

УДК 612.789:612.172.2:612.2:572.9

ЭТНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ФОНАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ

© 2004 г. Н. А. Агаджанян, А. И. Смирнова

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Изменение variability сердечного ритма (ВСР) — универсальная оперативная реакция организма в ответ на любое воздействие как внутренней, так и внешней среды [3, 4, 9, 11, 15]. Регуляция сердечного ритма осуществляется вегетативной, центральной нервной системой, рядом гуморальных воздействий, а также за счет импульсов, возникающих в ответ на раздражение различных интеро- и экстерорецепторов. В продолговатом мозге расположен сердечно-сосудистый центр, объединяющий парасимпатический, симпатический и сосудодвигательный центры. Регуляция этих центров осуществляется подкорковыми узлами и корой головного мозга. На ритмическую деятельность сердца влияют также импульсы, исходящие из сердечно-аортального, синокаротидного и других сплетений. На частоту сердечных сокращений (ЧСС) оказывают влияние фазы дыхания: вдох вызывает угнетение блуждающего нерва и ускорение ритма, выдох — раздражение блуждающего нерва и замедление сердечной деятельности. Кроме того, среди факторов, влияющих на сердечно-сосудистый центр, можно выделить гуморальные изменения крови (изменение парциального давления углекислого газа и кислорода, кислотно-основного состояния) [2] и геморецепторный рефлекс. Таким образом, ритм сердца является реакцией организма на различные раздражения внешней и внутренней среды. ЧСС является интегрированным показателем взаимодействия трех регулирующих сердечный ритм факторов: рефлекторного симпатического, рефлекторного парасимпатического и гуморально-метаболически-медиаторной среды.

Изменения ВСР выражаются в последовательностях RR-интервалов, которые определяют волновую структуру сердечного ритма. Различают циклическую синусовую аритмию, связанную с актом дыхания, и синусовую недыхательную аритмию. Во время речи органы дыхания, продолжая выполнять свою основную биологическую функцию газообмена, осуществляют одновременно голосообразующую и артикуляционную функции, и речевой выдох продолжительнее выдоха в отсутствие речи [5, 6, 8]. Параметры дыхательно-фонационного цикла отличаются от параметров дыхания в покое. Увеличивается общая его продолжительность, происходят выраженные изменения его структуры. Вдох при дыхательно-фонационном цикле короткий, интенсивный, а для слитного произношения целых смысловых отрезков (фраз, синтагм), облегчающего восприятие связной речи, необходим удлиненный выдох [5—8, 12]. Удлиненный выдох может быть рассчитан по гипервентиляционному синдрому, отсутствие которого описывается как преобладание фазы выдоха над вдохом при условии, что RR-интервал не увеличивается [1]. Фонационное дыхание относится к группе дыхания с повышенным сопротивлением [7, 10, 14]. При нем создается высокий импеданс экспираторному потоку в результате прерывания его в сотни и даже тысячи раз в секунду сокращением

В статье приведены результаты исследования функциональных показателей кардиореспираторной системы во время речи молодых людей (мужчин и женщин) из России и Вьетнама. Показано наличие существенных различий во влиянии речевой нагрузки на функциональные показатели кардиореспираторной системы при сравнении их значений в покое и при чтении на русском и вьетнамском языках в этнических группах.

Ключевые слова: фонация, variability сердечного ритма, этническая группа.

внутренних мышц гортани. Происходит задержка перемещения воздуха и увеличение подкладочного давления. Фонационное увеличение сопротивления току воздуха и давления в воздухоносных полостях закономерно приводит к повышению внутригрудного давления, к его выраженным перепадам на вдохе и выдохе, что вызывает ответные адаптационные реакции сердечно-сосудистой системы.

В связи с этим нам представилось интересным определить влияние фонации на основную функцию — газообмен, поскольку в основе реакции изменения вариабельности сердечного ритма лежит механизм обеспечения потребностей организма кислородом за счет изменения работы системы кровообращения.

