

Перед началом экономического эксперимента проводится замер состояния участников в режиме спокойного бодрствования – сидя в креслах, 30 с с открытыми глазами и 30 с с закрытыми глазами. Далее – собственно активная фаза: эксперимент, как правило, состоит из повторяющихся игр, или торговых периодов (10 – 20 повторений). Стабилографические кресла не ограничивают функциональности участников эксперимента, не влияя на их поведение и двигательную активность. Длительность активной фазы – от 10 до 30 – 40 мин. После активной фазы проводится повторный замер спокойного бодрствования. Студенты, участвующие в экспериментах на регулярной основе в рамках годового курса экспериментальной экономики, проходят обследование на стабилоплатформе.



Рис. 3. Платформа



Рис. 4. Идет эксперимент

Стабилографический кабинет функционирует в МФТИ с декабря 2006 г. (стабилоплатформа использовалась с декабря 2005 г.). За это время было проведено более 20 экспериментов с использованием стабилографических кресел, накоплен большой объем данных. Некоторые результаты приведены в докладе И.С. Меньшикова, О.Р. Меньшиковой «Лабораторный анализ процесса принятия экономических решений на основе комплекса стабилографических кресел», представленном на данной конференции.

УДК 612.821.6

Л.А. Черникова, М.Е. Иоффе

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПРОИЗВОЛЬНОМУ КОНТРОЛЮ ПОЗЫ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Как известно супраспинальный контроль позы у животных и человека осуществляется экстрапирамидными структурами, в первую очередь, базальными ганглиями (Martin 1967), мозжечком (Fulton 1949), и, возможно, ретикулоспинальной системой (Shumilina 1949; Pavlacek 1987; Deliagina et al. 2002), тогда как пирамидная система связана с организацией тонких специализированных движений конечностей (Lawtence and Kuypers 1968, Lemon et al. 2002). В то же время, существует довольно много данных об участии моторной коры и пирамидной системы в контроле позы (Massion 1979; Ioffe et al. 1988, 2002). Специфика каждой из систем в регуляции позы, в частности, вертикальной позы человека, требует дальнейшего исследования.

С другой стороны, в последнее время активно обсуждается различная роль супраспинальных структур в разных видах обучения. Согласно популярной гипотезе, мозжечок формирует внутреннюю модель среды, движения и его результата и функционирует по сигналу ошибки (supervised learning), базальные ганглии связаны с оценкой подкрепления и принятием решения в процессе «обучения по подкреплению» (reinforcement learning),

тогда как кора связана с ассоциативным обучением на основе хеббовской пластичности (unsupervised learning) (Doya 1999). С помощью функционального мозгового картирования показано также, что при неосознанном (имплицитном) и при сознательном (эксплицитном) обучении у человека активируются разные комплексы мозговых структур. Сравнительное исследование роли этих структур при обучении позным задачам ранее не проводилось. В связи с этим целью настоящей работы было исследование нарушений обучения произвольному контролю позы при поражениях кортикоспинальной, нигростриарной систем и мозжечка у человека.

В исследовании принимали участие 33 больных болезнью Паркинсона (13 мужчин и 20 женщин) в стадии 1–3 по шкале Hoehn & Yahr, средний возраст которых ($M \pm SD$) равнялся $57,6 \pm 11,4$ лет, 20 больных с гемипарезами (16 мужчин и 4 женщины) вследствие нарушения кровообращения в бассейне средней мозговой артерии (средний возраст $50,2 \pm 13,2$ года, средняя давность заболевания $14,5 \pm 16,9$ месяцев). У всех больных с гемипарезами очаги локализовались в области моторной коры и подлежащего белого вещества. В левом полушарии очаг поражения локализовался у 8, в правом – у 12 больных. Кроме того, в исследовании участвовали 37 больных с различными формами спиноцеребеллярных дегенераций (15 мужчин и 22 женщины), в возрасте от 16 до 73 лет (средний возраст 42 ± 14 года). Средняя степень выраженности атаксии по шкале Pourcher, Barbeau составила $18,9 \pm 6,1$ баллов (при максимально возможном значении 45 баллов). Контрольную группу составляли 13 здоровых испытуемых (4 мужчины и 9 женщин), не имеющих поврежденный опорно-двигательного аппарата, в возрасте от 30 до 74 лет (средний возраст 47 ± 15 лет).

