

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ НЕЙРОДИНАМИКИ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Колесников А. О.¹, Кувшинов Д. Ю.¹, Барбараш Н. А.¹, Каган Е. С.²

ГБОУ ВПО КемГМА Минздрава России, Кемерово, Россия (650029, Кемерово, ул. Ворошилова, 22-а) e-mail: 8923511122@mail.ru

ФГБОУ ВПО КемГУ, Кемерово, Россия (650043, Кемерово, ул. Красная, 6) e-mail: kaganes@mail.ru

При обследовании лиц юношеского возраста – студентов медицинской академии – оценены различными методиками параметры нейродинамики – простой и сложной психомоторной реакции, работоспособность головного мозга, реакция на движущийся объект, уровень функциональной подвижности нервных процессов. Рассчитаны интегральные показатели скорости психомоторных реакций, работоспособности головного мозга и функциональной подвижности нервных процессов. Интегральные показатели рассчитывались как среднее евклидово расстояние всех его составляющих до «эталонного» испытуемого. В качестве «эталонного» был взят испытуемый, имеющий наилучшие результаты по каждой из методик. Представленные в статье методологические подходы открывают новые перспективы в области анализа психофизиологических параметров и в дальнейшем могут явиться основой для создания автоматизированных программ вычисления интегральных показателей физиологических функций.

Ключевые слова: нейродинамика, комплексная оценка, юношеский возраст.

COMPLEX ASSESSMENT PARAMETERS NEURODYNAMICS AT PERSONS OF YOUTHFUL AGE

Kolesnikov A. O.¹, Kuvshinov D. Y.¹, Barbarash N. A.¹, Kagan E. S.²

GBOU VPO KemGMA of Russia Minzdrav, Kemerovo, Russia (650029, Kemerovo, Voroshilov's street, 22-a)

FGBOU VPO KemGU, Kemerovo, Russia (650043, Kemerovo, Krasnaya street, 6)

At inspection of persons of youthful age – students of medical academy - neurodynamics parameters – simple and difficult psychomotor reaction, operability of a brain, reaction to moving object, level of functional mobility of nervous processes were estimated by various techniques. Integrated indicators of speed of psychomotor reactions, operability of a brain and functional mobility of nervous processes were calculated. Integrated indicators paid off as the weighed Euclidean distance of all its components to the "reference" examinee. As the "reference" examinee the examinee having the best results of each of techniques was taken. The methodological approaches presented in article open new prospects in the field of the analysis of psychophysiological parameters and further can be a basis for creation of the automated programs of calculation of integrated indicators of physiological functions.

Key words: neurodynamics, complex assessment, youthful age.

Понятие «корковая нейродинамика» в научную практику ввел выдающийся русский физиолог И. П. Павлов, этим термином он обозначил совокупность физиологических процессов высшей нервной деятельности человека, протекающих в коре головного мозга. При патологических состояниях наблюдаются и изменения показателей нейродинамики. Так, у мужчин с артериальной гипертензией более высока функциональная подвижность нервных процессов, параметры сложной сенсомоторной деятельности по сравнению с женщинами. Показано [8], что для женского мозга характерна более высокая плотность нейронов в зонах височной коры, связанной с переработкой и пониманием речевой информации.

По данным простой и сложной зрительно-моторной реакции, когнитивные нарушения при артериальной гипертензии наблюдаются не только у пожилых больных, но и у лиц молодого и среднего возрастов на ранних стадиях заболевания [5]. Изменения латентного

времени психомоторных реакций можно расценивать как начальные проявления нарушений нейродинамических процессов. Показано, что с течением болезни могут ухудшаться память и внимание, растет тревожность, снижается психическая работоспособность [7]. Длительность заболевания имеет значимую роль – параметры ПЗМР достоверно были хуже у пациентов с длительностью анамнеза гипертонии свыше 5 лет. У мужчин, страдающих АГ более 5 лет, время экспозиции и средняя экспозиция были достоверно больше по отношению как к нормотониками, так и к пациентам с гипертонической болезнью длительностью до 5 лет [2].

Однако данных, касающихся здоровых лиц юношеского возраста, в литературе недостаточно.

Материалы и методы исследования

Обследовано 170 практически здоровых студентов медицинской академии 1 и 2 курсов (58 юношей и 112 девушек) 17–21-летнего возраста. Исследования выполнены в условиях лаборатории с 8.00 до 12.00 при информированном письменном согласии студентов. Критерием исключения из исследования являлся низкий балл (3 и менее), полученный испытуемым при экспресс-оценке уровня здоровья по Г. Л. Апанасенко [1].