Методика исследования

Было обследовано 37 практически здоровых российских студентов (19 мужчин и 18 женщин) в возрасте от 18 до 27 лет и 34 вьетнамских студента (16 мужчин и 18 женщин) в возрасте от 17 до 27 лет. Обследование проводилось на кафедре нормальной физиологии РУДН в дневное время при комнатной температуре. В работе использовалась компьютерная программа научно-исследовательского центра биокрибиологии «Доктор-А» (1989—2000, Россия). В качестве адекватного функционального теста проводилась оценка состояния кардиореспираторной системы (КРС) организма в покое в течение 10 минут и при 10-минутной фонации. Были исследованы выраженность дыхательной синусовой аритмии сердца в волнах высокой частоты — вагусный контроль сердечного ритма (RMSSD); степень ВСР — выраженность невального компонента в волнах высокой и низкой частоты (совокупность активности вагуса и симпатикуса) в регуляции ритма сердца (СИГМА); общая ВСР (SDNN); соотношение фаз вдоха и выдоха, проявляющихся в волнах дыхательной синусовой аритмии сердца (ГВС), а также продолжительность дыхательного цикла (ДЦ) и RR-интервалы.

Группе российских студентов в качестве стандартного текста был предложен к прочтению текст на русском языке, группе вьетнамских помимо него и текст на вьетнамском языке.

Полученные данные были подвергнуты вариационно-статистической обработке по программе «STATISTICA 6».

Результаты и обсуждение

При анализе средних значений, полученных у российской группы (табл. 1), было отмечено, что невальный общий и вагусный в частности компоненты регуляции сердечного ритма оказались выше во время молчания, однако вагусный компонент регуляции сердечного ритма достоверно снижался во время речевой нагрузки ($p < 0,001$). RR-интервал при чтении достоверно уменьшался ($p < 0,001$). Увеличение общей ВСР во время чтения оказалось недостоверным.

При оценке работы дыхательной системы было выявлено увеличение дыхательного цикла во время речи, достоверное ($p < 0,001$) при оценке в RR-интервалах. При анализе значений ГВС достоверного снижения при речевом дыхании выявлено не было.

Для дальнейшего анализа обследуемых каждой группы распределили по подгруппам в зависимости от половой принадлежности. Сравнительный анализ показателей работы КРС в покое и при голосовой нагрузке у мужчин российской группы выявил следующее (см. табл. 1): уменьшение показателей невального влияния на кардиоритм, причем показатели вагусного влияния достоверно уменьшались ($p < 0,001$) при речевой нагрузке. Показатели общей вариабельности сердечного ритма увеличивались во время чтения, однако с меньшей степенью достоверности ($p < 0,01$). RR-интервал при чтении достоверно уменьшался ($p < 0,001$). При оценке работы дыхательной системы у мужчин было выявлено, как и в общей группе, увеличение дыхательного цикла во время речи, достоверное при оценке в RR-интервалах ($p < 0,05$). Анализ значений ГВС достоверного снижения при речевом дыхании не выявил.

При сравнении динамики изменения значений показателей работы КРС в женской подгруппе (см. табл. 1) были выявлены такие же закономерности, что и в группе в целом, но с менее достоверным ($p < 0,01$) уменьшением влияния парасимпатического компонента на сердечный ритм во время чтения и менее достоверным ($p < 0,01$) увеличением дыхательного цикла при речевой нагрузке, выраженное в RR-интервалах. RR-интервал при чтении также достоверно ($p < 0,001$) уменьшался.

