

ИННОВАЦИИ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИГРЫ – ПИТЕРБАСКЕТ

Д.м.н., профессор Несмеянов А.А. (г. Санкт-Петербург)

Спорт высших достижений – является естественной моделью психоэмоционального и физиологического стресса, который по определению Г. Селье (1960), является реакцией организма на любое предъявленное ему требование.

Игровые виды спорта, в частности, *питербаскет* – имеют особенности, характеризующиеся активацией практически всех функциональных систем организма: нервно-мышечной, вестибулярной, сердечнососудистой, дыхательной и др. Значимо участие зрительного анализатора, обеспечивающего прицеливание при бросках мяча, а также стереоскопическое зрение, способствующее ориентации в пространстве. Особое значение в тренировочном и соревновательном процессе имеет состояние опорно-двигательного аппарата, локомоторики.

Отдельные функциональные звенья опорно-двигательной системы имеют различные по величине характерные времена (частоты) быстроедействия и релаксации. Наибольшие частоты в спектре импульсных последовательностей в нервных волокнах составляют сотни или единицы тысяч герц, что соответствует периодам 0,001–0,01 секунды. Длительность развития напряжения в мышечном волокне составляет 0,01–0,3 секунды, что соответствует частотам единиц и десятков герц. Период действия мотонейронного пула равен приблизительно 0,1 секунды.

Исследование произвольных и не произвольных движений человека основывается на *кинематических* (перемещение, скорость, ускорение) и *динамических* показателях (сила, момент силы). Это объясняет сложность конструирования интегративных приборов, обеспечивающих измерения на основе единых физических принципов.

При оценке локомоторных функций используются различные виды датчиков (*индукционные, пьезо-, токовихревые*). Так, для регистрации движений в лучезапястном суставе использовался *трансформаторный датчик* перемещений, устройства в виде «*тензометрического угломера*». Точность показаний индуктивных или *пьезоэлектрических датчиков* зависит от частоты регистрируемых процессов, а использование *тензодатчиков* требует наличие усилителя с высоким коэффициентом усиления. Эти недостатки устранены в приборах на основе *фотопреобразователя* или оптического датчика.

Для регистрации движений используют широкополосные *пьезоакселерометрические датчики*, имеющие ряд преимуществ:

- они размещаются непосредственно на теле и не ограничивают двигательной активности пациента;
- обладают более высокой устойчивостью измерений к внешним помехам, чем *вибропреобразователи*, использующие лабораторную систему координат;
- являются одним из простейших, надежных и доступных средств измерения вибраций.

Разработаны конструкции *пьезоакселерометра* с чувствительным к изгибу преобразовательным элементом (рис. 1), выполненный в виде диска, опирающегося по краям на корпус *акселерометра*. Толщина *биморфного пьезоэлемента* и металлической подложки подобрана так, что слой склейки не испытывает тангенциального напряжения при изгибе пластины.

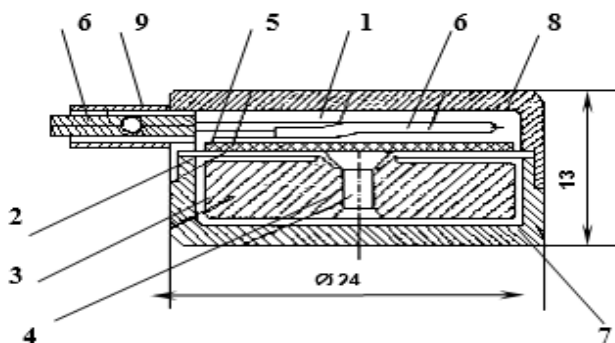


Рис. 1. Конструкция акселерометра ПАМТ-1: 1 – пьезопластина (ЦТС-19); 2 – металлическая подложка; 3 – груз; 4 – заклепка; 5 – контактная пластина; 6 – antivибрационный кабель; 7 – корпус; 8 – крышка; 9 – втулка

