

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРОГРАММ ЮНОШЕЙ БАСКЕТБОЛИСТОВ 3x3

ЩИПИЦИН Константин Павлович

преподаватель

ВИКУЛОВ Евгений Андреевич

преподаватель

БУ ВО «Сургутский государственный университет»

г. Сургут, Россия

Изучены особенности хаотической динамики параметров постурального тремора (указательного пальца правой кисти руки) группы юношей баскетболистов 3x3 (в возрасте от 18 до 20 лет) пяти команд студентов-баскетболистов 3x3 до и после физической нагрузки. Установлено, что у юношей баскетболистов 3x3 происходит увеличение амплитуды тремора в условиях влияния статической нагрузки (удержании груза в 300 г. на указательном пальце правой кисти руки) во всей области спектра: на низких, средних и высоких частотах. Установлено, что любая дозированная физическая нагрузка ведет к перестройке в механизме регуляции треморограмм (ТМГ) в направлении усиления хаоса. Об этом свидетельствует изменения значений амплитудно-частотных характеристик ТМГ, которые показывают статистически достоверные различия выборок ТМГ после физической нагрузки у тренированных испытуемых.

Ключевые слова: тремор, статическая нагрузка, юноши баскетболисты 3x3.

Вопросы адаптации и приспособительных реакций человека к физическим нагрузкам вызывают научный интерес не только педагогами и тренерами по физическому воспитанию и спорту в детских образовательных учреждениях, детско-юношеских спортивных школах, но и в спорте высшего спортивного мастерства. Обусловлено это как закономерностями развития функционального состояния организма человека, так и закономерностями спортивной тренировки.

Применение различного рода нагрузок в исследованиях позволяет выявлять диапазон физиологических возможностей организма человека, его адаптационные механизмы и их регулирование. Характер изменений, связанных с малоподвижным образом жизни, изучение корреляционных взаимоотношений функциональных систем организма в спокойном состоянии и при выполнении физических упражнений у тренированных и нетренированных испытуемых представляют несомненный интерес. Такая информация может обеспечить прогноз физиологических изменений в организме человека уже во взрослом состоянии, оценить качество жизни

у тренирующегося человека.

Цель исследования: изучение особенностей хаотической динамики поведения амплитудно-частотных характеристик параметрово-нервно-мышечной системы группы юношей баскетболистов 3x3 в условиях влияния статической нагрузки.

Объекты и методы исследования. Исследование включало в себя изучение влияния статической нагрузки на параметры нервно-мышечной системы (НМС), а именно амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) треморограмм (ТМГ) у группы юношей (в возрасте от 18 до 20 лет) пяти команд в количестве 15 студентов-баскетболистов 3x3, которые имели среднюю квалификацию и первый разряд по баскетболу.

Экспериментальные данные по параметрам НМС человека были получены методом треморографии. Фиксировались произвольные микродвижения конечности – тремор прибором «Тремограф», который обеспечивает регистрацию кинематограмм (движения пальцев руки в заданном режиме) [2].

Регистрация сигналов смещения конечности $x_1 = x_1(t)$ и их обработка (получение про-

изводной от x_1 , т. е. $x_2=v(t)=dx_1/dt$ – координата скорости перемещения пальца) осуществлялась с помощью программных продуктов на базе электронно-вычислительной машины с использованием быстрого преобразования Фурье и Wavelett анализа (*Morpet*). Регистрируемые с помощью аналого-цифрового преобразователя ТМГ записывались в виде файла. Общее время регистрации j -й выборки $T=5$ сек., количество точек в раскрытом файле $z=500$ [3].

Показатели тремора регистрировались по **15 раз без нагрузки**: сидя в комфортном положении испытуемым закреплялась металлическая пластинка на указательный палец кисти правой верхней конечности, которую необходимо было удерживать в статическом положении над токовихревым датчиком на расстоянии 1-2 мм и столько же *в условиях статических нагрузок*. Перед испытуемыми стояла задача удержать палец в пределах заданной области, осознанно контролируя его неподвижность, при этом надо было удерживать груз в 300 г (подвешенный на указательный палец кисти) в течение 5 секунд.

Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft EXCEL*. Статистическая обработка данных происходила при помощи программы «*Statistica 10*».