При проведении сравнительного анализа показателей работы КРС, полученных при обследовании вьет-

Таблица 1

Функциональные показатели КРС в покое и при речевой нагрузке в российской группе ($M \pm Sd$)

Показатель	Группа в целом		Мужчины		Женщины	
	Молчание	Чтение на русском языке	Молчание	Чтение на русском языке	Молчание	Чтение на русском языке
Rmssd, мс ²	46,1±7,9	43,5±7,2***	45,9±8,5	43,3±8,2***	46,2±7,4	43,7±6,2**
Сигма, мс ²	60,2±16,4	58,6±16,1	58,0±14,3	57,5±17,0	62,5±18,5	59,5±15,5
Sdnn, мс ²	69,0±22,0	72,8±19,3	67,6±22,7	73,6±21,4**	70,5±21,7	71,2±17,5
ДЦ, сек.	8,5±0,6	8,6±0,5	8,5±0,6	8,6±0,56	8,5±0,67	8,6±0,5
ДЦ, RR-интервал	11,6±1,6	12,6±1,8***	11,6±1,6	12,6±1,9*	11,7±1,7	12,7±1,6**
ГВС, %	1,2±8,0	0,6±5,4	1,1±7,2	0,5±4,6	1,4±8,9	0,8±6,2
RR-интервал, мс	780,1±92,1	711,3±87,4***	786,0±101,3***	711,9±88,4***	774,1±83,8	710,6±89,0***

Примечания: шрифтом отмечены статистически достоверные значения; * — достоверность $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

намцев (табл. 2), было выявлено достоверное снижение всех функциональных показателей КРС. Снизились показатели вагусного компонента ВСР с достоверностью $p < 0,01$ при чтении на русском языке и $p < 0,05$ — на вьетнамском. Показатели общего невального компонента при чтении на русском языке, а также общей ВСР при речевой нагрузке на русском и вьетнамском языках уменьшались ($p < 0,001$), а показатель невального влияния на кардиоритм при чтении на вьетнамском языке снижался ($p < 0,01$). Что касается показателей дыхания, то достоверного снижения продолжительности речевого дыхательного цикла не наблюдалось ($p > 0,05$), однако достоверно увеличивался ГВС при чтении как на русском ($p < 0,01$), так и на вьетнамском ($p < 0,05$) языках, а следовательно, фаза выдоха становилась короче, так как RR-интервал при чтении уменьшался с достоверностью $p < 0,001$ на обоих языках.

При разделении вьетнамской группы на мужскую и женскую подгруппы были получены следующие результаты. В мужской подгруппе достоверное ($p > 0,05$) снижение показателей невального и парасимпатического влияния происходило только при чтении на русском языке, при чтении же на вьетнамском эти показатели снижались недостоверно. Общая вариабельность сердечного ритма снижалась достоверно при речевой нагрузке на обоих языках, однако с более высокой степенью достоверности при чтении на русском ($p < 0,01$) языке, чем при чтении на вьетнамском ($p > 0,05$). Достоверного изменения дыхательного цикла и показателей гипервентиляционного синдрома в подгруппе мужчин выявлено не было.

В подгруппе женщин (см. табл. 2) функциональные показатели работы КРС изменялись следующим образом: достоверно ($p < 0,05$) снижалось парасимпатическое влияние на сердечный ритм только при чтении на вьетнамском языке, невальный компонент регуляции снижался при речевой нагрузке на обоих языках и, как и в группе в целом, при чтении на русском языке уменьшался с достоверностью $p < 0,001$, а на вьетнамском — с достоверностью $p < 0,01$. В женской подгруппе, как и в мужской, изменения дыхательного цикла при речевой нагрузке

отмечено не было, а показатель гипервентиляционного синдрома, как в группе в целом, повышался с достоверностью $p < 0,01$ при чтении на русском языке и $p < 0,05$ на вьетнамском, в то время как RR-интервал достоверно ($p < 0,01$) уменьшался при чтении на обоих языках.

Далее был проведен анализ результатов исследования, полученных при сравнении показателей российской и вьетнамской групп в покое и при чтении на русском языке. Показатели КРС у российской и вьетнамской групп в покое (рис. 1) достоверно не изменялись ($p > 0,05$) как в группах в целом, так и по отдельности в мужских и женских подгруппах.

