

**Н.А. Кочурина, М.А. Медведев, И.Ю. Земляков**

## **АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТУДЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ**

ГОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет МЗ РФ, Томск

Изучали изменение активности вегетативной регуляции сердечной деятельности, психофизиологических показателей и эффективность обучения у студентов медицинского университета, использующих в обучении электронный учебник по нормальной физиологии. Выявлена специфика вегетативного обеспечения учебного процесса с поддержкой компьютерного обучения у студентов в зависимости от исходного типа вегетативной регуляции.

**Ключевые слова:** вариабельность сердечного ритма, электронный учебник, студенты

Обучающие компьютерные программы используют в образовании уже более 40 лет, но наиболее широко — с конца 1980-х годов, с появлением персональных ЭВМ с графическим интерфейсом. Растущий интерес к ним обусловлен многими факторами, в том числе постоянно расширяющимися мультимедийными возможностями компьютера — введением графики, анимации, цифровых звуковых и видеосюжетов, что, по мнению многих авторов, существенно улучшает усвоение материала.

В связи с возрастающим вниманием к компьютерным программам в качестве «индивидуальных репетиторов» при самоподготовке и использованием их в дистанционном образовании возникает необходимость в изучении физиологической «стоимости» такого обучения и его педагогической эффективности.

Исследованию физиологических эффектов взаимодействия пользователя с персональным компьютером посвящено большое количество отечественных и зарубежных работ [12, 13, 14]. В последнее время наряду с изучением влияния на функциональное состояние организма технических характеристик дисплеев, организации рабочего места и структуры рабочего времени пристальное внимание уделяется также роду выполняемых на компьютере работ и физиологическим эффектам, к которым эта работа приводит [9, 10]. Особой формой умственной деятельности, которая сопровождается восприятием и переработкой большого количества информации, является учебная деятельность. Заметное влияние на функциональное состояние обучаемого при работе с электронным учебником, помимо вы-

шеперечисленных факторов, может оказывать значительный объем информационной нагрузки: сведения по предметной области, характер программного интерфейса, структура учебника, наличие мультимедийных элементов и т.д. Среди многочисленных научных публикаций, посвященных исследованию эффективности использования электронных средств обучения [5, 11], лишь немногие затрагивают проблемы функционального состояния обучаемых с использованием компьютерных учебников [5].

Одним из самых информативных и легко регистрируемых физиологических показателей системной деятельности организма является сердечный ритм. Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) методом вариационной пульсометрии [1] позволяет регистрировать сдвиги нейрогуморального равновесия, оценивать степень участия симпатических и парасимпатических нервных и гуморальных звеньев в регуляции ритма сердечных сокращений, степень централизации его управления.

Задачей нашего исследования явилось изучение изменений параметров вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы у студентов, работающих с электронным учебником по нормальной физиологии. Также оценивали субъективное состояние испытуемых и эффективность использования обучающей программы по результатам тестирования в предметной области.

### **Методика**

Было обследовано 57 студентов-медиков второго года обучения врачебных факультетов, посещающих занятия на кафедре нормальной физиологии.

Исследования выполнены на здоровых испытуемых, давших информированное согласие на участие в исследовании. Студенты были случайным образом распределены в одну из двух групп: с применением компьютерного обучения и использованием электронного учебника по курсу нормальной физиологии (группа 1, группа испытуемых) и в группу, где использовали только традиционные методы преподавания (группа 2, контрольная). В первую группу вошло 29 человек, во вторую — 28 человек. Студенты группы 1 согласно плану занятия в течение одного академического часа самостоятельно работали с соответствующим разделом электронного учебника по нормальной физиологии. Студенты группы 2 занимались по стандартной программе с традиционными методическими материалами. В обеих группах перед началом указанного временного интервала и по истечении его проводили регистрацию изучаемых параметров. Все методики применяли в одной и той же последовательности, исследование проводили в первой половине дня.