Результаты исследования. С помощью программы «*Charts 3*» в результате обработ-

ки 5-ти секундной временной развертки сигнала тремора (анализ спектра периодических биомеханических показателей человека) были зафиксированы значения амплитуд от 0 до 50 Гц, через каждые 0,2 Гц, т. е. получено 250 значений амплитуд в ус.ед. Затем было выполнено усреднение амплитуд параметров тремора на каждой частоте и далее по их значениям были построены АЧХ для каждого испытуемого.

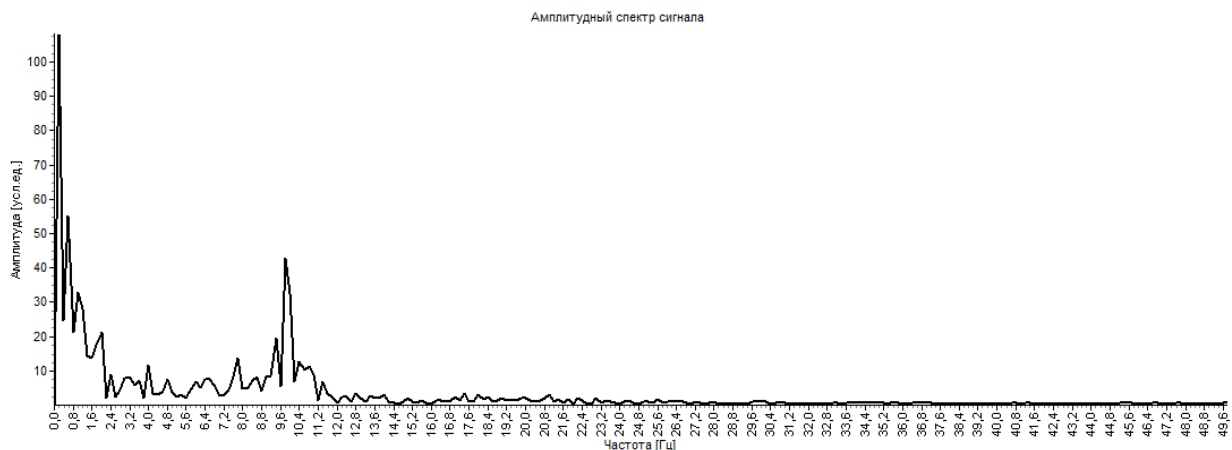
Была отмечена различная динамика параметров ТМГ как в поведении значений амплитуд во времени (рисунок 1 а), так и АЧХ (рисунок 1 б) для каждого тренированного испытуемого. Установлено, что у юношей баскетболистов 3х3 происходит увеличение амплитуды тремора в условиях влияния статической нагрузки во всей области спектра: на низких, средних и высоких частотах (рисунок 2).

В результате выполненных исследований выявлен ряд особенностей в произвольных движениях кисти, выраженных для каждого испытуемого:

1. Установлены максимумы АЧХ вблизи 0,2-1,4 Гц.
2. Зарегистрированы выраженные гармоники низкочастотных компонент в области 0,5-2 Гц.
3. Отмечены четкие максимумы в области от 8 до 12 Гц, что характерно при регистрации нормального постурального (физиологического) тремора здоровых людей (Чернов, Труханов).



а)



б)

Рисунок 1. Динамика параметров ТМГ тренированного испытуемого П.И.Н. в спокойном состоянии: а) амплитуды микродвижений пальцев кисти испытуемого во времени; б) амплитудно-частотных характеристик микродвижений пальцев кисти испытуемого

Здесь: по оси y – амплитуда (у.е.); по оси x – а) – время (сек.), б) – частота (Гц)

Далее для каждого испытуемого по средним значениям амплитуд параметров ТМГ были построены АЧХ в спокойном состоянии и в условиях воздействия статической нагрузки. В качестве примера представляем рисунок 2 – АЧХ параметров ТМГ испытуе-

мого П.И.Н. без нагрузки и в условиях влияния статической нагрузки для 15-ти серий измерений. Для анализа АЧХ был выбран диапазон до 20 Гц, т.к. параметры тремора наиболее информативны в данном диапазоне (В.М. Еськов, Е.В. Майстренко).