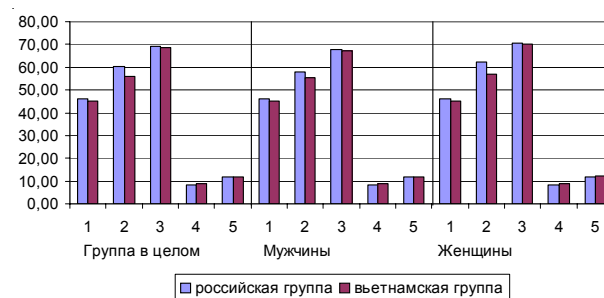


Рис. 1. Сравнение функциональных показателей КРС во время молчания в российской и вьетнамской группах: 1 — Rmssd, мс²; 2 — Сигма, мс²; 3 — Sdnn, мс²; 4 — ДЦ, с; 5 — ДЦ, RR-интервал

Сравнительный анализ результатов, полученных при голосовой нагрузке на русском языке российской и вьетнамской групп (рис. 2), показал достоверное снижение показателей невального компонента регуляции кардиоритма ($p < 0,01$), общей вариабельности сердечного ритма ($p < 0,001$) и достоверное повышение ($p < 0,01$) показателя гипервентиляционного синдрома во вьетнамской группе. Показатели вагусного контроля сердечного ритма и дыхательного цикла в этнических группах достоверно не различались.

При сравнении показателей мужских этнических подгрупп (см. рис. 2) при речевой нагрузке были получены достоверно более высокие результаты в российской группе по показателям невального компонента регуляции кардиоритма ($p < 0,05$) и по об-

Таблица 2
Функциональные показатели КРС в покое и при речевой нагрузке во вьетнамской группе (M ± Sd)

Показатель	Группа в целом			Мужчины			Женщины		
	Молчание	Чтение на русском	Чтение на вьетнамском	Молчание	Чтение на русском	Чтение на вьетнамском	Молчание	Чтение на русском	Чтение на вьетнамском
Rmssd, мс ²	45,1±8,4	42,0±5,6**	42,6±5,7*	45,3±10,4	40,1±6,7*	42,8±6,3	44,9±6,4	42,9±4,2	42,5±5,2*
Сигма, мс ²	56,2±16,5	47,0±12,3***	50,3±11,6**	55,3±19,1	44,4±13,8*	50,8±13,2	57,0±14,4	49,3±10,7***	50,2±10,4**
Sdnn, мс ²	68,7±22,0	54,0±13,7***	58,4±17,1***	67,1±20,7	52,0±15,2**	56,5±14,8*	70,0±23,6	55,7±12,4**	60,1±19,1*
ДЦ, сек.	8,7±0,5	8,6±0,5	8,5±0,7	8,7±0,5	8,4±0,6	8,5±0,8	8,8±0,4	8,7±0,4	8,4±0,7
ДЦ, RR-интервал	11,9±1,4	12,2±1,5	11,9±1,7	11,8±1,7	12,0±1,9	12,1±1,9	12,1±1,1	12,4±1,1	11,7±1,5
ГВС, %	2,4±2,7	4,1±4,5**	4,5±4,9**	1,6±2,6	1,6±3,7	2,3±2,8	3,1±2,7	6,3±4,0**	6,6±5*
RR-интервал, мс	770,2±89,6	726,9±75,5***	732,0±81,0***	782,0±115,3	728,2±96,0**	733,2±101,5*	759,7±60,0	725,7±54,1**	731,0±60,3**

Примечания: шрифтом отмечены статистически достоверные значения; * — достоверность $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

щей ВСР ($p < 0,01$). По всем другим показателям работы КРС достоверно различавшихся результатов получено не было.

