

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПОСТУРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

УДК: 612.769

Н.В. Шишкин, Л.Е. Амирова, А.А. Савеко, Е.С. Томиловская

СТОХАСТИЧЕСКАЯ ВЕСТИБУЛЯРНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ КАК МЕТОД СТАБИЛИЗАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЙКИ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В УСЛОВИЯХ БЕЗОПОРНОСТИ

*ГНЦ РФ-ИМБП РАН, лаборатория гравитационной физиологии сенсомоторной системы,
Москва, Россия*

Резюме. Стохастическая стимуляция вестибулярного аппарата слабым электрическим током улучшает параметры позной устойчивости. Особенно выражено этот эффект проявляется после иммерсионного воздействия, создающего условия безопорности.

Ключевые слова: сухая иммерсия, стабиллография, вестибулярная билатеральная стохастическая стимуляция.

Введение.

Метод «сухой иммерсии» [1, с. 126] наиболее корректно воспроизводит условия безопорности, в которых находятся космонавты в ходе космического полёта. Будучи полностью погруженным в жидкую среду, тело испытателя подвергается равномерному воздействию выталкивающей силы, что воспринимается центральной нервной системой как отсутствие опоры.

В последние годы широко изучается вопрос о влиянии подпороговой электрической вестибулярной стимуляции на позную устойчивость, в частности, обсуждается её стимулирующее влияние на вестибулярный аппарат, что особенно важно при дефиците соматосенсорной информации вследствие различных воздействий [2, с.297]. Простота данного метода открывает возможности применения его для стабилизации вертикальной стойки космонавтов после космических полетов. Целью нашего исследования явилось изучение влияния вестибулярной билатеральной стохастической стимуляции на характеристики позной устойчивости в нормальных условиях и после 5-суточного пребывания в условиях опорной разгрузки.

Методика.

В исследовании приняло участие 6 добровольцев-мужчин, средний возраст которых составил $34,9 \pm 4,3$ лет, средний вес $72,1 \pm 7,5$ кг, средний рост $176,6 \pm 1,9$ см. Исследование проводилось до 5-суточного иммерсионного погружения, после его окончания и на вторые сутки периода восстановления. На правый и левый сосцевидные отростки височной кости испытуемых крепили электроды стимулятора «Опора» (ГУАП, Санкт-Петербург) Интенсивность стимуляции составляла 0,2мА, частота от 2 до 30 Гц. Испытуемые вставали на пластину вспененного полиуретана (50см×50см×20см), под которой находилась стабиллоплатформа (Стабилан-01-2) и стояли в европейской стойке (носки разведены, пятки не соприкасаются) с закрытыми

глазами. Проводилось 2 сессии по 40 секунд, одна из которых была стимуляционной и выбиралась случайным образом.

При анализе статокинезиограммы оценивали колебания амплитуды центра давления (ЦД) во фронтальной и сагиттальной плоскостях, скорость изменения статокинезиограммы, которая определялась отношением длины пути ЦД за время исследования к общему времени исследования, и площадь статокинезиограммы.

Для записи данных использовалась программа StabMed. При обработке данных применяли двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA), с последующим тестом Бонферони.

Результаты исследования.

После иммерсионного воздействия вертикальная устойчивость у всех испытуемых была снижена. Амплитуда колебаний ЦД в сагиттальной плоскости после завершения «сухой» иммерсии превышала фоновые значения на 25%. Однако в тесте со стохастической стимуляцией вестибулярного аппарата амплитуда колебаний ЦД в сагиттальной плоскости не отличалась от фоновых значений. На вторые сутки периода восстановления после «сухой иммерсии» (СИ) в обеих сессиях её значения восстанавливались до фоновых величин. Изменения амплитуд колебаний во фронтальной плоскости выявляли аналогичные, но менее выраженные, чем в сагиттальной плоскости, тенденции.

Площадь статокинезиограммы увеличивалась после иммерсии на 24%. Однако в сессии со стохастической стимуляцией площадь снижалась до значений, сопоставимых с фоновыми. На вторые сутки периода восстановления значения площади статокинезиограммы в обеих сессиях возвращались к исходным значениям.

