

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 стабилплатформе), 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 стабилплатформе, 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

Обсуждение. Изучение системных свойств, не сводимых к свойствам отдельных блоков системы, полагаем, является ключевым моментом для развития концепции. Возможная иллюстрация — взяв за основу схему функциональной системы по П.К. Анохину, дополним её условным отображением искусственной обратной связи в обусловленной инструкцией задаче и обозначим возможные принципы работы модифицированной таким образом системы [4]. Обозначения в классическом варианте: E — конечный полезный эффект функциональной системы; E1 и E2 — отклонения конечного полезного эффекта системы под влиянием различных воздействий; R — рецептор функциональной системы, точно приспособленный к свойствам полезного эффекта. При явном предъявлении инструкции здесь цель регуляции стабильности и управляемости вертикальной позы сближается с целью выполнения инструкции, поскольку результат выполнения инструкции также сближен с конечным полезным эффектом функциональной системы (целенаправленной регуляцией позы), а сама система дополнена искусственным «рецептором», точно (конструктивно) приспособленным к свойствам полезного эффекта — достижению инструкции. Например, при включении биологической обратной связи по опорной реакции (визуальный канал), достижение конкретного результата целенаправленного поведения обуславливало специфическое изменение управления позой добровольцев, при котором влияния ограничения зрения (или процедуры) не были статистически значимы, в отличие от ситуаций рассматривания «мишени» без организации обратной связи. То есть, искусственный «рецептор», как показывает эксперимент, может при выполнении должных методических условий, доминировать. Соответственно, можно полагать, что «искусственная» часть схемы тоже доминирует, позволяя, таким образом, точно зная заданные исследователем свойства дополненных элементов, исследовать свойства системы, не сводимые к характеристикам её отдельных частей. Иными словами, экспериментальные данные указывают на роль внутреннего представления тела в управлении движением. По мнению Ю.С. Левика, «..исследование системы внутреннего представления является одним из магистральных путей развития современной нейробиологии» [3]. Аналогично вышеописанному, влияние искусственной обратной связи может быть проиллюстрировано, например, с помощью классического «кольца» по Н.А. Бернштейну.

Выводы. Прогресс в исследованиях организации вертикальной позы человека, а также других моделей, может быть связан с более широким применением системных подходов, созданием и использованием искусственных обратных связей.

Список литературы.

1. Кручинин П. А. Механические модели в стабилometрии / П. А. Кручинин // Российский журнал биомеханики. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 184–193.
2. Кубряк О. В. Анализ научной области на примере обзора диссертационных работ / О. В. Кубряк, И. В. Кривошей // Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. – 2016. – № 6. – С. 52–68. – (doi:10. 14515/monitoring. 2016. 6. 04)
3. Левик Ю. С. Система внутреннего представления в управлении движениями и организации сенсомоторного взаимодействия: автореф. дис. . . д-ра биол. наук: 13. 00. 13 / Левик Юрий Сергеевич. – М.,

2006. – 46 с.

4. Kubryak O. System mechanisms of regulation of human vertical posture stability and controllability. [Электронный ресурс], 2017 – URL: https://www.researchgate.net/profile/Oleg_Kubryak (дата обращения: 13.05.2017. — (doi: 10.13140/RG.2.2.25543.70569)

Abstract.

O.V. Kubryak

SYSTEM ASPECTS OF THE STUDY OF THE ORGANIZATION OF THE VERTICAL POSTURE

Research Institute of Normal Physiology named after PK Anokhin

Study of the properties of the system of regulation of vertical stability and controllability of human vertical posture can be carried out by assessment of emergent* properties of the system and the result of purposeful behavior within a standardized problem while the inclusion of artificial feedback

Keywords: systems theory, functional system, vertical posture, behavior, biofeedback, stabilometry

УДК: 612.8

Ю.С. Левик, Г.В. Кожина, А.К. Попов, Б.Н. Сметанин

**ВИЗУАЛЬНО-МОТОРНАЯ АДАПТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ
ЗРИТЕЛЬНОГО ОКРУЖЕНИЯ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ**

ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия

Резюме. Исследовали адаптивные изменения колебаний тела при стоянии в нестабильной виртуальной зрительной среде. Дестабилизация достигалась путем введения синфазной связи между колебаниями тела в переднезаднем и боковом направлениях и зрительной сценой. Вначале в условиях дестабилизации колебания в обеих плоскостях возрастали на 50-70%, однако по мере повторения проб, они существенно уменьшались. Эффекты адаптации проявлялись в изменениях как амплитудных, так и частотных характеристик колебаний.

Ключевые слова: вертикальная поза, зрение, виртуальная зрительная среда, зрительно-моторная адаптация.

Известно, что человек адаптируется к измененным условиям зрительно-моторного взаимодействия[4, 6]. При этом ЦНС использует внутреннее представление о теле и его динамике, об ожидаемом сенсорном притоке и внешних условиях[2 -4]. Чтобы выяснить, насколько быстро может происходить адаптация постуральных механизмов при переходе от стояния в привычных зрительных условиях к стоянию при сенсорном конфликте, мы сравнили стояние с открытыми глазами при неподвижном зрительном окружении (НЗО) и при введении синфазной связи (СС) между колебаниями тела и зрительной сценой.

Методика.

Обследовано 14 практически здоровых людей – восемь мужчин (52.2 ± 6.6 года) и шесть женщин (48.0 ± 5.2 года). Они стояли на стабилोगрафе, регистрировавшем положение центра давления (ЦД). Перед ними был экран, на котором два проектора формировали стереоизображение. Очки с поляризационными фильтрами обеспечивали 3-D восприятие виртуальной зрительной среды (ВЗС). Виртуальная картина включала два плана. Передний (окно комнаты с прилегающими стенами) был подвижным из-за синфазной связи (СС) с колебаниями тела, а задний - неподвижным. Испытуемых просили смотреть на задний план.