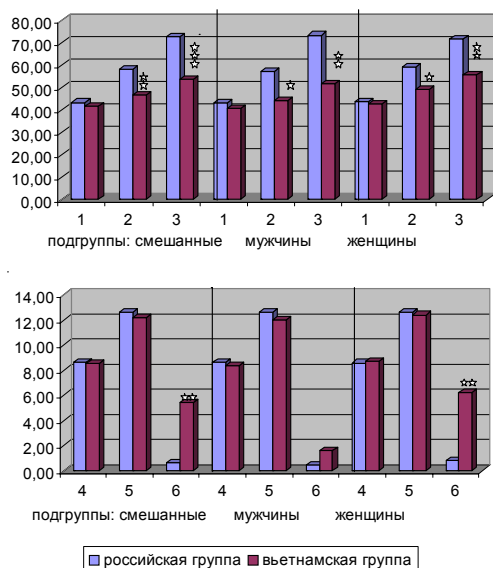


Рис. 2. Сравнение функциональных показателей КРС при чтении на русском языке в российской и вьетнамской группах: 1 — Rmssd, мс²; 2 — Сигма, мс²; 3 — Sdnn, мс²; 4 — ДЦ, с; 5 — ДЦ, RR-интервал; 6 — ГВС, %;

* — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

При сравнении показателей женских групп (см. рис. 2) при речевой нагрузке на русском языке было выявлено достоверное снижение показателей невального компонента регуляции сердечного ритма ($p < 0,05$), общей ВСР ($p < 0,01$) и повышение показателей гипервентиляционного синдрома ($p < 0,01$) во вьетнамской группе. Таким образом, следует отметить, что речь изменяет функциональные показатели КРС в обеих этнических группах с разной степенью статистической достоверности.

В результате проведенных исследований показано, что фонационная нагрузка сопровождается изменениями показателей вегетативного обеспечения кардиореспираторной системы при чтении как на русском, так и на вьетнамском языках, что характеризует влияние речи на баланс между тонусом симпатического и парасимпатического отделов нервной системы и гуморально-метаболически-медиаторной среды.

Известно, что у здоровых людей ВСР изменяется следующим образом: увеличение вагусного компонента регуляции наблюдается при пробах с гипервентиляцией, охлаждением лица, вращением, невального компонента — при пробе с наклонами, ортостатической пробе, эмоциональном стрессе и умеренной физической нагрузке. Считается, что снижение показателей ВСР свидетельствует о нарушении вегетативного контроля сердечной деятельности. Неблагоприятным для прогноза заболеваний является снижение таких показателей, как вагусный компонент (ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, сердечная недостаточность, диабетическая полинейропатия), а так-

же снижение мощности волн невального компонента (ишемическая болезнь сердца, сердечная недостаточность, гипертоническая болезнь 2 степени, диабетическая полинейропатия) [9, 13, 15].

В результате проведенного нами исследования была выявлена тенденция к снижению показателей ВСР при речевой нагрузке как на русском, так и на вьетнамском языках у здоровых людей. Это выражалось в уменьшении вагусного компонента регуляции в обеих этнических группах. Интересно, что речевое дыхание с его удлиненным выдохом [5, 6, 8, 9] вызывает раздражение блуждающего нерва и урежение ритма, однако вагусное влияние уменьшалось в нашем исследовании во время чтения, дыхательный цикл при этом в российской группе действительно увеличивался в RR-интервалах по отношению к неречевому циклу, и действительно происходило урежение ритма при чтении. Однако снижение вагусного компонента регуляции во вьетнамской группе происходило на фоне повышения гипервентиляционного синдрома при уменьшении среднего RR-интервала, а значит, при уменьшении речевого выдоха по сравнению с неречевым, причем при чтении как на русском, так и на вьетнамском языках. Также интересно отметить, что показатель общей ВСР в российской группе увеличился ($p = 0,0508$) в группе в целом и ($p < 0,05$) в мужской подгруппе при чтении, в то время как во вьетнамской группе в целом, как и в обеих подгруппах, этот показатель достоверно уменьшался во время чтения на обоих языках (с разной степенью достоверности).