Электронный учебник по курсу нормальной физиологии был создан на кафедре нормальной физиологии СибГМУ. Он включает три раздела из учебной программы: физиология системы крови, физиология дыхания, физиология кровообращения. Каждый раздел содержит несколько занятий, рассчитанных на один академический час самостоятельной работы студента. Учебник реализован как Web-приложение и содержит графику, таблицы и элементы компьютерной анимации, которые облегчают восприятие новой информации. Структура учебника построена таким образом, что позволяет последовательно пройти весь изучаемый материал. Использование гипертекста дает возможность получения развернутых пояснений терминов, выходящих за рамки рассматриваемого вопроса. Учебник обладает графическим интуитивнопонятным интерфейсом, поэтому работа с ним не требует дополнительной подготовки.

Для регистрации кардиоинтервалограмм использовали автоматизированный комплекс «ЭКГ-триггер-МКА-02» (ТОО «Метекс», г. Томск). Регистрировали три кардиоритмограммы: первая — на 10-й минуте клиностаза, вторая — на 10-й минуте ортостаза, третья — на 4-й минуте клиностаза. Математический анализ ритма проводили методом вариационной пульсометрии [1]. Из динамического ряда RR-интервалов программно рассчитывали следующие характеристики: моду ( $M_0$ ), амплитуду моды ( $AM_0$ ) и вариационный размах ( $dX$ ). Далее вычисляли ряд вторичных показателей: индекс напряжения регуляторных систем (ИН), индекс вегетативного равновесия

(ИВР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР), вегетативный показатель ритма (ВПР). Производили измерение артериального давления по методу Короткова. Для оценки субъективного состояния испытуемых использовали тест САН: самочувствие (С), активность (А), настроение (Н). Уровень тревожности определяли по шкале Спилбергера [7].

Контроль эффективности компьютерного обучения осуществляли тестированием по материалу каждого занятия. Тестовые задания, разработанные на кафедре нормальной физиологии, содержали по 20 вопросов с несколькими вариантами ответов, из которых нужно было выбрать только один правильный ответ.

При обработке данных использовали непараметрические методы: Т-критерий Уилкоксона — для проверки однородности парных выборок и U-критерий Манна-Уитни для независимых выборок [3]. Обработка данных проводили в пакете статистических программ Statistica 6.0.

### **Результаты**

При систематизации результатов кардиоинтервалометрии каждая из групп студентов была разбита на три подгруппы в зависимости от значений показателя ИН. К первой подгруппе были отнесены студенты с показателем ИН до 30 единиц (ваготонический тип), ко второму — с ИН от 31 до 120 единиц (нормотонический тип) и к третьему — свыше 121 единицы (симпатикотонический и сверхсимпатикотонический типы) [6]. Таким образом, группу нормотоников составили 22 человека, группу ваготоников — 27 человек и только 7 человек по исходному индексу напряжения можно было отнести к симпатико- и сверхсимпатикотоникам. Рассматривая каждую из этих групп по отдельности, мы исходили из посылки, что изменения биологических показателей могут иметь различную направленность в зависимости от исходной величины показателей [2]. В ходе дальнейшего анализа результатов оказалось, что этот подход себя оправдал.

Обнаруженные изменения variability сердечного ритма касались фонового и восстановительного клиностаза и носили однотипный характер.

Математический анализ полученных в ходе исследования данных выявил, что по сравнению с контрольной группой нормотоников у испытуемых из группы с исходно нормотоническим типом наблюдали изменения показателей ритма сердца: увеличение значений  $M_0$  и уменьшение значений  $AM_0$ , ИН и ПАПР.

В *таблице 1* приведены значения медиан этих показателей, что дает некоторое наглядное представление об изменении изучаемых параметров.

Таблица 1

**Значения медиан, верхних и нижних квартилей для показателей вариационной пульсометрии  
в группе с нормотоническим индексом напряжения (фоновый клиностаз)**

Группа	Мода (Мо)	Амплитуда моды (АМо)	Индекс напряжения регуляторных систем (ИН)	Показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР)
Группа контроля до исследования	0,84 (0,8; 0,9)	20 (18; 21)	63 (53; 70)	22,68 (21,11; 25,25)
Группа контроля после исследования	0,85 (0,82; 0,96)	21,5 (18; 25)	58 (40; 91)	23,29 (18,75; 30,95)
Группа испытуемых до исследования	0,87 (0,83; 0,92)	19,5 (17; 21)	49,5 (40; 77)	23,04 (18,47; 25)
Группа испытуемых после исследования	0,96 (0,9; 1,1)	16 (15; 18)*	32 (20; 49)**	16,67 (15,45; 18,75)**

Примечание: достоверность различий по сравнению с контрольной группой: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ .

