

Пространственная модель глазодвигательного аппарата и его связь с вестибулярным аппаратом

Научный руководитель – Кручинина Анна Павловна

Миняйло Яна Юрьевна

Студент (магистр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет космических исследований, Москва, Россия

E-mail: minyailo_yana@mail.ru

Исследование посвящено оценке вклада в управление глазодвигательным аппаратом (ГДА), идущего от вестибулярного аппарата (ВА). Построение математической модели взаимодействия двух биологических систем позволяет в упрощенной форме описать процесс и характер их взаимодействия для дальнейшего изучения. В случае вестибулярной и глазодвигательной систем подход математического моделирования особенно важен, так как их изучение на живых объектах затруднено расположением и хрупкостью этих органов. Изучение ВА, ГДА и их взаимодействия важная задача для развития пилотируемой космонавтики, поскольку в перечисленных ситуациях человек оказывается в условиях, к которым наш организм не приспособлен, что имеет доказанное влияние на движение глаз.

Впервые зависимость между глазодвигательными мышцами и полукружными каналами (ПК) была установлена и сформулирована в виде трех законов Эвальдом в конце 19 века [2]. В середине 20 века дополненные аналогичные результаты получил Сентаготаи в экспериментах на млекопитающих [3]. Он показал, что в ответ на раздражение одного ПК сокращается одна определённая мышца на каждом глазу, остальные мышцы не активируются вовсе. До сих пор остаётся открытым вопрос о связи между отолитовыми органами ВА и ГДМ, так как ответ на него до сих пор не найден. В данной работе представлена попытка оценить вклад по управлению приходящего от всего ВА на ГДМ, затем разделить его на две компоненты, соответствующие отолитам и ПК.

Для построения математической модели был проведён эксперимент в ФГБУ «НИИ центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» на центрифуге ЦФ-18. При вращении регистрировались движения глаз человека и инерциальная информация о движении головы. По полученным данным о положении глаза был восстановлен суммарный момент сил, приложенный к главному яблоку [1]. Он представляется в виде линейной композиции моментов сил мышц, реализующих данное движение. Такое разложение удалось найти, предположив наличие второй главной компоненты управления, формируемой на основании информации от отолитовых органов. Вклад от отолитов был принят пропорциональным модулю проекции ускорения свободного падения, зависящего от угла поворота кабины центрифуги.

По результатам работы сделан вывод, что связь вестибулярной информации с моментами сил глазодвигательных мышц в первом приближении может быть описана линейной моделью с постоянными коэффициентами. Имеются основания полагать, что влияние изменяющихся линейных ускорений значимо для формирования управления ГДА.

Источники и литература

- 1) Кручинина А.П., Якушев А.Г. Математическая модель оптимального саккадического движения глаза, реализуемого парой мышц // Биофизика. -2018. -Т 63., №2. -с.334-341.

- 2) Ewald J.R. - Physiologische Untersuchungen Ueber Das Endorgan Des Nervus Octavus.
// Verlag von J.F. Bergmann, Wiesbaden, 1892.
- 3) Szentagothai J. - Das Rolle Der Einzelnen Labyrinthrezeptoren Bei Der Orientation Von Augen Un Kopf Im Raume. // Academiai Kiado, Budapest, 1952