

С. В. Безкопыльная¹, В. С. Лизогуб¹, А. А. Палабийик²

¹г. Черкассы, Украина, ЧНУ имени Б. Хмельницкого

² Ardahan, Turkey, Ardahan University

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ МОЗГА ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ВЫПОЛНЕНИИ МОТОРНЫХ И КОГНИТИВНЫХ ЗАДАНИЙ

В спортивной практике предъявляются повышенные требования к точности и скорости движений, а также принятия когнитивных решений [1, 2]. Часто в спортивной и художественной гимнастике, в играх, проведение приемов борьбы и бокса, гребном и парусном спорте, а также в других видах спорта выполняются двигательные и когнитивные (техничко-тактические) задачи в неустойчивом положении для поддержания равновесия [2, 3]. Установлено, что функциональная организация мозговых процессов в условиях переработки когнитивной информации так и выполнение сложных двигательных заданий может приводить как к повышению, так и снижению спортивных результатов. Вместе с тем, психофизиологические основы интегративной функции мозга во время совместной когнитивной и моторной деятельности изучены мало [4, 5, 6]. Особенности переработки информации в неустойчивом положении тела и одновременном выполнении моторных и когнитивных заданий изучены недостаточно, а механизмы такого взаимодействия все еще остаются дискуссионными [7].

Большинство исследований переработки информации и особенностей высших психических функций посвящены зрелому возрасту в связи с их трудовой активностью. Хотя известно, что наиболее быстрые морфологические и функциональные перестройки двигательных и высших психических функций происходят в детском, подростковом и юношеском возрасте. Поэтому знание о возрастных особенностях взаимодействия моторных и когнитивных систем мозга, при выполнении сложных информационных задач, позволили бы установить закономерности развития психических и двигательных функций и использовать их в тренировочном процессе. Представляется важным для выяснения возрастных особенностей совместного выполнения моторных и когнитивных задач исследовать нейродинамические и стабиллографические характеристики у лиц различного возраста.

Цель работы – изучить возрастные особенности интегративных функций мозга при одновременном выполнении моторных и когнитивных заданий различной модальности и сложности.

У 57 здоровых детей 7–8 лет ($n = 16$) подростков 10–11 ($n = 15$), 13–14 лет ($n = 15$) и юношей 16–17 лет ($n = 11$), которые дали информационное согласие, в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации 1964 г., проведено исследование выполнения изолированных, а также двойных моторных и когнитивных заданий.

Проведено исследование успешности выполнения изолированных и совместных моторных и когнитивных заданий различной модальности. Моторное задание включало произвольный контроль за удержанием равновесия в вертикальной позе, стоя на устойчивой и неустойчивой платформе стабилографа («МПФИ стабилограф-1»). Для исследования колебаний тела на неустойчивой платформе использовали паролон 40x40 см., толщиной 10 см., который ложили на платформу стабилографа, а на него досточку, на которой наклеены метки для стопы. Исследуемый должен был стоять ровно без лишнего напряжения мышц и удерживать 1 мин. равновесие. Регистрировали изменения колебания тела и оценивали статокINETическую устойчивость по показателям коэффициента функции равновесия (KFR, %), значениями длины траектории колебания центра давления (Length, мм) и скорости перемещения центра массы (AvgSpeed, мм/с).

Выполнение когнитивного задания оценивали по показателям скорости и качества (количество ошибок) дифференцировки образных или вербальных сигналов на нейродинамическом комплексе «Диагност-1» в режиме «обратной связи» [3]. Для тестирования использовали 60-ти секундное дифференцирование сигналов в оптимальном режиме их предъявления. Порядок их следования варьировал и был случайным. Перед началом работы обследуемый получал инструкцию, в соответствии с которой он должен быстро определить форму фигуры или значение слова и нажимать на кнопки пульта обследуемого левой и правой рукой. При условии появления на экране фигуры «квадрат» или «названия животных» быстро нажимать правую кнопку, «круг» или «названия растений» – левую кнопку. Появление сигналов «треугольник» или слова названия «предметы» требовало торможения двигательных реакций. Оценку успешности выполнения когнитивного задания проводили по показателям скорости переработки 120 сигналов, количества ошибок, а также средней скорости реакции дифференцировки сигналов в мс.