В силу небольшого объема выборки использовали непараметрические методы оценивания, проверку на нормальность не проводили.

Наряду с отмеченными изменениями, в фоновом клиностазе имеется тенденция к увеличению dX у нормотоников в группе 1 по сравнению с контролем. В восстановительном клиностазе dX в контрольной группе и группе испытуемых различаются на уровне  $p < 0,01$  (значения медиан, верхних и нижних квартилей 0,2 (0,18; 0,23) и 0,28 (0,23; 0,42) соответственно). Наблюдаемые сдвиги свидетельствуют о снижении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (уменьшение АМо и ИН). Снижение тонуса симпатического отдела сопровождается уменьшением активности гуморального звена регуляции (Мо), а также незначительным увеличением активности парасимпатического отдела (dX). Появление подобных изменений можно связывать с постепенным развитием умственного утомления [1, 4] в результате работы с компьютерным учебником, которая сопровождается необходимостью усвоения значительного объема новой, представленной в разнообразной форме информации. Сопоставление уровней артериального давления у студентов с нормотоническим типом ИН в группе 1 и в группе 2 не обнаружило достоверных изменений. По результатам теста САН выявлено уменьшение медианы показателя С ( $p < 0,01$ ), эти изменения характерны и для группы контроля (снижение с 5,55 (5,3; 5,8) до 4,85 (4,1; 5,6)) и для группы, занимавшейся с компьютерным учебником: 5,4 (4,9; 5,6) и 4,7 (4,2; 5,5). Снижение самочувствия может быть также обусловлено нарастанием утомления. Отличия в общем балле теста САН не являются значимыми.

Несколько иначе выглядят результаты математического анализа вариабельности сердечного ритма в группе с ваготоническим типом ИН. Сравнение группы 1 и группы 2 выявляет достоверные отличия только между Мо на уровне значимости  $p < 0,05$ . В группе 1 происходит увеличение Мо

с 0,89 (0,85; 0,96) до 1,08 (0,94; 1,12, прирост на 21,3%). Таким образом, можно говорить только о снижении активности гуморального звена регуляции. Сравнение уровней систолического и диастолического давления у ваготоников не выявило различий в группе испытуемых и в контрольной группе. Тестирование с помощью теста САН показывает, что тенденция к уменьшению среднего значения показателя С сохраняется: в контрольной группе медиана этого показателя в начале и в конце временного интервала составляет 5,6 (5,2; 6,2) и 5,45 (5,0; 5,8); в группе испытуемых: 5,35 (4,45; 6,1) и 4,8 (4,15; 5,75), но отличия недостоверны.

Поскольку количество студентов с симпатикотоническим и сверхсимпатикотоническим типом ИН оказалось незначительным, они были исключены из дальнейшего анализа.

Психологическое тестирование с использованием теста-опросника Спилбергера не выявило различий в уровнях реактивной тревожности в группе испытуемых и в контрольной группе. Поскольку эти результаты не различаются по группам с ваготоническим и нормотоническим типом ИН, приведем здесь только изменения общегрупповых медиан с верхними и нижними квартилями. В контроле: изменение с 23 (18;30) до 22,5 (18,5; 26,5); в группе испытуемых: с 25 (22; 30) до 23 (21; 27).

Еще одной задачей исследования стало изучение эффективности применения компьютерного учебника в процессе обучения. Непосредственно перед началом занятия по новой теме у студентов проводили входящее тестирование имеющихся по данной теме знаний. В конце занятия проводили выходящее тестирование. Результат тестирования оценивали по количеству правильных ответов на вопросы. По итогам выходящего контроля знаний не обнаружено достоверных различий между студентами, занимавшимися с традиционными методическими пособиями, и студентами, использовавшими электронный учебник. Количество правильных ответов в обеих группах варьировало от 60 до 85%.

