

2. Duff S.J., Hampson E. A Sex Difference on a Novel Spatial Working Memory Task in Humans // *Brain and Cognition* — 2001 — Volume 47, Issue 3, December — P. 470-493
3. Repovš G., Baddeley A. The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology // *Neuroscience* – 2006 – V. 139, Issue 1, 28 April – P. 5-21.
4. Engle, R. W., Kane, M. J., and Tuholski, S. W. Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex.// In *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control*, ed. Miyake, A. and Shah – Cambridge: Cambridge University Press, 1999. – P.102-134.
5. Гланц С. Медико_біологічна статистика.— М.: Практика, 1998.— 459 с.
6. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA.— М.: Медиа Сфера, 2002.— 312 с.
7. Філімонова Н.Б., Куценко Т.В., Макаруч М.Ю. Особливості обробки зорової вербальної та невербальної інформації в оперативній пам'яті людини // *Фізика живого* – 2006 – Т.14. - № 3. – С. 75 – 86.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Одержано редакцією 12.03.2008

Прийнято до публікації 14.05.2008

УДК 612.821

С. М.Хоменко, Л. І.Юхименко, М.В.Макаренко

ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У ШКОЛЯРІВ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОЗУМОВОЇ РОБОТИ

Вивчали особливості вегетативного забезпечення розумової роботи різного ступеня складності та тривалості. Встановили, що вегетативне забезпечення залежить від складності виконуваної роботи. Чим вища складність та тривалість розумової роботи - тим виразніше дезактивація та розузгодженість процесів регуляції роботи серця.

Ключові слова: *варіабельність серцевого ритму, розумові навантаження.*

Изучали особенности вегетативного обеспечения умственной работы разной степени сложности и длительности. Установили, что вегетативное обеспечение зависит от сложности выполняемой работы. Чем выше сложность и длительность умственной работы - тем более выразительна дезактивация та разсогласованность процессов регуляции работы сердца.

Ключевые слова: *варіабельность сердечного ритма, умственные нагрузки.*

The peculiarities of the vegetative provision for the mental work of different level as to the complexity and duration were investigated. The vegetative provision was found to depend on the complexity of the performed work. The more complex and lasting the mental work is, the more expressive disactivation and in coordination of the heart work regulation processes are.

Keywords: *heart rate variability, mental loads.*

Вступ

На даний час нейрофізіологи вважають, що розумова діяльність супроводжується певним напруженням регуляторних механізмів, що знаходиться відбиток у різних вегетативних показниках [3, 6]. Відомо, що психофізіологічні реакції під час здійснення розумової діяльності містять вегетативний компонент [4, 10, 14]. Тому контроль за станом вегетативної нервової системи може скласти уяву про потенційні можливості організму. Доведено, що найбільш інформативними для проведення такої оцінки є показники серцево-судинної системи, які відбивають енергетичну вартість розумової роботи і можуть слугувати об'єктивною характеристикою її напруженості [3]. В останні роки варіаційна пульсометрія, як інтегративний індикатор функціонування серцево-судинної системи та механізмів її регуляції, отримала широке застосування у фізіологічній практиці та клінічній медицині [6]. Дослідження показників роботи серця під час виконання розумового навантаження особливо важливе для вивчення адаптаційних змін організму школярів, які тривалий час знаходяться під впливом навчальних навантажень. Недостатнє врахування цього аспекту проблеми може привести не тільки до зниження розумової працездатності, а й сприяти розвитку перевтоми та розвитку різних захворювань [1, 2].

Методика

Обстежено 90 учнів 2-3 класів, в яких визначали ефективність розумової діяльності різного ступеня складності і тривалості та особливості її вегетативного забезпечення.

Складність розумової діяльності характеризували трьома, умовно нами названими, рівнями навантаження: оптимальним, максимальним та надмірним. Для цього був застосований режим переробки зорово-моторної інформації по диференціюванню позитивних та гальмівних сигналів "нав'язаного ритму", запрограмований на приладі ПНДО-1. За методикою М.В. Макаренка визначали максимальну швидкість переробки інформації та розрахунковим шляхом (зменшуючи та збільшуючи ритм пред'явлення сигналів на 20-25% від максимального) встановлювали оптимальний та надмірний рівень розумового навантаження [8].

