

***ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ  
В ОТВЕТ НА МЕНТАЛЬНУЮ ПРОБУ У ЮНОШЕЙ 18-19 ЛЕТ***

*Н.Г. Русских\*, Л.И. Иржак\**

*\*Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина  
(Республика Коми, г. Сыктывкар)*

Представлены результаты исследования электрокардиограмм здоровых юношей в возрасте 18-19 лет в покое и при воздействии ментальной пробы. Цель работы – изучить длительность интервалов PP, PT, PQ и сегмента TP в покое и в ответ на ментальную пробу. Обследовано 15 студентов I курса Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина. Измерялись длина (см) и масса (кг) тела, частота сердечных сокращений – пальпаторно в течение 60 с. С помощью прибора «ВНС-Ритм» («Нейрософт», Россия) записаны 50 кардиоциклов электрокардиограммы во II отведении в состоянии покоя (положение сидя) и во время ментальной пробы, в качестве которой использовался устный счет от 100 до 1 в течение 1 мин. За 1 мин ментальной пробы частота сердечных сокращений у юношей увеличилась в среднем на 41 %, интервал PP сократился на 30 %, практически на исходном уровне осталась длительность интервалов PT и PQ, но доля интервала PT в кардиоцикле выросла на 33 %. Практически вдвое уменьшилась длительность сегмента TP. Таким образом, наименьшей изменчивостью в данном эксперименте обладали интервалы PT и PQ, а наибольшей – сегмент TP. Выявлено, что чем выше частота сердечных сокращений под действием ментальной пробы, тем выше доля предсердно-желудочкового комплекса (PT) и меньше доля электрической диастолы (TP) в общей длительности интервала PP. Степень увеличения частоты сердечных сокращений и уменьшения длительности элементов электрокардиограммы зависит от уровня данных показателей в покое.

***Ключевые слова:*** электрокардиограмма, интервалы электрокардиограммы, частота сердечных сокращений, ментальная проба, вариабельность сердечного ритма, юноши 18-19 лет.

Очень часто главным критерием оценки функционального состояния организма является способность всех систем адаптироваться к повышенным требованиям среды, особенно если в характере реакции на нагрузку проявляется изменение состояния человека; это обуславливает особое значение функциональных проб (ФП) в исследовании, в частности, сердечно-со-

---

***Ответственный за переписку:*** Русских Надежда Геннадьевна, адрес: 167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский просп., д. 55; e-mail: ruing76@mail.ru

***Для цитирования:*** Русских Н.Г., Иржак Л.И. Вариабельность элементов электрокардиограммы в ответ на ментальную пробу у юношей 18-19 лет // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 1. С. 35–40. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.35

судистой системы [1]. ФП в виде дозированных воздействий различного характера позволяют объективно оценивать функциональные резервы организма. В их числе особый интерес представляет ФП ментального типа.

Прогресс науки и техники, возрастание темпа жизни значительно увеличивают объем разнообразной информации для человека. Особенности формирования приспособительных реакций на информационные нагрузки представляют одну из фундаментальных проблем в физиологии [2, 3]. Вопрос – насколько специфична адаптация к умственным нагрузкам и в какой мере? Именно поэтому ментальная проба (МП) является наиболее простым и информативным способом тестирования при изучении состояния сердечно-сосудистой системы. Показатели собирают во время выполнения нагрузки, критериями оценки являются изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС) и длительности интервалов электрокардиограммы (ЭКГ), результаты исследований позволяют судить об адаптационных возможностях организма [3–7].

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) с применением ЭКГ изучается в основном по интервалам RR. В научной литературе недостаточно представлены сведения о таких элементах, как интервал RT (продолжительность предсердно-желудочкового комплекса), интервал PQ (время прохождения импульса от предсердий через атриовентрикулярный узел к желудочкам) и сегмент TP (электрическая диастола сердечного цикла). Поскольку данные об интервальных показателях электрической активности миокарда необходимы для оценки функциональных резервов организма человека в покое и при различных нагрузках, цель данного исследования – изучить длительность интервалов RR, RT, PQ и сегмента TP и их изменение под воздействием МП.

**Материалы и методы.** Методом электрокардиографии обследовано 15 практически здоровых юношей (в возрасте 18-19 лет) – студентов I курса института точных наук и информационных технологий Сыктывкарского

государственного университета (СГУ) имени Питирима Сорокина. Каждый участник подписал форму информированного согласия на обследование.

