

И.Ю. Жерко

ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЯ РАЗМЕРА ЗРАЧКА В УСЛОВИЯХ ОРТО- И КЛИНОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБ

Научный руководитель: канд. мед. наук, доцент Д.А. Александров

Кафедра нормальной физиологии,

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Резюме. В статье приведены результаты анализа характер реакции зрачка по данным гармонического анализа при орто- и клиностатической пробах у испытуемых с нормальным вегетативным тонусом, повышенным симпатическим и парасимпатическим тонусом. Приведены данные, характеризующие амплитуду, частоту и фазу колебаний.

Ключевые слова: автономная нервная система, размер зрачка, вегетативный тонус, анализ Фурье.

Resume. There are the results of the analysis of the pupil reaction according to harmonic analysis during ortho and klinostaticeskoy trials in subjects with normal autonomic tone, increased sympathetic and parasympathetic tone. The data describing the amplitude, frequency and phase oscillations are presented/

Keywords: autonomic nervous system, pupil size, autonomic tone, Fourier analysis.

Актуальность. Вегетативные расстройства являются одной из актуальных проблем современной медицины. Как показали многочисленные эпидемиологические исследования, в популяции вегетативные нарушения встречаются в 40-80% случаев. Значительная распространенность вегетативной дисфункции среди населения очевидна, в том числе и у считающих себя здоровыми. Практически нет таких патологических состояний, в развитии и течении которых не играет важную роль вегетативная дисфункция. Широко распространенным в настоящее время методом оценки тонуса АНС является анализ variability сердечного ритма по данным КИГ. Однако, сегодня анализ variability сердечного ритма рассматривается как элемент клинического исследования с целью получения информации для стратификации риска развития заболеваний ССС. В последние годы появились предварительные сообщения об использовании variability размеров зрачка в качестве маркера активности АНС [1]. Установлено, что в условиях локального температурного воздействия сдвиги показателей variability размеров зрачка и сердечного ритма указывают на противоположную направленность изменений тонуса центров АНС, расположенных на разных уровнях ЦНС[2].

Цель: установить характер реакции зрачка при пассивном динамическом изменении положения тела в пространстве в скотопических условиях у испытуемых с различным базальным тонусом АНС методом быстрого преобразования Фурье.

Задачи:

1. Определить тонус покоя испытуемых.
2. Определить характеристики variability размера зрачка у испытуемых разных групп.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 42 практически

здоровых студента БГМУ в возрасте от 18 до 21 лет. Динамика изменения размера зрачка (PЗ) оценивалась по результатам видеозаписи с кадровой частотой 30 и 60 кадров в секунду с использованием двух высокоскоростных инфракрасных веб-камер после их предварительной калибровки с разрешением 640×480 пикс. Запись производилась в вертикальном положении испытуемого на 1, 3, 6, 9, 11 минуте и с такими же интервалами после пассивного перехода в положение лёжа (осуществлялось с использованием поворотного стола). Для оценки вегетативного тонуса покоя отделов АНС использовался опросник А.М. Вейна, определялся вегетативный индекс Кердо, так же учитывались результаты глазосердечного рефлекса Данини-Ашнера. Обработка видео с целью получения сведений об абсолютных размерах большой полуоси зрачка проводилась с использованием программного обеспечения, разработанного И.В. Гурским под руководством А.И. Кубарко на кафедре нормальной физиологии БГМУ. Гармонический анализ полученного колебания проводился методом быстрого преобразования Фурье в пакете прикладных программ Matlab 5.0. Полученные данные обработаны методами описательной статистики при 95% уровне надежности в пакете прикладных программ Statistica 7.0

Результаты и их обсуждение. В результате предварительного определения исходного тонуса АНС испытуемых было выделено 3 группы: «Нормотоники», «Симпатотоники» и «Ваготоники».

У испытуемых первой группы в условиях ортостаза и активации симпатического отдела АНС средняя *амплитуда колебаний* была максимальна, в то время, как к 11 минуте эксперимента она уменьшалась в среднем на 31%, а затем снова увеличивалась при переходе в горизонтальное положение (78% от максимальной). В соответствии с уменьшением силы возмущающего фактора к 11 минуте амплитуда гармоник снова уменьшалась, достигая в среднем 62% от максимального значения.