Ефективність виконання розумової роботи різного ступеня складності для кожного з трьох режимів окремо оцінювали за показниками якості переробки інформації (кількість помилок %) за 5 хв її виконання та деякими показниками ритму серця.

Для вивчення особливостей вегетативного забезпечення розумової діяльності різного ступеня складності використовували методику кардіоінтервалометрії та її статистичний, варіаційний і спектральний аналізи [3, 5, 7, 9]. Всі виміри R-R інтервалів ЕКГ проводили методом сканування інфрачервоного променя з мочки вуха за допомогою автоматизованої установки на ЕОМ.

Ці показники серцевого ритму реєстрували у досліджуваних перед роботою в стані відносного спокою, які використовували як фонові для співставлення з ними отриманих результатів (приросту чи зменшення) під час виконання одного з видів розумового навантаження. Експериментальний матеріал обробляли за програмою Statistica v 6.0.

Результати та їх обговорення

При виконанні учнями розумового навантаження з оптимальним темпом пред'явлення подразників характерним було підвищення рівня функціонування

серцево-судинної системи за рахунок помірної активації механізмів регуляції серцевого ритму (рис. 1).

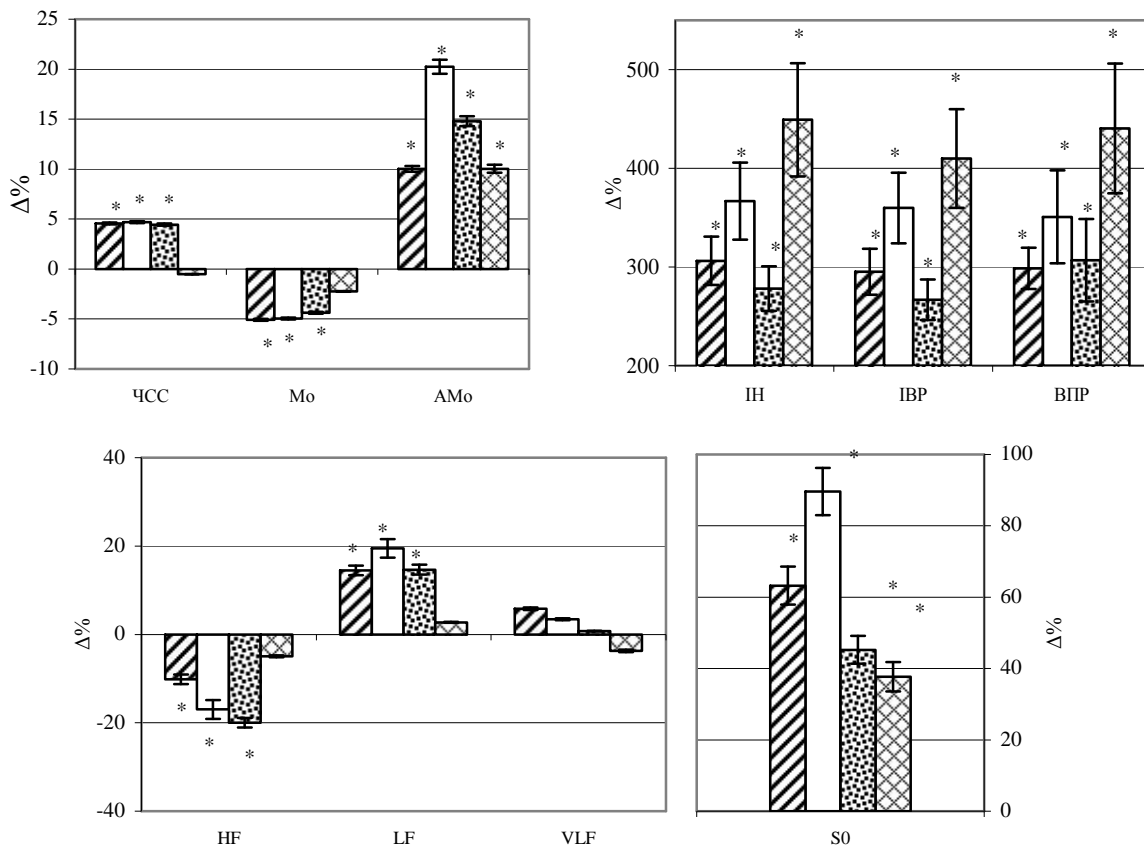


Рис. 1. Динаміка статистичних, варіаційних та спектральних показників ритму серця у дітей молодшого шкільного віку за умов виконання розумової діяльності з - оптимальним, - максимальним, - надмірним темпом подачі подразників та довготривалого навантаження ; * - достовірність різниць ($P < 0,05$) між показниками фону та під час виконання розумового навантаження.