Оценку параметров нейродинамики проводили с помощью автоматизированной программы «Статус ПФ» [4]. Определяли время (латентный период) простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) правой руки на 30 следующих друг за другом световых раздражителей (цвета, геометрические фигуры); латентный период сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР) – по действию правой и левой рук при появлении светового раздражителя в условиях выбора одного или двух из трех предъявляемых сигналов. Время простой сенсомоторной реакции рассматривают в качестве критерия возбудимости центральной нервной системы, адекватного показателя ее функционального состояния. Латентное время сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР) также используется в качестве показателя функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС). Удлинение среднего латентного периода такой реакции, увеличение разброса его значений, количества срывов дифференцировочных реакций при повторных обследованиях говорят об ухудшении функционального состояния ЦНС [3]. Исследовали также реакцию на движущийся объект (РДО). Момент начала движения объекта задавался программно. При остановке движущегося объекта в правом углу монитора определяли время реакции в единицах РДО (1/60 с). Реакция испытуемого считалась точной при отклонении точки фиксации объекта от остановочного маркера в пределах ± 5 мс. Если фиксация движущегося объекта производилась преждевременно, то отмечалось преобладание в данной ситуации возбуждательного процесса, и наоборот, если фиксация движущегося объекта производилась с запаздыванием, отмечалось преобладание тормозного процесса. Основным критерием силы

нервной системы считается работоспособность головного мозга, выражающаяся в способности выдерживать длительное и концентрированное возбуждение или действие очень сильного раздражителя, не переходя в состояние запредельного торможения [6]. Показателем РГМ является суммарное количество обработанных за определенное время сигналов, отображающее способность нервных клеток ЦНС выдерживать длительное концентрированное возбуждение. Уровень функциональной подвижности нервных процессов также определяли при работе установки в режиме «обратная связь», когда длительность экспозиции тестирующего сигнала изменялась автоматически в зависимости от характера ответных реакций испытуемого: после правильного ответа экспозиция следующего сигнала укорачивалась на 20 мс, а после неправильного, напротив, удлинялась на ту же величину. Испытуемым предлагалось 120 цветовых раздражителей.

Статистическую обработку проводили с помощью программы «Statistica 6.0».

Результаты исследования

Так как оценка показателей нейродинамики осуществлялась с помощью нескольких методик, то возникла необходимость получения интегрального показателя того или иного процесса, отражающего всю информацию, полученную ранее. Данный показатель рассчитывали как среднее евклидово расстояние всех его составляющих до «эталонного» испытуемого. В качестве «эталонного» испытуемого был взят виртуальный испытуемый, имеющий наилучшие результаты по каждой из методик.

Интегральный показатель скорости психомоторных реакций оценивался через значения 6 показателей.

ND1 – ПЗМР – данный показатель в исследуемой группе студентов принимал значения от 242 до 1000. Чем выше скорость зрительно-моторных реакций испытуемого, тем меньше значение этого показателя. Поэтому для перевода диапазона изменений значений этого показателя в интервал [0;1] применялось преобразование вида:

$$y_{1j} = \begin{cases} \frac{850 - ND_{1j}}{850 - 200}, & \text{if } ND_{1j} \leq 850 \\ 0, & \text{if } ND_{1j} > 850 \end{cases}$$

ND2 – ПСМР – данный показатель в исследуемой группе испытуемых принимал значения от 284 до 1000 и характеризовал время простой сенсомоторной реакции. Чем выше скорость сенсомоторной реакции испытуемого, тем меньше значение этого показателя. Поэтому для перевода диапазона изменения значений этого показателя в интервал [0; 1] применялось преобразование вида:

$$y_{2j} = \begin{cases} \frac{850 - ND_{2j}}{850 - 250}, & \text{if } ND_{2j} \leq 850 \\ 0, & \text{if } ND_{2j} > 850 \end{cases}$$

ND3 – СЗМР П – данный показатель изменялся от 370 до 1000. Чем выше скорость сложной зрительно-моторной реакции испытуемого, тем меньше было значение этого показателя. Поэтому для перевода диапазона изменений значений этого показателя в интервал [0, 1] применялось преобразование вида:

$$y_{3j} = \begin{cases} \frac{850 - ND_{3j}}{850 - 350}, & \text{if } ND_{3j} \leq 850 \\ 0, & \text{if } ND_{3j} > 850 \end{cases}$$

