

АНАЛИЗ СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ И ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЛИЦ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДАВЛЕНИЯ

И.А. Туйзарова¹, В.А. Козлов¹, А.В. Никулина¹, А.А. Шуканов²

¹Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия,

²Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань, Россия

Цель исследования – провести факторный и регрессионный анализ показателей variability и турбулентности сердечного ритма при холтеровском мониторинге лиц с разным уровнем артериального давления. **Организация и методы.** Проанализированы данные 68 лиц в возрасте $56,21 \pm 1,06$ года, доля женщин составила 48,5 %. Были проанализированы суточные записи электрокардиограммы, полученные посредством холтеровского мониторинга с применением программно-аппаратного комплекса «Кардиотехника-04» фирмы «ИНКАРТ». Заключение об уровне длительности и стойкости повышения давления формулировалось на основе стандартной диагностической схемы с учетом рекомендаций ВНОК 2013 г. Оценка показателей variability и турбулентности сердечного ритма проводилась в рамках стандартной процедуры. Статистический анализ численных непрерывных данных осуществлен методами дескриптивной статистики. Непрерывные и интервальные переменные были исследованы с помощью факторного анализа. Образовавшие факторы переменных были использованы для проведения регрессионного анализа. **Результаты.** Анализ показал, что исследуемые переменные взаимосвязаны, а системообразующим фактором, очевидно, является величина артериального давления. **Заключение.** Из результатов проведенного статистического исследования явным образом следует, что увеличение артериального давления является основной причиной изменений variability сердечного ритма и турбулентности сердечного ритма.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, турбулентность сердечного ритма, начало турбулентности, наклон турбулентности.

Введение. Дисфункция регуляции автономной сердечной деятельности является независимым фактором риска повышения артериального давления (АД) и может быть оценена с помощью неинвазивных методов, таких как variability сердечного ритма, турбулентность сердечного ритма [2, 6, 8–10].

Одним из лучших неинвазивных подходов к оценке нарушения баланса между симпатической и парасимпатической нервной системой является анализ variability сердечного ритма, определяемый как изменчивость интервалов R-R электрокардиограмм (ЭКГ). Variability сердечного ритма (BCP) дает численные данные о сердечной автономной функции. Анализ BCP состоит из частей во временной области и частотной области. Параметры BCP во временной области SDNN (стандартное отклонение NN интервалов – характеристика вагусной регуляции) и SDANN (стандартное отклонение средних значений SDNN из 5, 10-минутных сегментов

для средней длительности, многочасовых или 24-часовых записей) оценивают парасимпатические функции, тогда как RMSSD (корень квадратный из суммы квадратов разности величин последовательных пар N–N-интервалов) и PNN50 (доля NN50 общего количества последовательных пар N–N-интервалов, различающихся более чем на 50 мс, полученного за весь период записи) отражают статус симпатической регуляции. Частотный параметр HRV HF (вариативность сердечного ритма и высокочастотная составляющая BCP) оценивают симпатические функции, тогда как LF (низкочастотная составляющая BCP) представляет собой симпатические и парасимпатические влияния.

Турбулентность сердечного ритма (TCP) используется для оценки активности барорефлекса, который, как известно, поддерживает гомеостаз сердечно-сосудистой системы посредством регуляции артериального давления (АД). Снижение барорефлекторной чув-

ствительности является одним из факторов стойкого повышения артериального давления [3, 4, 5, 7].

Численный показатель ТСР описывает возвращение частоты сердечных сокращений к равновесию после преждевременных желудочковых сокращений [1]. Различают два независимых друг от друга параметра для анализа: турбулентность «turbulenceonset» (ТО) – «начало» турбулентности, показатель, отражающий период тахикардии и турбулентность «turbulenceslope» (ТС) – «наклон» турбулентности, отражающий период брадикардии. Значения показателей $ТО < 0\%$ и $ТС \geq 2,5 \text{ мс} / \text{RR}$ считаются нормальными, а $ТО > 0\%$ и $ТС < 2,5 \text{ мс} / \text{RR}$ патологическими. Нарушения ВСР и ТСР связаны с увеличением риска внезапной смерти [1–4].