Все исследуемые обучались произвольному перемещению центра давлений (ЦД) с помощью компьютерного стабилоанализатора «Стабилан-01» со зрительной обратной связью (ЗАО ОКБ «Ритм», г. Таганрог), с радиусом поля регистрации координат ЦД 150 мм и допустимым отклонением в оценке координат ЦД не более 2%. Обучение происходило в процессе выполнения испытуемыми двух компьютерных стабилографических игр «Мячики» и «Кубики» (рис. 1). Принцип выполнения обеих игр был одинаковым. Испытуемый должен был, стоя на стабилографической платформе перед монитором, посредством перемещения корпуса относительно стоп совмещать свой ЦД, демонстрируемый ему на экране в виде курсора, с мишенью и перемещать мишень в определенный участок экрана. Радиус поля координат на экране, в котором разворачивался игровой сюжет, соответствовал ± 64 мм реального смещения ЦД на платформе. Две компьютерные игры отличались по форме их выполнения. Так, в игре «Мячики» мишень возникала в случайной последовательности в различных частях экрана и далее должна была быть доставлена в одну из трех, расположенных в ряд и также случайно обозначаемых усилением яркости, корзинок. Диаметр корзины соответствовал 43–44 мм реального смещения ЦД. В игре «Кубики» мишень постоянно возникала в одном и том же месте, в верхней части экрана, и потом переносилась испытуемым вниз для выстраивания строки из кубиков. Ширина каждого «кубика» соответствовала 25–26 мм реального смещения ЦД испытуемого. За каждую правильно выполненную двигательную операцию (попадание мяча в корзину или укладывание кубика в строчку) начислялся 1 балл, после чего двигательное задание повторялось. За каждую заполненную строчку в игре «Кубики» добавлялось 5 баллов. От испытуемого требовалось набрать максимально возможное количество баллов. Каждая игра длилась две минуты. Исследование повторялось ежедневно в течение 10 дней. Рассчитывались средние для каждой группы результаты обеих игр за день и их динамика в течение 10 дней.

Обработка полученных данных производилась с помощью пакета статистических программ Statistica 6.0.

Динамика формирования навыка произвольного управления ЦД в процессе выполнения стабилографических игр у больных с гемипарезами, болезнью Паркинсона и спиноце-

реbellяными дегенерациями значительно отличаются от нормы. При этом обращает на себя внимание, что эти отличия касаются как выполнения позных задач в первый день, так и процесса тренировки. В связи с этим представлялось целесообразным отдельно проанализировать два параметра реализации произвольного позного контроля, условно обозначаемые нами как «выполнение» и «обучение». Под «выполнением» понималась успешность реализации задания (в баллах) в первый день. Этот параметр характеризует способность испытуемых произвольно управлять положением ЦД без специальной тренировки. «Обучением» считалось изменение успешности выполнения задания в процессе 10-дневной тренировки. Иными словами, речь идет о последовательном (в течение 10 дней) совершенствовании навыка произвольного управления позой. У больных выполнение стабильнографических игр в первый день исследования было достоверно снижено ($p < 0,001$) по сравнению со здоровыми испытуемыми как в игре «Мячики», так и в игре «Кубики». Однако обращает на себя внимание, что при выполнении игры «Мячики» между группами больных не было достоверных различий (one-way ANOVA: $F(2, 72) = 0,7084$, $P = 0,5$) (рис. 1), тогда как выполнение игры «Кубики» было достоверно хуже в группах больных со спиноцеребеллярными дегенерациями и болезнью Паркинсона по сравнению с больными с гемипарезами ($F(2, 65) = 6,702$, $P = 0,002$) (рис. 2).

Для оценки процесса обучения проводился регрессионный анализ и сравнивался угол наклона линий регрессии, описывающие соответствующие кривые обучения. Прежде всего, следует отметить, что обучение произвольному управлению позой во всех трех группах больных и у здоровых лиц в игре «Мячики» и в игре «Кубики» было достоверным ($p < 0,001$), но темп обучения у больных был достоверно ниже, чем у здоровых лиц. Кроме того, ход обучения трех групп больных в процессе этих двух игр был различным. Как видно из рис. 1 в игре «Мячики» больные с постинсультными гемипарезами достоверно быстрее обучались общей стратегии управления позой, чем больные с паркинсонизмом и спиноцеребеллярными атаксиями. В то же время в игре «Кубики» наилучший темп обучения был у больных с болезнью Паркинсона.