ND4 – СЗМР Л – данный показатель изменялся от 340 до 1000. Чем выше скорость сложной зрительно-моторной реакции испытуемого, тем меньше было значение этого показателя. Для перевода диапазона изменения значений этого показателя в интервал [0; 1] применялось преобразование вида:

$$y_{4j} = \begin{cases} \frac{800 - ND_{4j}}{800 - 300}, & \text{if } ND_{4j} \leq 800 \\ 0, & \text{if } ND_{4j} > 800 \end{cases}$$

ND5 – ССМР П – данный показатель изменялся от 465 до 1000. Чем выше скорость сложной сенсомоторной реакции испытуемого, тем меньше было значение этого показателя. Для перевода диапазона изменения значений этого показателя в интервал [0; 1] применялось преобразование вида:

$$y_{5j} = \begin{cases} \frac{800 - ND_{5j}}{800 - 300}, & \text{if } ND_{5j} \leq 800 \\ 0, & \text{if } ND_{5j} > 800 \end{cases}$$

ND6 – ССМР Л – данный показатель изменяется от 450 до 1000. Чем выше скорость сложной сенсомоторной реакции испытуемого, тем меньше было значение этого показателя. Поэтому для перевода диапазона изменений значений этого показателя в интервал [0; 1] применялось преобразование вида:

$$y_{6j} = \begin{cases} \frac{800 - ND_{6j}}{800 - 400}, & \text{if } ND_{6j} \leq 800 \\ 0, & \text{if } ND_{6j} > 800 \end{cases}$$

Для вычисления интегрального показателя, характеризующего скорость психомоторных реакций, для каждого испытуемого рассчитывается среднее расстояние до «эталоны» по

формуле: $d_j^{ND} = \sqrt{\frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 (1 - y_{ij})^2}$. Данное расстояние может заключаться в пределах от 0 до 1.

Чем ближе к нулю значение этого показателя, тем ближе значения составляющих моторных реакций к наилучшим значениям. Тогда интегральный показатель, характеризующий скорость психомоторных реакций, будет равен $K_j^{ND} = 1 - d_j^{ND}$. После того как для всей группы студентов был произведен расчет данного показателя, осуществлялась проверка отклонения его закона распределения от нормального, используя критерий χ^2 и Колмогорова – Смирнова. Гипотеза о нормальном законе распределения была принята на уровне значимости $p=0,26$ для критерия χ^2 и $p=0,39$ для критерия Колмогорова – Смирнова. На рис. 1 представлена гистограмма значений интегрального показателя скорости моторных реакций в исследуемой группе студентов. В таблице 1 представлена качественная трактовка значений интегрального показателя скорости моторных реакций с помощью психофизической шкалы желательности Харрингтона.

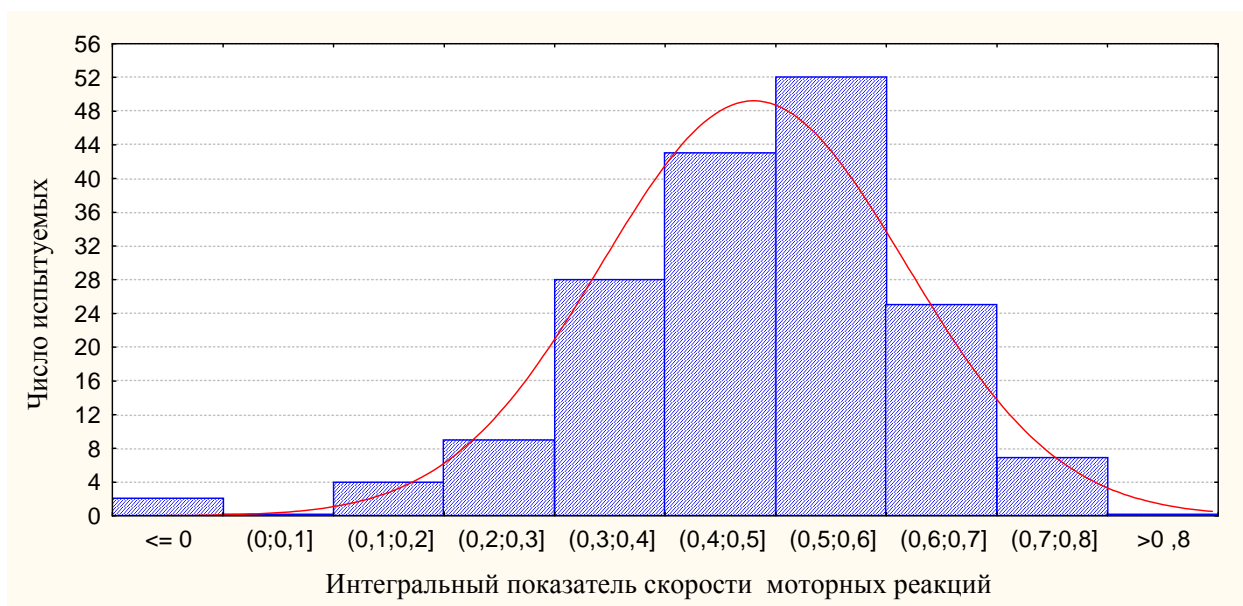


Рис. 1. Гистограмма распределения значений интегрального показателя скорости психомоторных реакций