Цель исследования: проведение факторного и регрессионного анализа показателей variability и турбулентности сердечного ритма при холтеровском мониторинге лиц с разным уровнем артериального давления.

Организация и методы. Проанализированы данные суточного холтеровского мониторинга ЭКГ 68 человек. Холтеровское мониторирование осуществляли с помощью программно-аппаратного комплекса «Кардиотехника-04» фирмы «ИНКАРТ». Средний возраст обследованных составил $56,21 \pm 1,06$ года, доля женщин – 48,5 %, мужчин – 51,5 %. Заключение о длительности и стойкости повышения АД формулировалось на основе стандартной диагностической схемы с учетом рекомендаций ВНОК 2013 г. [1]. У тринадцати человек АД находилось в пределах физиологической нормы, у остальных наблюдалось повышенное АД.

Оценка показателей variability и турбулентности сердечного ритма проводилась в рамках стандартной процедуры [2]. Статистический анализ численных непрерывных данных осуществлен методами дескриптивной статистики. Непрерывные и интервальные переменные были исследованы с помощью факторного анализа. Факторообразующие переменные были использованы для проведения регрессионного анализа.

Результаты исследования. Анализ средних величин не выявил статистически значимых различий показателей variability сердечного ритма в зависимости от группировки лиц по степени увеличения АД (табл. 1), что в большей степени обусловлено значи-

тельным разбросом данных. Тем не менее, по величине АД, как систолического, так и диастолического, группы хорошо различаются.

При факторном анализе методом главных компонентных показателей холтеровского мониторирования 68 обследованных выявляется два фактора (табл. 2). Фактор 1 представлен группой отрицательно коррелирующих переменных, характеризующих величину АД. Поскольку он сильно связан с фактором 2, сформированным переменными «начало» и «наклон» турбулентности сердечного ритма, можно предположить, что величина АД влияет на риск возникновения турбулентности сердечного ритма. Фактор 1 образован переменными, характеризующими величину АД. Максимальные корреляционные значения имеют показатели как нормального, так и увеличенного диастолического и систолического давления. Это позволяет придать фактору 1 физический смысл степени увеличения АД. Фактор 2 образован показателями ТСР, максимальные корреляционные значения имеют $ТО \text{ сут}$ и $ТС \text{ day}$, поэтому фактору 2 допустимо придать физический смысл ТСР.

Собственное значение фактора тяжести увеличения АД 46,2 %, фактора ТСР – 30,3 % (табл. 3). Остальные переменные, указанные в табл. 1, кумулятивно составляют 23,5 %.

В регрессионное уравнение при зависимой переменной Степень АД входят независимые переменные, показанные в табл. 4. Как видим, связь этих переменных с величиной АД статистически значимая.

При факторном анализе показателей variability сердечного ритма также выявляют два фактора (табл. 5), но этот результат обусловлен так называемой внутренней корреляцией связанных параметров, поскольку нормированный показатель nHF является расчетным:

$$nHF = \frac{HF}{LF+HF} \%$$

По этой причине дальнейший статистический анализ этой группы данных не представляет смысла.

При факторном анализе полной матрицы (показатели variability сердечного ритма и холтеровского мониторинга) выявляется три фактора (табл. 6). Структура фактора 1 образована переменными SDNN, pNN50, SDANN, SDNNidx, VLF, LF, $ТО \text{ сут.}$, $ТС \text{ сут.}$, $ТС \text{ day}$. Поскольку эти переменные характеризуют статус автономной нервной системы,

Таблица 1
Table 1

Результаты дескриптивного анализа данных, M ± m
Results of descriptive analysis, M ± m