Две другие группы больных (больные с постинсультными гемипарезами и больные со спиноцеребеллярными дегенерациями) демонстрировали значительно худшее обучение в этой игре. Таким образом, в игре «Мячики», хотя инициальное выполнение позной задачи (в первый день обучения) было одинаковым в трех группах больных, обучение оказалось наилучшим у больных с постинсультными гемипарезами. В то же время в игре «Кубики» инициальное выполнение было наилучшим у больных с постинсультными гемипарезами, но обучение оказалось наиболее успешным у больных с болезнью Паркинсона. У больных со спиноцеребеллярными атаксиями обучение было наихудшее в обеих играх.

Таким образом, оказалось, что обучение общей стратегии управления центром давлений и обучение точной траектории центра давлений связаны с разными структурами мозга. При поражении базальных ганглиев (болезнь Паркинсона) больные испытывают трудности в принятии решения, куда перемещать центр давления, т.е. в игре «Мячики», где заранее неизвестны место появления мячика и соответствующая корзина. Напротив, при поражении моторной коры и кортико-спинальной системы (постинсультные гемипарезы) нарушается преимущественно точная траектория смещения центра давлений (игра «Кубики»). При поражениях мозжечка страдают оба вида обучения по зрительной обратной связи, причем сильнее, чем при поражениях других мозговых систем. Это подтверждает известную точку зрения о ведущей роли мозжечка в организации обучения по сигналу ошибки. В то же время полученные данные говорят о том, что не только мозжечок, но и такие структуры, как кора и базальные ганглии участвуют в обучении по обратной связи (Ioffe M.E. и др., 2005), тогда как в упомянутой теории им приписываются совсем другие функции.

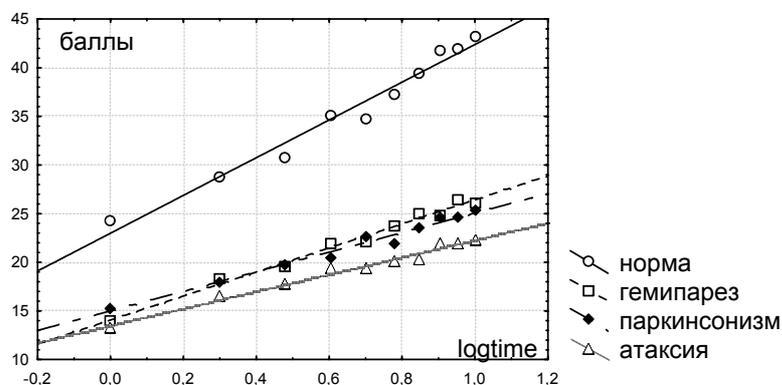


Рис. 1. Динамика обучения различных групп больных в игре «Мячики»

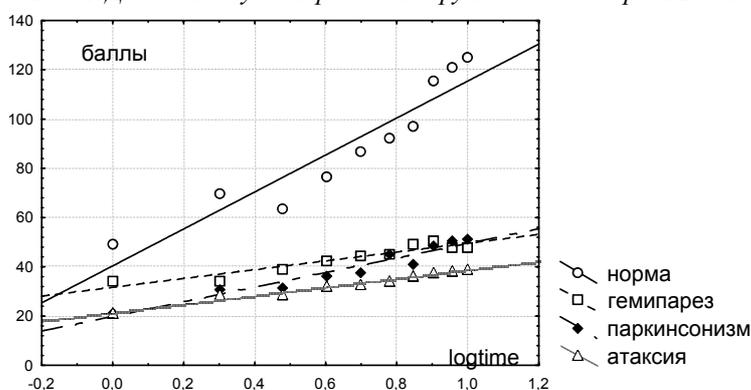


Рис. 2. Динамика обучения различных групп больных в игре «Кубики»

Таким образом, улучшение отдельных параметров контроля позы в процессе его тренировки у больных даже с прогрессирующими формами дегенеративных заболеваний возможно. Безусловно, мы не можем утверждать, что обучение, например, произвольному контролю позы существенно повлияет на восстановление позных автоматизмов в данных группах больных, но что это расширит двигательный репертуар больных и таким образом облегчит условия его жизнедеятельности, совершенно очевидно.

УДК 612.76

С.П. Догадин

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ПОЯСНИЧНЫМ ОСТЕОХОНДРОЗОМ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТАБИЛОГРАФИИ

Целью данного исследования явилось изучение устойчивости вертикальной позы и влияние на нее комплексного физиотерапевтического лечения (бальнеотерапия, электролечение, рефлексотерапия, ЛФК) у больных остеохондрозом поясничного отдела позвоночника.

Поясничный остеохондроз является довольно распространенным заболеванием, в основном, среди лиц среднего возраста. В его основе лежат дистрофические процессы в межпозвоночных дисках позвоночника с последующими костными деформациями по-