Таблица 1. Распределение испытуемых по уровням значений интегрального показателя скорости психомоторных реакций

Лингвистическая шкала (интегральная оценка скорости моторных реакций)	Интервал значений функции желательности Харрингтона	Число испытуемых (%)
Очень низкая	0-0,2	6 (3,5%)
Низкая	0,2-0,37	31 (18,2%)
Средняя	0,37-0,63	113 (66,5%)
Высокая	0,63-0,8	20 (11,8%)
Очень высокая	0,8-1	0 (0%)

Интегральный показатель работоспособности головного мозга и подвижности нервных процессов оценивался через значения 3 показателей.

ND7 – характеризует силу нервных процессов и работоспособность головного мозга (РГМ). Данный показатель в исследуемой группе испытуемых изменялся от 195 до 861 и характеризовал количество обработанных сигналов за 5 минут. Перевод диапазона изменения значений этого показателя в интервал [0, 1] осуществлялся по формуле:

$$y_{7j} = \frac{ND_{7j} - 195}{666}$$

ND8 – уровень функциональной подвижности нервных процессов. Данный показатель изменялся от 255 до 939 и характеризовал время выполнения задания. Чем выше скорость реакции испытуемого, тем меньше было значение этого показателя. Для перевода диапазона изменений значений этого показателя в интервал [0, 1] применялось преобразование вида:

$$y_{8j} = \begin{cases} \frac{70 - ND_{8j}}{26}, & \text{if } ND_{8j} \leq 70 \\ 0, & \text{if } ND_{8j} > 70 \end{cases}$$

ND9 – РДО (реакция на движущийся объект). Данный показатель изменялся от -97 до 939 и характеризовал среднее время опережений и запаздываний. Для перевода диапазона значений этого показателя в интервал [0, 1] применялось преобразование вида:

$$y_{9j} = \begin{cases} 1 - \frac{40 - |ND_{9j}|}{40}, & \text{if } |ND_{9j}| \leq 40 \\ 0, & \text{if } |ND_{9j}| > 40 \end{cases}$$

Интегральный показатель, характеризующий работоспособности головного мозга и подвижность нервных процессов, вычисляется по формулам:

$$d_j^{RG} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=7}^9 (1 - y_{ij})^2} \text{ и } K_j^{RG} = 1 - d_j^{RG}.$$

На рис. 2 представлена гистограмма частот для данного интегрального показателя, а в таблице 2 разбиение значений этого показателя на уровни психофизической шкалы Харрингтона и распределение испытуемых по этим уровням.