Таким образом, при наличии разнонаправленной реакции размера зрачка (увеличение при ортостатической и уменьшение при клиностатической пробах) активация любого отдела АНС на фоне сбалансированного вегетативного тонуса покоя вызывает увеличение амплитуды колебаний с тенденцией к возвращению к исходному уровню.

Динамика изменения средней амплитуды колебаний у симпатотоников была схожа с таковой у испытуемых контрольной группы, что позволяет говорить о преимущественном влиянии симпатического отдела АНС на размер зрачка в норме.

У испытуемых с исходно повышенным тонусом ПНС при изменении положения тела в пространстве наблюдалась парадоксальная реакция – уменьшение колебания PЗ после возмущающего воздействия, сменяющееся увеличением амплитуды колебаний.

Нужно отметить, что у испытуемых с исходно повышенным тонусом одного из отделов АНС абсолютные значения амплитуд гармоник были меньше чем в норме. Можно предположить, что более высокий уровень импульсации от центров

одного из отделов АНС устанавливает РЗ на определенном уровне и «зажимает» зрачок, поддерживая этот уровень.

При анализе *мощности сигнала, СПМ и фазы колебаний* было установлено, что величина этих показателей значительно различалась у разных испытуемых в пределах одной группы, что может быть обусловлено сложными многоуровневыми взаимодействиями в аппарате регуляции РЗ и индивидуальным соотношением различных механизмов регуляции. Однако при детальном анализе и сопоставлении индивидуальных показателей были выявлены общие закономерности внутри групп испытуемых.

У испытуемых всех трех групп наибольшая плотность мощности сигнала наблюдалась в области низких частот и постепенно увеличивается с ростом частоты. Таким образом, зрачок колеблется преимущественно в области низких частот (в норме максимальная частота, на которой регистрируется значимый сигнал – 1Гц).

У всех испытуемых первой группы мощность сигнала снижалась не равномерно: всегда есть 2, 3 или 4 наиболее значимых частоты, на которых мощность сигнала выше, чем на других частотах (Рисунок 1). Диагностическим признаком становится визуальное определение пиков на графике спектральной плотности мощности сигнала.