Исследование проводилось в весенний период, в первой половине дня в научно-образовательном центре «Проблемы гипоксии» СГУ им. Питирима Сорокина. Измеряли длину (см) и массу тела (кг), ЧСС – пальпаторно в течение 60 с. С помощью прибора «ВНС-Ритм» (Россия, «Нейрософт») были записаны 50 кардиоциклов ЭКГ во II отведении в состоянии покоя (положение сидя) – контроль и во время МП. В качестве МП использовали устный счет от 100 до 1 в течение 1 мин. Интервалы RR, RT, PQ и TP измеряли с помощью линейки, погрешность – 0,5 мм. Рассчитывали среднее значение ( $M$ ), стандартное отклонение ( $SD$ ), ошибку среднего ( $m$ ) с помощью пакета программ «Excel». Корреляции между показателями рассчитывали по Спирмену ( $r_s$ ) при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Антропометрические показатели обследуемых юношей (длина тела – 165–189 см, масса тела – 54–110 кг) соответствуют стандартам для данного возраста (18-19 лет) [8].

Данные о длительности кардиоинтервалов и их изменениях в ответ на МП приведены в *таблице*. Индивидуальные значения ЧСС варьировали с разницей в покое в 2 раза и в 2,5 раза при МП. В среднем ЧСС в ответ на нагрузку увеличилась на 41 %. Коэффициент корреляции между ЧСС в контроле и во время МП  $r_s = 0,72$  ( $p < 0,05$ ).

Из *таблицы* видно, что интервалы RR в покое и под действием МП варьировали с разницей в 2,1–2,2 раза. В среднем длительность интервала RR в ответ на МП уменьшилась на 30 %. Между RR до и после МП  $r_s = 0,89$  ( $p < 0,05$ ).

Как можно видеть на *рисунке*, см. с. 38, где приведены объединенные данные КИГ по 15 обследуемым, наименьшей изменчивостью обладают интервалы RT и PQ: их длительность за 1 мин воздействия МП осталась практически без изменений – разница 6 и 8 % соответственно (в сторону уменьшения). Взаимосвязь

ЧСС И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКГ У ЮНОШЕЙ 18-19 ЛЕТ ( $n = 15$ )

Показатель	Контроль				Ментальная проба			
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>m</i>	min-max	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>m</i>	min-max
ЧСС, уд./мин	70	15,5	3,4	47-95	99*	25,0	5,6	66-165
PP, с	0,86	0,2	0,04	0,58-1,24	0,60*	0,1	0,03	0,37-0,83
PT, с (%)	0,47 (57)	0,05 (9,7)	0,01 (2,2)	0,4-0,58 (41-75)	0,44 (76)	0,05 (8,7)	0,01 (1,9)	0,35-0,52 (65-94)
TP, с (%)	0,39 (43)	0,2 (9,7)	0,04 (2,1)	0,15-0,67 (25-59)	0,16* (24*)	0,1 (8,7)	0,02 (1,9)	0,02-0,30 (6-35)
PQ, с (%)	0,13 (27)	0,02 (3,2)	0,004 (0,7)	0,10-0,16 (23-33)	0,12 (28)	0,02 (3,0)	0,004 (0,7)	0,10-0,15 (22-35)

Примечание: \* – установлена значимость различий ( $p < 0,05$ ) между показателями контроля и после воздействия МП.

между показателями в контроле и во время МП: для PT –  $r_s = 0,87$  ( $p < 0,05$ ), для PQ –  $r_s = 0,86$  ( $p < 0,05$ ).

В ответ на нагрузку доля сегмента TP в кардиоцикле PP уменьшилась в среднем на 44 % (см. таблицу). Между TP до и после МП  $r_s = 0,85$  ( $p < 0,05$ ). Как видно на рисунке (см. с. 38), во время МП наблюдается значительное сокращение длительности сегмента TP. Таким образом, под влиянием МП проявляются хронотропные свойства миокарда.