Пьезоакселерометрические датчики имеют ряд недостатков, поэтому были разработаны бесконтактные системы регистрации тремора на основе *токовихревых датчиков движения*. Разработан бесконтактный способ регистрации произвольных и произвольных движений конечностей человека – на основе *биоизмерительного комплекса (БИК)*, в котором использованы токовихревые датчики. БИК состоит из блока датчиков, блока преобразователей, *аналого-цифрового преобразователя (АЦП)*. Блок АЦП служит для сопряжения БИК с ЭВМ. В качестве измерительного устройства применяются датчики токовихревого типа. Собственно датчик представляет собой индукционную катушку в специальном корпусе, что представлено на рис. 2.

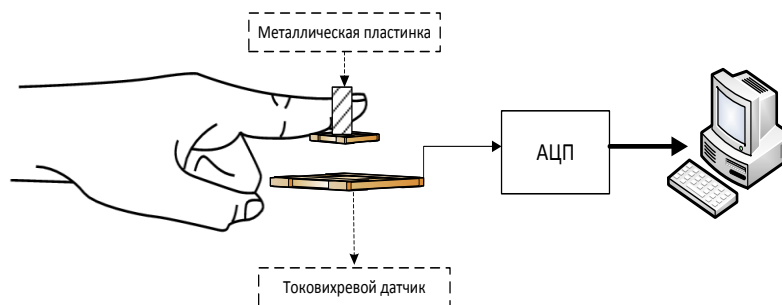


Рис. 2. Схема биоизмерительного комплекса регистрации тремора и теппинга

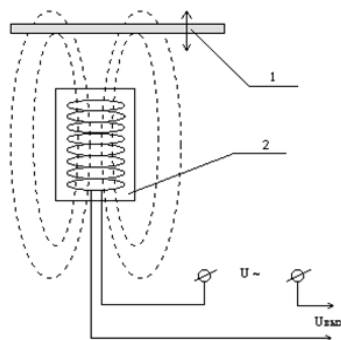


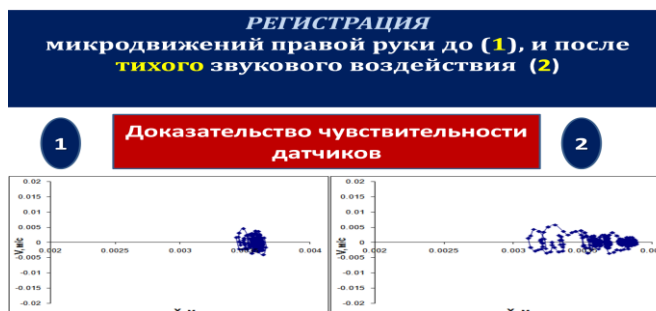
Рис. 3. Принцип работы токовихревого датчика. 1 – ферромагнитная пластина, 2 – катушка индуктивности.

В таких системах при введении (рис. 3) ферромагнитной пластины 1 в магнитное поле катушки 2 изменяется значение ее индуктивности, при этом весь магнитный поток делится на части: поток, прошедший через ферромагнитную пластину и поток, не прошедший через неё.

Чем ближе пластина подводится к катушке, тем большее количество линий магнитной индукции замыкается через нее, что и вызывает изменение индуктивности катушки.

Достоинствами *датчиков токовихревого типа* являются:

- бесконтактный способ измерения микроперемещений;
- высокая точность измерения;
- простота конструкции;
- небольшие массогабаритные показатели (вся масса < 100 гр., а пластины – менее 1 г. при размерах ~ 30x30x20 мм и менее);
- дешевизна (как следствие простоты конструкции).