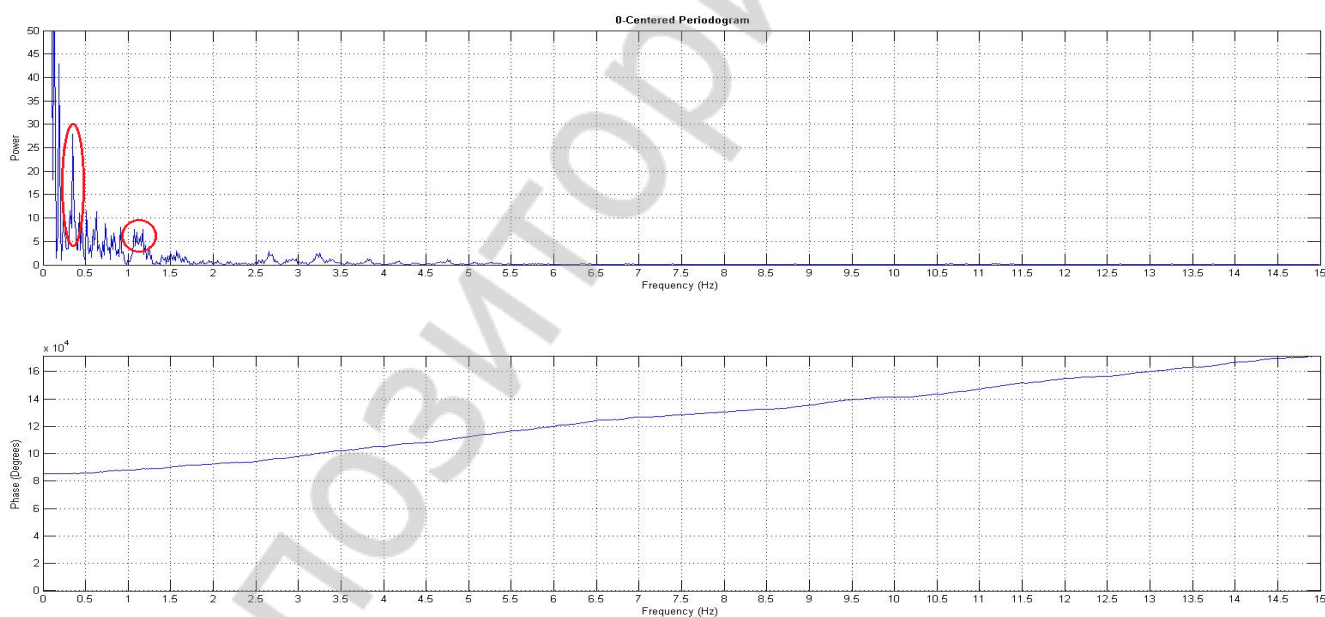


Рисунок 1 – Мощность сигнала (сверху), изменение фазы колебания (снизу)
у одного из испытуемых контрольной группы

Фаза колебаний изменялась постепенно и плавно: отмечалось постепенное увеличение угла с увеличением частоты. (Рисунок 1).

В случае преобладания тонуса одного из отделов АНС мощность сигнала снижалась постепенно: наибольшая наблюдалась в области более низких частот, наименьшая – в области более высоких частот без явно выраженных промежуточных пиков (Рисунок 2,3).

Диагностическим признаком в этом случае становится фаза колебаний. У

симпатотоников она изменяется скачкообразно (Рисунок 2). У ваготоников – более плавно, но не равномерно (Рисунок 3).

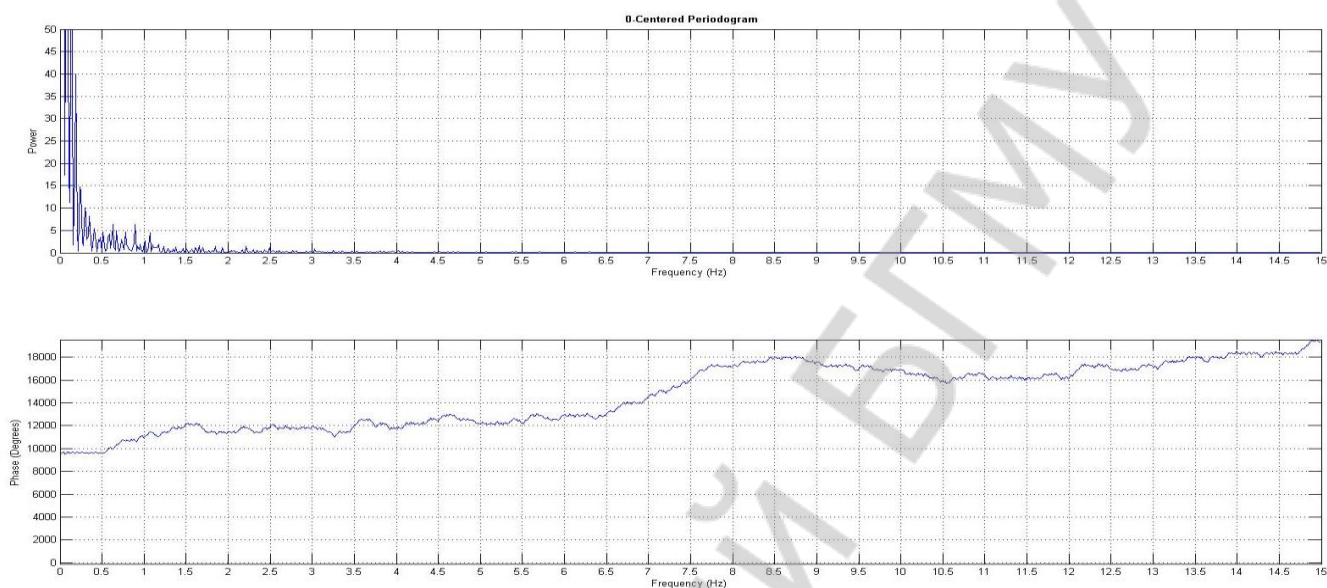


Рисунок 2 – Мощность сигнала (сверху), изменение фазы колебания (снизу) у одного из испытуемых-симпатотоников