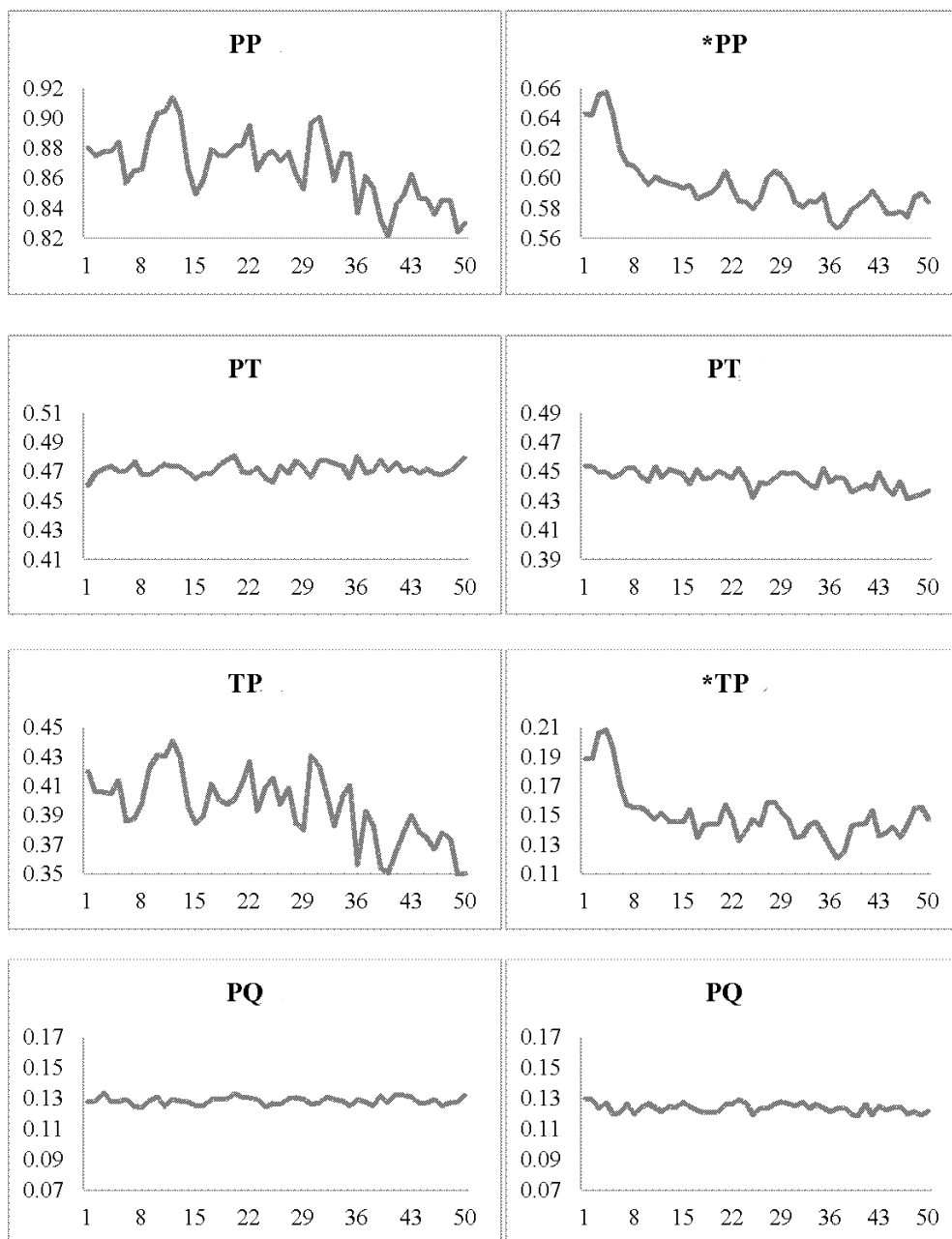
Исходя из полученных результатов можно сказать, что, хотя по абсолютным значениям (в секундах) интервал PT практически не изменился, доля этого показателя в общей длительности интервала PP во время МП увеличилась на 33 %. Доля сегмента TP снизилась на 44 % в ответ на МП, а доля интервала PQ осталась практически на том же уровне, что и в покое (4 %). При этом в контроле между PP и PT  $r_s = 0,78$  ( $p < 0,05$ ), между PP и PQ  $r_s = 0,50$  ( $p < 0,05$ ), между PP и TP  $r_s = 0,98$  ( $p < 0,05$ ). Во время опыта между PP и PT уровень связи вырос до  $r_s = 0,94$  ( $p < 0,05$ ), а между PP и PQ, PP и TP вырос незначительно ( $r_s = 0,58$  и  $r_s = 0,99$  соответственно;  $p < 0,05$ ).