Исследование успешности выполнения изолированного когнитивного задания первый раз проводили в условиях стоя на полу перед экраном компьютера. Вторым – при выполнении совместного двойного когнитивного и моторного задания стоя на устойчивой платформе и третьим раз – стоя на неустойчивой платформе стабилографа. Во время удерживания вертикальной позы стоя на стабилографе исследуемые выполняли тоже когнитивное задание, что и первый раз. Завершали экспериментальное исследование определением успешности выполнения двойных когнитивных заданий для образных и вербальных сигналов стоя на неустойчивой платформе стабилографа. Последовательность выполнения изолированных и двойных моторных и когнитивных задач для всех обследуемых была одинакова.

Статистический анализ результатов проведен с использованием статистических программ Statgraphics, Microsoft Excel.

Результаты исследований показали, что у детей, подростков и юношей постепенно повышается формирование когнитивных систем мозга и наивысшего уровня они достигают у юношей 16–17 лет. Об этом свидетельствуют результаты повышения количественных (уменьшение времени) и качественных (снижение количества ошибок) характеристик переработки образной и вербальной информации, а также повышение скорости реакции дифференцирования. Во всех возрастных группах установлены статистически значимые более высокие количественные (скорость реакции дифференцировки) и качественные (меньшее количество ошибок) результаты при переработке образной чем вербальной информации.

Установили постепенное повышение с возрастом статокINETической устойчивости и характеристик функции равновесия. Обнаружили, что способность удерживать равновесие с возрастом у детей, подростков и юношей на устойчивой, и неустойчивой платформе стабилографа постепенно возрастает, и достигает высокого уровня у юношей 16–17 лет. Об этом свидетельствуют результаты постепенного повышения KFR, % и умень-

шение Length, мм и AvgSpeed, мм/с. Во всех исследуемых возрастных группах результаты выполнения моторного задания на устойчивой платформе стабиллографа статистически выше, чем во время удержания равновесия на неустойчивой платформе. Выполнение изолированного моторного задания на неустойчивой платформе стабиллографа характеризовалось снижением показателей KFR, % и повышением Length, мм и AvgSpeed, мм/с. Возрастные особенности выполнения изолированных моторных заданий на стабиллографе характеризовались высоким моторным автоматизмом и не сопровождалось распределением зрительного внимания. Выполнение таких моторных заданий требует меньших физиологических затрат, чем на неустойчивой платформе.

В случае присоединения к моторному, на устойчивой платформе стабиллографа, когнитивных заданий различной модальности не снижали показатели равновесия. Такие результаты могут быть объяснены с позиции системно-эволюционной теории [7, 8, 9]. В соответствии с этой теорией следует считать моторную деятельность по поддержанию равновесия на платформе стабиллографа эволюционно более надежной, жизненно важной функцией. Кроме того, известно, что функция равновесия обеспечивается большим количеством корковых и подкорковых систем, которые дублируются и, таким образом, повышают ее надежность.

Наши результаты также показывают, что физиологические процессы, лежащие в основе удержания равновесия более надежны и характеризуются высоким уровнем автоматизма, резервными возможностями. Это позволяет удерживать равновесие на высоком уровне независимо от когнитивных процессов, которые сформировались эволюционно позже и являются менее стабильными функциями мозга. Результаты показали, что у большинства обследуемых при присоединении к моторным когнитивных задач, стабиллографические показатели KFR, % и Length, мм и AvgSpeed, мм/с. оставались на достаточно высоком уровне. Тогда, как в условиях присоединения к когнитивному моторного задания на неустойчивой платформе стабиллографа для детей 7–8 и подростков 10–11 лет наблюдали ухудшение количественных и качественных характеристик переработки образной и, особенно, вербальной информации. В этих условиях работы в моторных и когнитивных системах мозга имеет место интерференция [6, 10, 11]. В тоже время для подростков 13–14 и юношей 16–17 лет успешность переработки вербальной информации стоя на неустойчивой платформе стабиллографа повышалась. Скорость дифференцирования вербальных сигналов при одновременном удержании равновесия на неустойчивой платформе у подростков 13–14 и юношей 16–17 лет оказалась статистически лучшей, чем на устойчивой платформе. Имели ситуацию, когда наложение на когнитивную систему дополнительного фактора неустойчивой платформы повышало результативность переработки вербальной информации. Считаем, что в этих условиях работы имеет место интеграция моторных и когнитивных систем мозга [6].