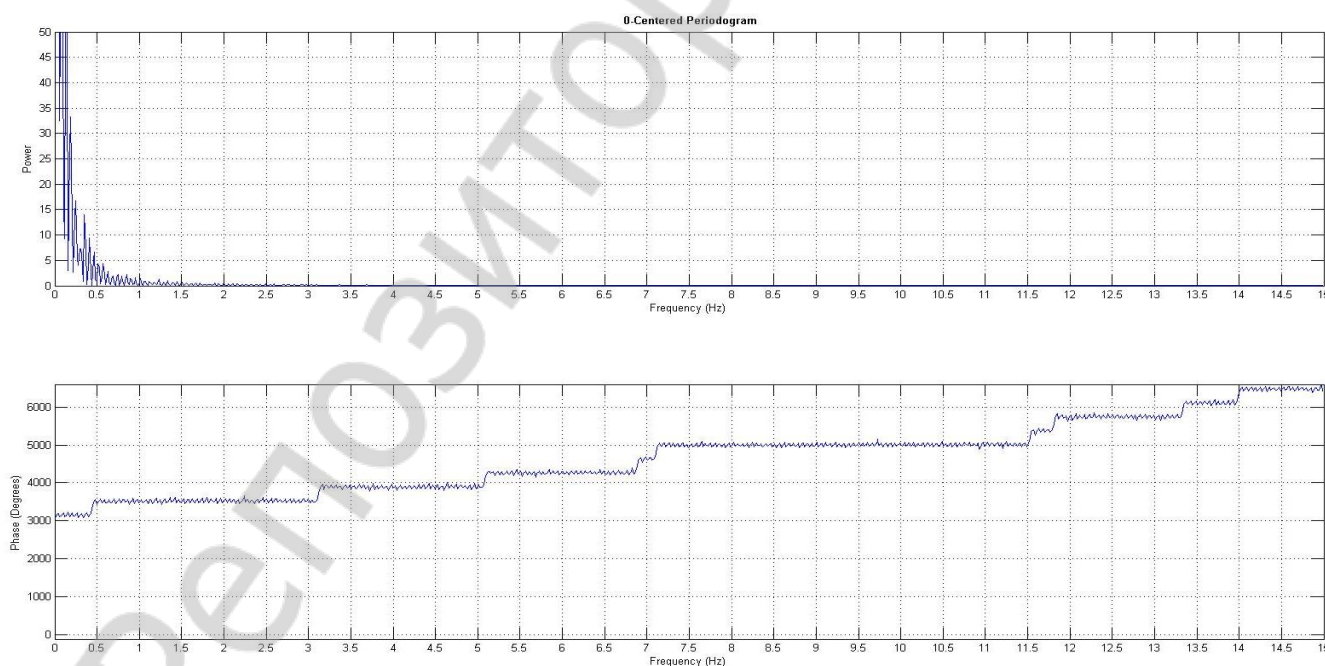


Рисунок 3 – Мощность сигнала (сверху), изменение фазы колебания (снизу) у одного из испытуемых-ваготоников

Выводы:

1 Вариабельность размеров зрачка может использоваться в качестве маркера активности АНС как показатель функционального состояния центров АНС, лежащих на уровне среднего мозга.

2 Анализ ВРЗ позволил выявить значимые различия в механизмах регуляции РЗ и СР. Можно предполагать, что РЗ, в отличие от сердечного ритма, находится под преимущественным влиянием симпатического отдела АНС.

3 Состояние тонуса АНС может оцениваться по данным гармонического анализа колебания размера зрачка при анализе мощности сигнала, спектральной плотности мощности и фазы колебаний.

I.Y. Zherko

**HARMONIC ANALYSIS OF PUPIL SIZE FLUCTUATIONS DURING
KLINOSTATIC AND ORTHOSTATIC SAMPLES**

*Tutors: Associate professor D.A. Aleksandrov,
Department of Normal Physiology,
Belarusian State Medical University, Minsk*

Литература

1. J. Ch. Lee Pupil size variability as an index of autonomic activity – a preliminary study / J. Ch. Lee [et al.] // Autonomic Neuroscience. –2007. – Vol. 135, № 1-2. – P. 134
2. Александров Д.А. Характер сосудистых реакций и состояние световой чувствительности зрительной системы в условиях локального температурного воздействия: дис. ...канд. мед. наук: 03.00.13 / Д.А. Александров. – Минск, 2009. – 87 л.