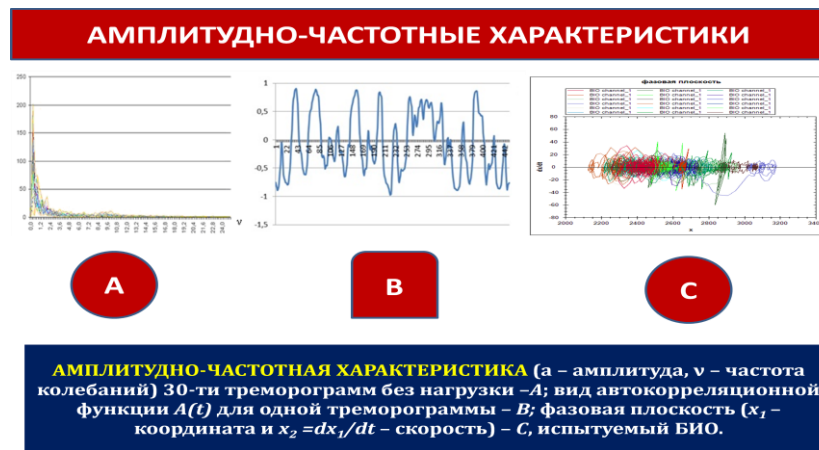


Рис. 5. Амплитудно-частотные характеристики произвольных и произвольных движений

На рис. 5-А представлен характерный пример амплитудно-частотных характеристик произвольного движения (*тремора*). Очевидно, что этот процесс не хаотический. График демонстрирует непрерывные изменения функции в пределах от -1 до +1. Если на любом отрезке измерения τ_i мы будем получать некоторые функции распределения $f(x)$, то эти функции распределения для разных отрезков времени измерения $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ будут разными. Мы получим набор разных функций распределения $f_1(x), f_2(x) \dots f_n(x)$ для набора выборок, соответствующих разным интервалам измерения τ_i , даже если эти интервалы измерять подряд, и они будут получены у одного испытуемого. Произвольное движение (*теппинг*) можно изучать как каждый отдельный акт (разовое движение можно совершать один раз в один час, например), акты ударов сердца (кардиоинтервалы) можно тоже по одному в час регистрировать долго. Однако, и непрерывная регистрация (подряд) и дискретная (выборочная) даст у одного человека или у разных людей одинаковый результат.

Невозможно использовать обычные статистические (*стохастические*) методы в оценке дискретных и непрерывных величин (характеристик) параметров сложных биосистем из-за непрерывного и хаотического изменения любых *стохастических* и *хаотических* характеристик.

Наблюдаются внутренние перестройки в нервно-мышечной системе одного человека даже при произвольном движении (*треморе*), как и при произвольных движениях (*теппинге*). Это говорит о частичном увеличении синхронизма за счет афферентации и привлечения мыслительной деятельности, а также о начале сдвига от *хаотического* режима к упорядоченности.

Повторные исследования предложенным способом 134 спортсменов игровых видов спорта, как разрядников (49 человек), так и новичков (85 человек) показало существенную разницу показателей, которая не достигается при обработке данных обычными статистическими (*стохастическими*) способами. Обработка информации инструментами, разработанными в *рамках теории хаоса самоорганизации систем*, в частности – изучением квазиаттракторов и расстояний между их центрами, – позволила установить начальные изменения достаточно рано и проследить их в течение длительного времени. Разработаны диагностические критерии, дающие возможность спортивному врачу совместно с тренером дозировать физические нагрузки.

Использование разработанных технологий контроля состояния нервно-мышечного аппарата спортсмена позволяет обеспечить не только разовые исследования, но и мониторинг кинематики конечностей до и после тренировки, до и после соревнований. Высокая чувствительность методов позволит выявить симптомы утомления, мышечной усталости – на ранних стадиях их развития.

Начаты исследования по разработке тренажеров для нервно-мышечной системы человека, а также использование уже разработанного и подтвержденного дипломом об открытии *индекса физического состояния*, что позволит научно обосновать тренировочный процесс при занятиях *пиртбаскетом*.