Таким образом, результаты стабиллографических исследований и характеристик переработки информации показали, что у детей, подростков и юношей постепенно повышаются когнитивные процессы и интегративные функции с моторными системами, и наивысшего уровня достигают у подростков 13–14 и юношей 16–17 лет. Обнаружили различные варианты интеграции и интерференции во взаимодействии моторной и когнитивной системы мозга, что проявлялось в повышении и снижении количественных и качественных характеристик выполнения когнитивных заданий. Интегративные процессы мозга при условии одновременного выполнения моторных и когнитивных задач находились в зависимости от условий контроля равновесия на устойчивой и неустойчивой платформе, возраста обследуемых и модальности когнитивной информации. Доказано, что у подростков 13–14 и юношей 16–17 лет скорость переработки вербальной информации стоя на неустойчивой платформе была выше, чем на устойчивой платформе стабиллографа. У детей 7–8 и подростков 10–11 лет удержание равновесия на устойчивой и неустойчивой платформе стабиллографа на количественные и качественные характеристики переработки образной информации не оказывало существенного влияния. В случае од-

новременного выполнения когнитивного и моторного задания на неустойчивой платформе стабилографа у детей 7–8 и подростков 10–11 лет снижало количественные и качественные характеристики переработки вербальной информации.

Список использованных источников

- 1 Платонов, В. Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов / В. Н. Платонов. – Киев: Олімпійська література, 2017. – 656 с.
- 2 Natalia Chernenko Relation between typological characteristics of nervous system and high sport achieving of wrestlers / Natalia Chernenko, Vladimir Lyzohub, Georgiy Korobeinikov, Vladimir Potop, Irina Syvash, Lesia Korobeinikova, Ivanna Korobeinikova, Victoria Mishchenko, Vasil Kostuchenko // Journal of Physical Education and Sport (JPES). – Vol. 20 (3). – Art 221. – P. 1621–1627. DOI:10.7752/jpes.2020.03221
- 3 Безкопильна, С. В. Інтегративні функції мозку під час виконання когнітивних та моторних завдань. / С. В. Безкопильна, В. С. Лизогуб, А. П. Безкопильний, С. М. Хомеико // Вісник Черкаського університету. – 2020. – № 1. – С. 11–22. doi:10.31651/2076-5835-2018-1-2020-1-11-22
- 4 Охрей, А. Г. Аналіз швидкості когнітивної обробки чистих тонів за умови їх біта моноуральної подачі у музикантів і немюзикантів / А. Г. Охрей, Т. В. Куценко, М. Ю. Макаруч // ScienceRise: Biological Science, 2017. – Т. 2. – № 5. – С. 42–48.
- 5 Макаруч, М. Ю. ЕЕГ-кореляти аналізу інформації при проходженні емоційного Струп-тесту на фоні пред'явлення зображень IAPS / М. Ю. Макаруч, М. П. Бондаренко, В. І. Кравченко, О. В. Бондаренко // Вісник Черкаського університету. Серія біологічні науки. – 2016. – № 1. – С. 7–18.
- 6 Lyzohub, V. S. Age peculiarities of interaction of motor and cognitive brain systems while processing information of different modality and complexity. / V. S. Lyzohub, N. P. Chernenko, T. V. Kozhemiako, A. A. Palabiyik, S. V. Bezcopylna // Regulatory Mechanisms in Biosystems, 2019. – 10(3). – P. 288–294. doi:10.15421/021944
- 7 Анохин, П. К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса и его роль в адаптивном поведении / П. К. Анохин. – 1-е изд. Pergamon Press : Оксфорд, Великобритания – 1974. – С. 190–257.
- 8 Швирков, В. Б. Нейрофизиологические исследования субъективного опыта животных. / В. Б. Швирков, Р. Джон – Birkhauser : Boston, MA, USA. – 1990. – С. 337–350.
- 9 Александров, Ю. И. Психофизиология / Ю. И. Александров. – Санкт-Петербург : Питер, 2014. – 464 с.
- 10 Жаворонкова, Л. Особенности реактивных перестроек ЭЭГ при выполнении двойных задач здоровыми испытуемыми / Л. Жаворонкова, А. Жарикова, Е. Кушнир, А. Михалкова, С. Купцова // Физиология человека. – 2011. – № 6 – С. 1–14.
- 11 Dumas, M. Working memory and postural control: adult age differences in potential for improvement, task priority, and dual tasking / M. Dumas, M. A. Rapp, R. T. Krampe // The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences. – 2009. – Vol. 64. – P. 193–201. doi:10.1093/geronb/gbp009

К. К. Бондаренко, А. Д. Лебедь
г. Гомель, ГТУ имени Ф. Скорины

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОДАЧИ В ТЕННИСЕ

Подача является одним из важнейших элементов тенниса. Её краткосрочная эффективность заключается в придании мячу максимальной скорости, чтобы не дать возможности сопернику принять её, что позволит выиграть очко [1]. При этом, игрок должен не