**Обсуждение.** В ранее опубликованной работе [3] отмечено, что нагрузки, связанные с напряжением умственной деятельности, полезно использовать при оценке состояния периферического сосудистого русла и состояния систем, регулирующих сосудистый тонус. Проведенное исследование показало, что результаты этой нагрузки могут зависеть от типа МП, которые в данном случае связаны со счетом, ограниченным временным промежутком. Таким образом, реакция на умственную нагрузку зависит не только от самого задания, но и от временных параметров выполнения теста.

Несомненно, важным результатом настоящего исследования является демонстрация того, что в ответ на МП в большей степени меняется сегмент TP, как и при других функциональных нагрузках. Чем выше ЧСС в ответ на нагрузку, тем выше доля предсердно-желудочкового комплекса (PT) и меньше доля электрической диастолы (TP), которая соответствует изопотенциальному состоянию миокарда. Под действием МП увеличение ЧСС происходит в основном за счет сокращения сегмента TP, играющего важную роль в определении функциональных резервов как миокарда, так и организма в целом [9].

**Контроль**

**Ментальная проба**



Вариабельность кардиоинтервалограммы юношей 18-19 лет: по горизонтали – NN-кардиоинтервалы, по вертикали – длительность кардиоинтервала, с; \* – установлена значимость различий ( $p < 0,05$ ) между показателями до и во время ментальной пробы

В экспериментах с другими ФП [10] показана обратная зависимость между ЧСС до и после нагрузки. Данные проведенного исследования с МП подтверждают, что обратная зависимость между величиной ответных реакций наблюдается до ( $r_s = -0,90$ ) и после ( $r_s = -0,62$ ) воздействия

нагрузки и зависит от уровня ЧСС в покое. И в том, и в другом случае отмечен высокий уровень значимости ( $p < 0,001$ ). Полученные результаты доказывают, что степень сдвига ЧСС, интервалов РР, РТ, PQ и сегмента ТР в ответ на МП существенно зависят от значений ЧСС в контроле.

### Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Функциональные резервы организма и теория адаптации // Вестн. восстанов. медицины. 2004. № 3(9). С. 4–11.
2. Данилова Н.Н. Сердечный ритм и информационная нагрузка // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14: Психология. 1995. № 4. С. 14–27.
3. Панкова Н.Б. Функциональные пробы для оценки состояния здоровых людей по вариабельности сердечного ритма // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2013. Т. 99, № 6. С. 682–696.
4. Сидоренко Г.И., Фролов А.В., Воробьев А.П. Психоэмоциональные тесты и перспективы их применения в кардиологии // Кардиология. 2004. № 6. С. 59–64.
5. Кузнецова О.Б. Вариабельность ритма сердца в процессе учебной деятельности студентов с разным уровнем физической активности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2007. 21 с.
6. Русских Н.Г., Иржак Л.И. Изменение показателей сердечного ритма и кардиоинтервалов у детей 6-7 лет в ответ на активную ортостатическую пробу // В мире науч. открытий. 2016. № 3(75). С. 127–138.
7. Степанян А.Ю., Григорян В.Г., Агабабян А.Р., Аракелян А.Н., Арутюнян Н.Д. Исследование влияния выполнения задач пространственно-образного типа на вариабельность сердечного ритма // Журн. высш. нерв. деятельности им. И.П. Павлова. 2005. № 55(4). С. 472–477.
8. Башкиров П.Н. Учение о физическом развитии человека. М.: МГУ, 1962. 340 с.
9. Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца // Вестн. аритмологии. 2003. № 23. С. 15–23.
10. Иржак Л.И., Дудникова Е.А. Частота сердечных сокращений и длительность элементов ЭКГ у взрослого человека при физической нагрузке // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2017. № 2. С. 209–216.