За умов оптимального навантаження параметри варіабельності серцевого ритму АМо, ІН, ІВР, ВПР, S_0 , та LF достовірно підвищилися, а показники Мо та HF знизилися ($P < 0,05$). Це дає нам підстави вважати, що при виконанні роботи з оптимальним темпом пред'явлення подразників активізуються специфічні і неспецифічні структурно-функціональні компоненти функціональної системи.

Під час виконання роботи з максимальним темпом подачі подразників спостерігалась узгоджена мобілізація, більш виразна, ніж за умов виконання роботи з оптимальним навантаженням, що дозволяло на високому рівні підтримувати розумову діяльність. Це видно з того, що в разі збільшення темпу пред'явлення подразників до максимального навантаження відмічалось більш виражене підвищення рівня функціонування як специфічних так і неспецифічних структурно-функціональних компонентів, що забезпечують розумову діяльність. Одночасно показники ЧСС, АМо, ІН, ВПР, ІВР, S_0 , LF підвищувалися, а Мо і HF знижувалися ($P < 0,05$). Тобто, для збереження високої розумової діяльності в даному випадку більш активно залучаються неспецифічні структурно-функціональні компоненти. Це підтверджується значним підвищенням ЧСС та вираженими змінами деяких інших показників серцевого ритму, та свідчить про значний вплив симпато-адреналової системи та підкіркових центрів на процеси регуляції вегетативних функцій [2].

Коли темп роботи зростав до надмірного (швидкість пред'явлення подразників перевищувала функціональні можливості нервової системи), то намагання учнів

вольовим напруженням та значним зосередженням продовжити виконувати роботу приводило до деякого зниження участі неспецифічних структурно-функціональних компонентів, які брали участь у виконанні завдання.

При виконанні роботи з надмірним темпом пред'явлення зорових подразників, формувалася функціональна система, для якої було характерним значне зниження розумової діяльності, а також спостерігався недостатній рівень функціонування специфічних і неспецифічних структурно-функціональних компонентів, що забезпечують виконання роботи. Це привело до зниження активації механізмів регуляції серцевого ритму. Показники серцевого ритму змінювалися таким чином: підвищувалися ЧСС, АМо, ІН, ІВР, ВПР, S_0 та LF, а Мо і HF достовірно знижувалися ($P < 0,05$). Разом з тим показники VLF залишалися без змін ($P > 0,05$).

Аналогічна динаміка була виявлена і для функціональної системи розумової діяльності, яка формувалася при виконанні довготривалого інформаційного навантаження. Ми спостерігали розузгоджені зміни показників, які характеризують участь неспецифічних структурно-функціональних компонентів. Фіксувалося значне підвищення варіаційних показників серцевого ритму (ІН, ІВР, ВПР), в той час коли інші (ЧСС, Мо, HF, LF) не змінювалися. Така різноспрямована динаміка показників серцевого ритму може вказувати на існування дизрегуляції на внутрішньо- та міжсистемному рівні і, можливо, є наслідком розвитку втоми.

Хронотропні реакції протилежного знаку на розумове довготривале навантаження, ймовірно, відбивають участь різних механізмів регуляції серцевого ритму у вегетативній нервовій системі [6]. З літератури відомо, що уповільнення ЧСС обумовлене активацією парасимпатичних (вагусних) впливів, а прискорення – посиленням симпатичного контролю [5]. Така обернена реакція ЧСС на різну за тривалістю розумову діяльність і її вегетативне забезпечення, можливо, обумовлена вищим вихідним тонусом симпатичної нервової системи [10, 11, 12], що є притаманним для морфофункціонального розвитку дітей цього віку [7, 13]. Недостатня зрілість нервової системи, в тому числі і вегетативної, у дітей молодшого шкільного віку, ймовірно, призводить до швидшого виникнення функціональної неузгодженості різних рівнів регуляції, дизрегуляції ритму серця.