Скорость изменения статокинезиограммы сразу же после завершения СИ увеличивалась в среднем на 54%. Вестибулярная стохастическая стимуляция стабилизировала вертикальную стойку и по этому показателю, приводя скорость изменения статокинезиограммы к фоновым значениям. На вторые сутки периода восстановления эта тенденция сохранялась - скорость изменения статокинезиограммы со стимуляцией была ниже на 8%, чем без неё.

Выводы.

Результаты исследования позволяют заключить, что билатеральная стохастическая вестибулярная стимуляция улучшает вертикальную устойчивость, при этом наиболее выраженный эффект стабилизации был обнаружен после иммерсии. Стоит отметить, что стимуляция не только снижала амплитуду колебания тела при выполнении сложной позной задачи (стойка с закрытыми глазами на неустойчивой опоре), но и делала группу по показателям устойчивости более однородной.

Список литературы.

1. Шульженко Е. Б., Виль-Вильямс И. Ф. Имитация детренированности организма методом сухого погружения / X чтения К. Э. Циолковского, секц. пробл. косм. мед. биол., 1975. – С. 39-47
2. Wardman D. L. Position and velocity responses to galvanic vestibular stimulation in human subjects during standing, Prince of Wales Medical Research

Abstract.

N.V. Shishkin, L.D. Amirova, A.A. Saveko, E.S. Tomilovskaya
**STOCHASTIC VESTIBULAR STIMULATION AS A METHOD OF VERTICAL POSTURE STABILIZATION
AFTER PROLONGED EXPOSURE TO THE CONDITIONS OF SUPPORTLESSNESS**

IBMP RAS, laboratory of gravitational physiology of sensory-motor system (O-), Moscow, Russia

Electrical current stochastic stimulation of vestibular apparatus improves characteristics of postural stability. This effect is mostly manifested after the dry immersion impact, that creates the conditions of supportlessness.

Keywords: dry immersion, posturography, vestibular bilateral stochastic stimulation

УДК: 612.8

О.В. Кубряк
**СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ
ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ ЧЕЛОВЕКА**

ФГБУН "НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина", Москва, Россия

Резюме. Исследование свойств функциональной системы регуляции стабильности и управляемости вертикальной позы человека может проводиться путём оценки эмерджентных свойств этой системы и внешнего результата, с помощью включения в систему искусственной обратной связи в стандартизированной задаче (в целенаправленном поведении).

Ключевые слова: теория систем, функциональная система, вертикальная поза, поведение, биоуправление, стабилметрия.

Актуальность. За последние десять лет в России ~10 000 пациентов или испытуемых участвовали в проанализированных нами диссертационных наблюдениях, где использовалась стабилметрия [2]. Не все исследуемые процессы и достигаемые результаты можно удовлетворительно объяснить с помощью распространенных «механических» концепций [1] регуляции позы — например, нет одинаково принимаемого разными специалистами объяснения «полезности» биологической обратной связи, реализуемой по опорным реакциям вертикализованного человека (на стабиллоплатформе), в клинике. В этом контексте, разработка адекватных теоретических обоснований, учитывающих системные представления, является актуальной научной, и, если иметь в виду соответствующее усовершенствование инструментария, методологии, то и важной народно-хозяйственной задачей.

Материал и методы исследования. Проведено 3 531 аппаратных измерений состояний человека (на стабиллоплатформе, включая процедуры с биоуправлением) с участием 181 добровольца и 108 пациентов, где применялось сертифицированное оборудование и адекватные методы анализа [4]. Соблюдались современные этические принципы.

Результаты. Оптимизация системы управления вертикальной позой достигается быстрее при добавлении искусственной обратной связи и постановке задачи использования нового информационного канала в целенаправленном поведении. Получены Патенты РФ на изобретения, предлагающие практическое использование данного положения в медицине (RU 2573554 и RU 2489129). Созданы