### References

1. Agadzhanyan N.A., Baevskiy R.M., Berseneva A.P. Funktsional'nye rezervy organizma i teoriya adaptatsii [Functional Reserves of the Body and the Theory of Adaptation]. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*, 2004, no. 3, pp. 4–11.
2. Danilova N.N. Serdechnyy ritm i informatsionnaya nagruzka [Heart Rhythm and Information Load]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 14: Psikhologiya*, 1995, no. 4, pp. 14–27.
3. Pankova N.B. Funktsional'nye proby dlya otsenki sostoyaniya zdorovykh lyudey po variabel'nosti serdechnogo ritma [Functional Tests for the Assessment of the Healthy People State Using Heart Rate Variability]. *Rossiyskiy fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2013, vol. 99, no. 6, pp. 682–696.
4. Sidorenko G.I., Frolov A.V., Vorob'ev A.P. Psikhoemotsional'nye testy i perspektivy ikh primeneniya v kardiologii [Psychoemotional Tests and Prospects of Their Use in Cardiology]. *Kardiologiya*, 2004, no. 6, pp. 59–64.
5. Kuznetsova O.B. *Variabel'nost' ritma serdtsa v protsesse uchebnoy deyatel'nosti studentov s raznym urovnem fizicheskoy aktivnosti* [Heart Rate Variability During Students' Learning with Various Levels of Physical Activity]. Chelyabinsk, 2007. 21 p.
6. Russkikh N.G., Irzhak L.I. Izmenenie pokazateley serdechnogo ritma i kardiointervalov u detey 6-7 let v otvet na aktivnyuyu ortostaticheskuyu probu [The Change of Indicators of Heart Rhythm and Cardio Intervals in Children 6–7 Years in Response to the Active Orthostatic Test]. *V mire nauchnykh otkrytiy*, 2016, no. 3, pp. 127–138.

7. Stepanyan A.Yu., Grigoryan V.G., Agababyan A.R., Arakelyan A.N., Arutyunyan N.D. Issledovanie vliyaniya vypolneniya zadach prostranstvenno-obraznogo tipa na variabel'nost' serdechnogo ritma [Study of the Influence of Performing Spatial and Image Tasks on Heart Rate Variability]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti im. I.P. Pavlova*, 2005, no. 55, pp. 472–477.

8. Bashkirov P.N. *Uchenie o fizicheskom razvitii cheloveka* [The Study of Human Physical Development]. Moscow, 1962. 340 p.

9. Khaspekova N.B. Diagnosticheskaya informativnost' monitorirovaniya variabel'nosti ritma serdtsa [Diagnostic Informative Value of Heart Rate Variability Monitoring]. *Vestnik aritmologii*, 2003, no. 23, pp. 15–23.

10. Irzhak L.I., Dudnikova E.A. Chastota serdechnykh sokrashcheniy i dlitel'nost' elementov EKG u vzoslogo cheloveka pri fizicheskoy nagruzke [HR and Duration of ECG Elements of an Adult During Physical Exercises]. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2017, no. 2, pp. 209–216.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.35

*Nadezhda G. Russkikh\*, Lev I. Irzhak\**

\*Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin  
(Syktyvkar, Russian Federation)

#### VARIABILITY OF ELECTROCARDIOGRAM COMPONENTS IN RESPONSE TO A MENTAL TEST IN MEN AGED 18–19 YEARS

This paper studied electrocardiograms (ECG) of healthy young men aged 18–19 years at rest and during a mental test. The work aimed to examine the duration of the PP, PT, and PQ intervals and the TP segment at rest and in response to a mental test. The research involved 15 first-year students of Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin. Their body length (cm) and weight (kg) were measured and their heart rate was palpated for 60 seconds. Using the VNS-ritm device (Neurosoft, Russia), 50 ECG cardiac cycles were recorded in lead II at rest (seated position) and during the mental test (mental counting from 100 to 1 for one minute). Within one minute, the heart rate increased by an average of 41 %, the PP interval decreased by 30 %, the duration of the PT and PQ intervals remained at the initial level, although the share of the PT interval in the cardiac cycle increased by 33 %. The duration of the TP segment almost halved. Thus, the lowest variability in this experiment was observed in the PT and PQ intervals, while the highest, in the TP segment. It was revealed that the higher the heart rate as a result of the mental test, the bigger the share of the atrioventricular complex (PT) and the smaller the share of the electrical diastole (TP) in the total duration of the PP interval. The degree of the increase in heart rate and shortening of the ECG elements' duration depends on their values at rest.

**Keywords:** *electrocardiogram, electrocardiogram intervals, heart rate, mental test, heart rate variability, young men aged 18–19 years.*

Поступила 03.07.2017

Received 3 July 2017

---

**Corresponding author:** Nadezhda Russkikh, *address:* Oktyabr'skiy prosp. 55, Syktyvkar, 167001, Respublika Komi, Russian Federation; *e-mail:* rung76@mail.ru

**For citation:** Russkikh N.G., Irzhak L.I. Variability of Electrocardiogram Components in Response to a Mental Test in Men Aged 18–19 Years. *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 35–40. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.35