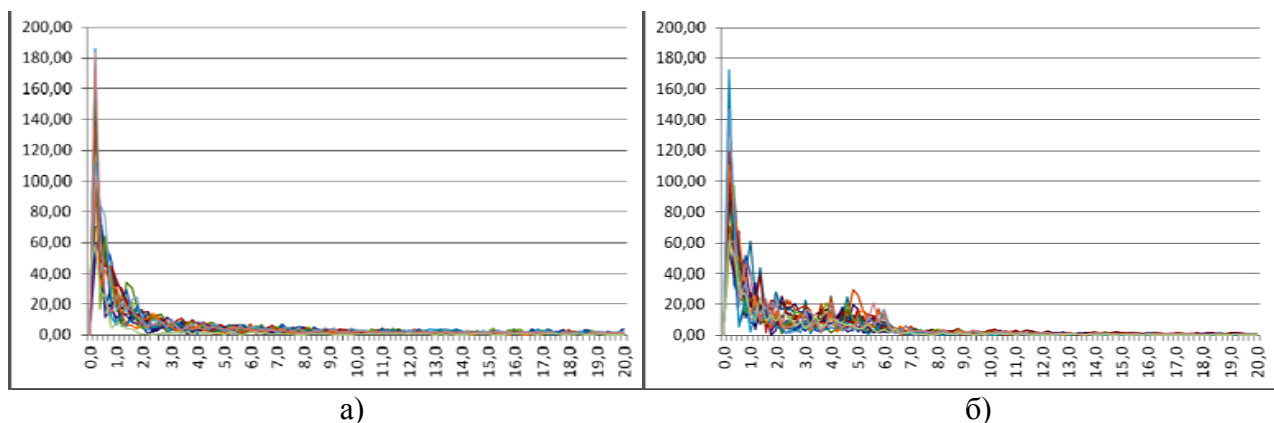


Рисунок 2. Динамика средних значений АЧХ параметров ТМГ тренированного испытуемого П.И.Н. при 15 сериях повторов экспериментов: а) без нагрузки, б) в условиях влияния статической нагрузки - удержание груза 300 г.

Здесь: по оси y – амплитуда в условных единицах (у.е.); по оси x – частота в герцах (Гц)

Анализ рисунка 1 показал, что амплитуда горизонтальных перемещений пальца у тренированного испытуемого П.И.Н. в спокойном состоянии и в условиях влияния статической

нагрузки имеет максимальный выброс в области низких частот (до 6 Гц). В спокойном состоянии зарегистрированные выраженные гармоники низкочастотных компонент состав-

ляют 185 у.е., что на 13 у.е. выше, чем при удержании груза в 300 г. (172 у.е.). Увеличение значений амплитуд после нагрузки наблюдается во всей области спектра и подобная динамика поведения АЧХ параметров ТМГ в условиях статической нагрузки наблюдается у всей группы баскетболистов.

Основываясь на статистической обработке данных АЧХ тремора группы испытуемых в спокойном состоянии (без нагрузки) с помощью критерия Шапиро-Уилка (проверка типа распределения данных), необходимо отметить, что от 0 до 2,2 Гц наблюдается преобладание параметрического типа распределения ($p > 0,05$). Начиная с 2,4 Гц и далее на более высоких частотах начинает преобладать непара-

метрическое распределение значений ($p < 0,05$). Похожая тенденция отмечается и в условиях статической нагрузки, при которой также наблюдается преобладание параметрического распределения на частотах от 0 до 6,2 Гц ($p > 0,05$) и непараметрического распределения значений с 6,4 Гц ($p < 0,05$).

Для выявления различий в АЧХ параметров ТМГ группы испытуемых *без* и в условиях воздействия статической нагрузки использовался критерий Вилкоксона (методы непараметрической статистики) [5]. В качестве примера представляем результаты сравнения АЧХ параметров ТМГ 1 из 15 серий повторов эксперимента у испытуемого П.И.Н. (таблица 1).

