭГ с частотой 4 - 7 Гц и амплитудой в десятки мкВ, при этом выраженность тета-ритма зависит от степени эмоционального, умственного напряжения, фона основной активности и возраста.

Литература.

1. Кууз Р.А., Фирсов Г.И. Применение методов компьютерной стабилотрии для решения задач функциональной диагностики в неврологии // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2001. - № 5-6. - С.24-33.