Таким образом, при речевой нагрузке в различных этнических группах проявляются особенности влияния на показатели функционирования КРС, причем тенденция их изменения при чтении на русском языке как на иностранном такая же, как и при чтении на родном языке во вьетнамской группе, даже в том случае, если при чтении на русском как на родном языке (в российской группе) показатели КРС изменялись кардинально по-иному.

Также необходимо отметить, что подобное изменение показателей КРС у здоровых людей следует учитывать при проведении анализа ВСР, что в конечном итоге позволит объективно отображать волновую структуру работы сердца в покое у здоровых людей при речевой нагрузке.

Список литературы

1. Абрисов В. И. Гипервентиляционный синдром в клинике практикующего врача / В. И. Абрисов. — Рязань, 2001. — 136 с.
2. Агаджанян Н. А. Адаптация к гипоксии и биоэкономика внешнего дыхания / Н. А. Агаджанян. — М.: Университет дружбы народов, 1987. — С. 186.
3. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. — М.: Медицина, 1979. — 295 с.
4. Баевский Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клецкин. — М.: Наука, 1984. — 221 с.

5. *Василенко Ю. С.* Голос. Фонологические аспекты / Ю. С. Василенко. — М.: Энергоиздат, 2002. — 480 с.
6. *Дмитриев Л. Б.* Основы вокальной методики / Л. Б. Дмитриев. — М.: Музыка, 2000. — С. 368.
7. *Калинин М. А.* Клинико-физиологические особенности функциональной голосо-речевой системы у преподавателей школ: Дис. ... д-ра мед. наук / М. А. Калинин. — Архангельск, 2000. — 290 с.
8. *Митринович-Моджеевска А.* Патологическая физиология речи, голоса и слуха / А. Митринович-Моджеевска. — Варшава: Польское государственное медицинское издательство, 1965. — 351 с.
9. *Рябыкина Г. В.* Анализ вариабельности ритма сердца / Г. В. Рябыкина, А. В. Соболев // Кардиология. — 1996. — Т. 36, № 10. — С. 87—97.
10. Физиология дыхания. — Л.: Наука, 1973. — С. 11. — (Сер. «Руководство по физиологии»).
11. *Шпак Л. В.* Кардиоинтервалография и ее клиническое значение / Л. В. Шпак. — Тверь: Изд-во «Фактор», 2002. — 232 с.
12. *Husson R.* Physiologie de la phonation / R. Husson. — Paris: Masson, 1962.
13. *Penaz J.* Spectral analysis of some spontaneous rhythms in the circulation / J. Penaz, J. Roukenz, H. J. Van der Waal // Biokybernetik. — Ed. by H. Drischel, N. Tiedt. — Leipzig: Karl Marx Univ., 1968. — P. 233—241.

14. *Schutte H. K.* The efficiency of voice production / H. K. Schutte. — 1981. — 236 с.

15. *Stein P. K.* Effect of moricizine on heart rate variability in normal subjects / P. K. Stein, J. N. Rottman, T. Kuru, R. E. Kleiger // Int. J. Cardiol. — 1995. — Vol. 48, N 1. — P. 59—65.

ETHNIC FEATURES OF FONATION LOAD IMPACT ON FUNCTIONING INDICES OF THE CARDIO-VASCULAR SYSTEM

N. A. Agadzhanyan, A. I. Smirnova

Russian Peoples' Friendship University, Moscow

The article describes the results of functional criteria of the cardio-respiratory system in young people (men and women) from Russia and Vietnam during speech. The authors show that the essential differences occur in influence of phonation on the functional criteria of the cardio-respiratory system when making a comparison between the examined Russian group and the one from Vietnam in rest and on phonatory exertion in Russian and Vietnamese languages.

Key words: phonation, heart rate variability, ethnic group.