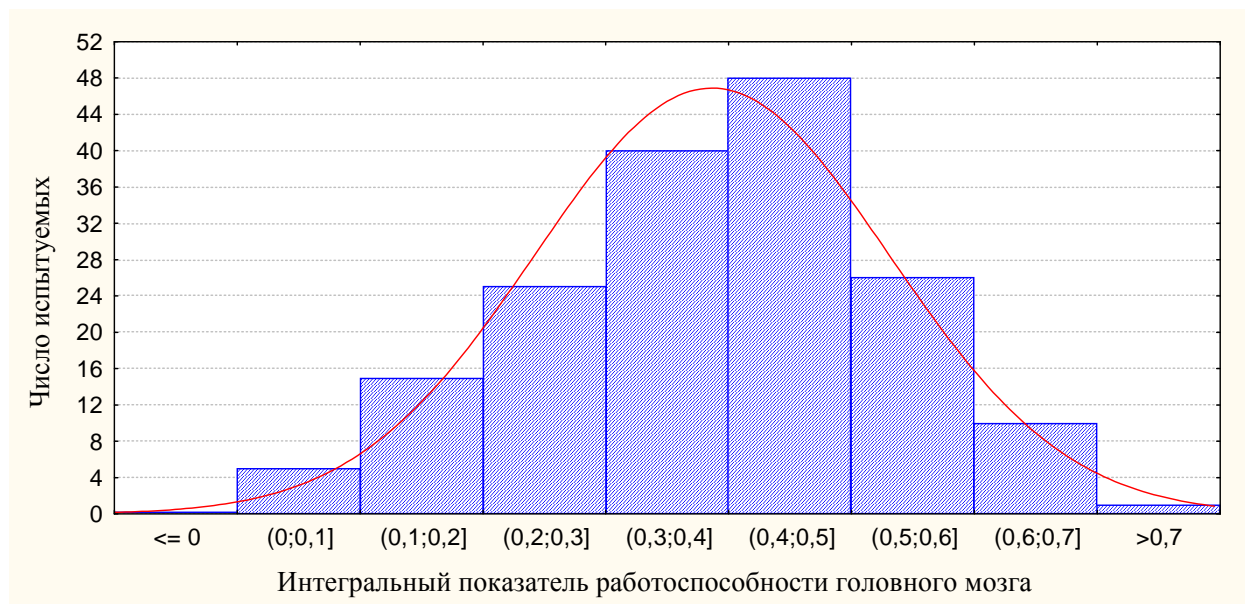


Рис. 2. Гистограмма распределения значений интегрального показателя работоспособности головного мозга и подвижности нервных процессов

Таблица 2. Распределение испытуемых по уровням значений интегрального показателя работоспособности головного мозга и подвижности нервных процессов

Лингвистическая шкала (интегральная оценка работоспособности головного мозга и подвижности нервных процессов)	Интервал значений функции желательности Харрингтона	Число испытуемых (%)
Очень низкая	0-0,2	20 (11,8 %)
Низкая	0,2-0,37	53 (31,1 %)
Средняя	0,37-0,63	91 (53,6 %)
Высокая	0,63-0,8	6 (3,5 %)
Очень высокая	0,8-1	0 (0 %)

Гипотеза о нормальном законе распределения, проводимая с помощью критерия χ^2 ($p=0,65$) и Колмогорова – Смирнова ($p=0,91$) была принята.

Выводы. Таким образом, в работе математически обоснована возможность получения комплексных оценок отдельных показателей нейродинамики – работоспособности головного мозга и уровня подвижности нервных процессов, скорости психомоторных реакций.

Разработан перспективный математический подход к решению подобных задач при проведении физиологических исследований. Разработанный математический подход к оценке показателей нейродинамики может в будущем явиться основой для создания автоматизированных программ вычисления интегральных показателей физиологических функций и позволит решить проблему существенного снижения размерности исходных данных в научных исследованиях.

Список литературы

1. Апанасенко, Г. Л. О возможности количественной оценки здоровья человека / Г. Л. Апанасенко // Гигиена и санитария. – 1988. – № 6. – С. 55-58.
2. Барбараш, О. Л., Давидович, И. М., Смакотина, С. А., Трубникова, О. А. Артериальная гипертензия и ранние когнитивные расстройства. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2011. – 131 с.
3. Березина, М. Г. Роль психофизиологических особенностей студентов в адаптации к учебной деятельности: дис. ... канд. биол. наук / М. Г. Березина. – Кемерово, 2000. – 145 с.
4. Оценка психофизиологического состояния организма человека («Статус ПФ») / В. И. Иванов, Н. А. Литвинова, Э. М. Казин и др. – Кемерово: КГУ, 2001. а.с. № 2001610233
5. Смакотина, С. А., Трубникова, О. А., Барбараш, О. Л. Показатели нейродинамики у пациентов молодого и среднего возрастов с гипертонической болезнью / С. А. Смакотина, О. А. Трубникова, О. Л. Барбараш // Кардиоваск. тер. и проф. – 2008. – №2. – С.29-34
6. Трошихин, В. А. Функциональная подвижность нервных процессов и профессиональный отбор / В. А. Трошихин, С. И. Молдавская, Н. В. Кольченко. – Киев: Наукова думка, 1978. – 158 с.
7. Шпак, Л. В., Колбасников, С. В. Эмоциональное состояние и некоторые показатели корковой нейродинамики у больных гипертонической болезнью / Л. В. Шпак, С. В. Колбасников // Терапевт. арх. – 1995. – №9. – С.37-39.
8. Hansson L. Study on Cognition and Prognosis in the Elderly (SCOPE) / L. Hansson // Blood Pressure. – 1999. – V.8. – P.177-183

Рецензенты:

Лисаченко Г. В., доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой патофизиологии ГБОУ ВПО КемГМА, г. Кемерово.

Федоров А. И., доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры физиологии человека и животных и валеологии ФГБОУ ВПО КемГУ, г. Кемерово.