## Заключение

Описанные изменения, возникающие после работы с электронным учебником, могут быть следствием развивающегося утомления. В типичной динамике работоспособности имеются последовательные фазы [3], каждой из которых соответствуют определенные изменения числовых характеристик сердечного ритма. Так, ИН четко отражает все периоды изменения работоспособности. Достигая наибольшей величины в период вработывания, ИН начинает постепенно уменьшаться, переходя от оптимальной работоспособности к периоду компенсации. В фазе неустойчивой компенсации снижается тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы, что проявляется в уменьшении АМо и ИН. Такое изменение численных показателей сердечного ритма, как правило, предшествует объективному снижению работоспособности и ощущению субъективного дискомфорта [1, 8]. Косвенным свидетельством в пользу развития процессов утомления может служить также самооценка субъективного состояния, сопровождающаяся снижением показателя самочувствия (С). Между тем изменение показателей у студентов с нормотоническим ИН гораздо более выражено, чем у ваготоников.

Таким образом, работа с компьютерным учебником даже в течение часового промежутка может приводить к изменению процессов вегетативной регуляции, причем неодинаково выраженных в группах студентов с различным исходным вегетативным тонусом. С большей интенсивностью эти процессы протекают в группе студентов с нормотоническим ИН.

## Adaptive capabilities of students, using computer-based learning means

N.A. Kochurina, M.A. Medvedev, I.Yu. Zemlyakov

Changes of vegetative regulation of heart activity, psychophysiological indices and efficiency of studying in students of a medical university, using a computer-based textbook on normal physiology were investigated. Some peculiarities were discovered in vegetative supply of a studying process with usage of computer-based learning means in students depending on original type of vegetative regulation.

## Литература

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. — М., 1979. — 154 с.

2. Влияние и учет периодических изменений в нехронобиологических исследованиях / Д.В. Загулова, В.Н. Васильев, М.А. Медведев и др. // Бюлл. СО РАМН. — 2003. — № 1. — С. 29-32.

3. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. — М., 1998. — 459 с.

4. Загрядский В.П. Методы исследования в физиологии труда / В.П. Загрядский, З.К. Сулимо-Самуйлло. — Л., 1976. — 93 с.

5. Кучма В.Р. Педагогические и гигиенические вопросы использования автоматизированных обучающих систем на базе ПЭВМ / В.Р. Кучма, В.Н. Кардашенко, Н.Д. Бобрищева-Пушкина // Гигиена и санитария. — 1995. — № 2. — С. 23-24.

6. Ноздрачев А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. — 2001. — Т. 27. — № 6. — С. 95-101.

7. Психологические тесты / Под ред. А.А. Карелина. — В 2 т. — М., 1999. — Т.1. — 312 с.

8. Фатхутдинова Л.М. Физиологическое обоснование допустимой продолжительности работы за видеотерминалом / Л.М. Фатхутдинова, Н.Х. Амиров // Медицина труда и промышленная экология. — 1994. — № 11. — С. 20-23.

9. Шемяков А.В. Динамика функционального состояния оператора при различном качестве дисплейных видеокадров / А.В. Шемяков, Е.Г. Хасхачих // Физиология человека. — 1994. — Т. 20. — № 4. — С. 76-82.

10. Conway E.T. Psychological mood state, psychosocial aspect of work and musculoskeletal discomfort in intensive video display terminal (VDT) work / E.T. Conway // Int. J. Human — Computer Interaction. — 1999. — Vol. 11. — № 2. — P. 95-107.

11. Evaluation of a computer based package on electrocardiography / P. Devitt, S. Worthley, E. Palmer, D. Cehic // Aust. N. Z. J. Med. — 1998. — Vol. 28. — № 4. — P. 432-435.

12. Seghers J. Posture, muscle activity and muscle fatigue in prolonged VDT work at different screen height settings / J. Seghers, A. Jochem, A. Spaepen // Ergonomics. — 2003. — Vol. 46. — № 7. — P. 714-730.

13. Travers P.H. Office workers and video display terminals: physical, psychological and ergonomic factors / P.H. Travers, B.A. Stanton // AAOHN J. — 2002. — Vol. 50. — № 11. — P. 489-493.

14. Luminance of the surround and visual fatigue of VDT operators / A. Wolska, M. Switula // Int. J. Occup. Saf. Ergon. — 1999. — Vol. 5. — № 4. — P. 553-581.