Таблица 1

**УРОВНИ ЗНАЧИМОСТИ ДЛЯ ПОПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ МЕДИАН АЧХ
ПАРАМЕТРОВ ТМГ ИСПЫТУЕМОГО П.И.Н. БЕЗ И В УСЛОВИЯХ
ВОЗДЕЙСТВИЯ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ С ПОМОЩЬЮ
НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ВИЛКОКСОНА (Wilcoxon Signed Ranks Test)**

Попарные сравнения медиан АЧХ треморограмм	N	T	Z	p-уров.
до-после статической нагрузки	250	60301	8,42	0,00

**Примечание:* T – сумма положительных и отрицательных рангов; Наименьшая из двух сумм (независимо от знака) используется для расчета величины Z, по которой рассчитывается уровень значимости критерия; p – достигнутый уровень значимости при попарном сравнении с помощью критерия Вилкоксона (критический уровень значимости принят равным $p < 0,05$).

Анализ таблицы 1 показал, что для параметров АЧХ тремора (у тренированного испытуемого П.И.Н.) статистически значимыми были различия при сравнении медиан *до* и *после* статической нагрузки, т.к. значения критерия Вилкоксона составляют: $T=60301$, $Z=8,42$ и $p=0,00$. Подобные результаты, с использованием критерия Вилкоксона, были получены у всех 15-ти испытуемых при сравнении АЧХ параметров ТМГ *до-после* статической нагрузки в каждой из серий экспериментов.

Амплитудно-частотные характеристики тремора демонстрируют хаотическую динамику поведения параметров нервно-мышечной системы человека, как в спокойном состоянии, так и в условиях влияния физической нагрузки. У юношей баскетболи-

стов 3х3 в условиях влияния статической нагрузки наблюдается увеличение амплитуды тремора во всей области спектра: на низких, средних и высоких частотах. Физическая нагрузка значимо влияет на АЧХ параметров ТМГ, о чем свидетельствуют статистически достоверные различия при сравнении АЧХ *до* и *после* нагрузки. Полученные результаты, могут являться важной характеристикой адаптационных закономерностей поведения хаотической динамики ТМГ у лиц с хорошей физической подготовкой, при этом речь идет о мужском населении Югры. Тренеру (педагогу) нужно правильно регулировать физические нагрузки в процессе физического воспитания и спорта и не допускать условий для срыва адаптационных процессов в организме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адайкин В.И., Берестин К.Н., Глузук А.А., Лазарев В.В., Полухин В.В., Русак С.Н., Филатова О.Е. Стохастические и хаотические подходы в оценке влияния метеофакторов на заболеваемость населения на примере ХМАО-Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15, № 2 – С. 7-9.
2. Еськов В.М., Брагинский М.Я., Козлова В.В. Биомеханическая система для изучения микродвижений конечностей человека: хаотические и стохастические подходы в оценке физиологического тремора // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. XVIII, № 4. – С. 44-48.
3. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Веракса А.Н. Биофизические проблемы в организации движений с позиций теории хаоса – самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 182-188.
4. Зилов В.Г., Еськов В.В., Фудин Н.А. Экспериментальное обоснование иерархической организации хаоса в нервно-мышечной физиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26. – № 1. – С. 133-136.
5. Филатов М.А., Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова-Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 1. – С. 24-32.
6. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. – 2017. – Vol. 4. – P. 57-65.

ANALYSIS OF DYNAMICS OF AMPLITUDE-FREQUENCY CHARACTERISTICS OF PARAMETERS OF TREMOGRAMS OF YOUNG BASKETBALLERS 3x3

SCHIPITSIN Konstantin Pavlovich

teacher

VIKULOV Evgeny Andreevich

teacher

Surgut State University

Surgut, Russia

The peculiarities of the chaotic dynamics of the parameters of postural tremor (index finger of the right hand) of a group of 3x3 youth basketball players (aged 18 to 20 years) of five teams of 3x3 basketball students before and after physical activity were studied. It was established that among 3x3 youth basketball players there is an increase in tremor amplitude under the influence of static load (holding the load in 300 g on the index finger of the right hand) in the entire spectrum: at low, medium and high frequencies. It was established that any dosed physical load leads to a restructuring in the mechanism of tremorogram regulation (TMG) in the direction of increasing chaos. This is evidenced by changes in the amplitude-frequency characteristics of TMG, which show statistically significant differences in the samples of TMG after exercise in trained subjects.

Key words: tremor, static load, boys 3x3 basketball players.