Оскільки втома може проявлятися у вигляді невідповідності між готовністю кори головного мозку виконувати напружену розумову діяльність та її вегетативним забезпеченням, то для оцінки ефективності розумової діяльності та функціонального стану дітей молодшого шкільного віку в якості найбільш інформативних слід використовувати показники серцевого ритму. Крім того, отримані результати свідчать про неоднакове вегетативне забезпечення розумової діяльності різного ступеня складності.

Висновки

1. Виконання розумового завдання при оптимальному навантаженні характеризувалося помірною активацією механізмів регуляції серцевого ритму.
2. Переробка зорової інформації за умов максимального навантаження супроводжувалась максимальним напруженням механізмів вегетативного забезпечення і проявлялась зниженням активації механізмів регуляції серцевого ритму.
3. Виконання роботи з довготривалим навантаженням супроводжувалось зниженням стійкості регуляторних механізмів, появою функціональної невідповідності різних рівнів регуляції, дизфункцією з вираженою брадикардією, викликаною надмірною активацією підкіркових центрів.

4. Отримані дані можуть бути корисними для оптимізації навчального процесу дітей молодшого шкільного віку

Література

1. Антропова М.В., Бородкина Г.В., Кузнецова Л.М. и др. Умственная работоспособность и состояние здоровья младших школьников, обучающихся по различным педагогических системам. // Физиология человека. - 1998. – Т. 24, № 5. - С. 80-84.
2. Ахутина Т.В., Пылаева Н.М. Нейропсихологический подход к коррекции трудностей обучения // Нейропсихология сегодня. - М.: Изд-во МГУ, - 1996. С. 160-169.
3. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. - М.: Наука, 1984. - 222 с.
4. Григорьев А.И., Федоров Б.М. Стрессы в условиях нормального образа жизни // Физиология человека. - 1996. - Т. 22, №2. - С. 10-19.
5. Жемайтите Д.И., Каукенас Й. Кусас В. и др. Система автоматизированного анализа ритмограмм // Анализ сердечного ритма. — Вильнюс: Мокслас. - 1982. — С. 5-22
6. Ильин В.Н. Особенности адаптации организма человека к гипербарии в зависимости от типа вегетативного гомеостаза: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - Киев, 1999. - 33 с.
7. Карпенко А.В. Использование статистических характеристик сердечного ритма для оценки умственной работоспособности // Физиология человека. - 1986. - Т. 12, №3. - С. 426-432.
8. Макаренко Н.В. Теоретические основы и методики профессионального психофизиологического отбора военных специалистов // НИИ проблем военной медицины Украинской военно-медицинской академии. – К., 1996. - 336 с.
9. Нидекер И.Г., Федоров Б.М. Проблема математического анализа сердечного ритма // Физиология человека, - 1993. - 19., №3, С. 80-87.
10. Федоров Б.М. Стресс и система кровообращения. М.: Медицина, 1991. – 319 с.
11. Groome L.J., Bentz L.S., Mooney D.M. et al. Farly heart rate response of normal human term fetuses to vibroacoustic stimulation // Am. J. Perinatol. - 1994, V. 11. №4. - P. 273-285.
12. Groome L.J., Mooney D.M., Holland S.B. et al. The Heart rate deceleratory response in low-risk human fetuses: effect of stimulus intensity on response topography // Dev. Psychobiol. - 1997. V.30. №2. - P. 103-111.
13. Schwartz PJ, Pagani M, Lombardi Fet al. A cardio-cardiac sympatho-vagal reflex in the cat. // Circ Res 1973; №32. - P.215-220.
14. Somsen R.I., Van der Molen M.W., Boomsma D.I. et al. Phasic Cardiac responses in reaction tame and mental arithmetic tasks: the dominant influence of mental task performance on heart-rate in adolescents // Psychophysiology of cardiovascular control. New York. - 1985. - P. 181-187.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією 17.03.2008

Прийнято до публікації 14.05.2008