Показатели Parameters	Нормальные значения артериального давления норма, n = 13 Normal blood pressure, n = 13	Повышение артериального давления I степени, n = 18 Increased blood pressure Grade I, n = 18	Повышение артериального давления II степени, n = 25 Increased blood pressure Grade II, n = 25	Повышение артериального давления артериальная гипертензия III степени, n = 12 Arterial hypertension Grade III, n = 12
VAR	1408,7 ± 686,3	1064,0 ± 237,9	1090,4 ± 341,0	1136,7 ± 401,7
avNN (мс) avNN (msec)	846,6 ± 77,3	846,2 ± 115,3	779,8 ± 85,8 ^{p=0,0243}	798,8 ± 108,0
SDNN (мс) SDNN (msec)	132,1 ± 22,9	142,7 ± 41,7	124,6 ± 25,5	143,1 ± 44,8
pNN50 (%)	3,5 ± 3,1	6,5 ± 8,4	2,9 ± 2,9	7,0 ± 10,5
rMSSD (мс) rMSSD (msec)	27,5 ± 8,6	48,5 ± 50,3	23,0 ± 8,1	31,0 ± 19,2
SDNNidx (мс) SDNNidx (msec)	46,7 ± 8,6	50,3 ± 22,0	39,6 ± 11,5	51,5 ± 22,0
SDANN (мс) SDANN (msec)	122,1 ± 23,8	131,7 ± 39,8	115,7 ± 26,4	129,5 ± 41,2
VLF	1745,3 ± 465,7	2255,8 ± 1771,7	1512,0 ± 1362,9	2303,2 ± 1794,8
LF	795,8 ± 499,9	870,8 ± 880,8	572,5 ± 523,6	1199,5 ± 1378,9
HF	220,5 ± 137,3	346,5 ± 615,5	273,0 ± 431,0	365,0 ± 518,9
nHF (%)	22,8 ± 10,1	25,2 ± 10,8	28,7 ± 11,5	19,8 ± 12,1
CBBP	981,3 ± 216,4	1167,2 ± 493,9	1138,4 ± 457,6	1220,5 ± 445,8
SAD	125,0 ± 12,0	148,0 ± 5,0 ^{p=0,0000}	165,0 ± 7,0 ^{p=0,0000}	182,0 ± 28,0 ^{p=0,0000}
DAD	80,0 ± 9,0	89,0 ± 10,0 ^{p=0,0154}	101,0 ± 9,0 ^{p=0,0000}	122,0 ± 11,0 ^{p=0,0000}
TO сут 24-hour TO	-2,5 ± 1,5	-1,03 ± 2,24	-1,16 ± 2,3	-3,4 ± 2,4
TO day	-1,9 ± 1,44	-1,03 ± 2,12	-1,12 ± 2,12	-2,4 ± 2,24
TS day	8,7 ± 6,63	7,5 ± 6,4	4,88 ± 6,54	8,7 ± 7,1

Примечание. В верхнем регистре показаны: p – значения p < 0,05.
Note. Superscript elements indicate p – values p < 0.05.

фактор 1 может быть интерпретирован как «Влияние автономной нервной системы на миокард». Корреляция между всеми компонентами фактора 1, кроме TO сут, сильная положительная. Фактор 2 образуют переменные SAD, DAD, степень САД, степень ДАД, степень АД. Поскольку этот фактор сформирован переменными, характеризующими величину АД, он может быть интерпретирован как «Статус сосудистой системы». Корреляция всех параметров, формирующих фактор 2, сильная отрицательная. Фактор 3 сформирован переменными TO est all day и TO est day, которые также между собой коррелируют отрицательно. Фактор 3 явным образом характеризует NCH, и поэтому ему может быть придан одноименный физический смысл. Корреляции во всех случаях статистически значимые.

Таблица 2
Table 2

Анализ факторных нагрузок показателей холтеровского мониторинрования
Analysis of Holter monitoring factor loads

Показатели Parameters	Фактор 1 Factor 1	Фактор 2 Factor 2
TO сут / 24-hour TO	-0,130605	0,923593
TO day	-0,046703	0,897108
TS day	0,191541	-0,900578
SAD	-0,902153	-0,053064
DAD	-0,910784	-0,067520
Увеличение САД Increase in SBP	-0,895902	-0,117966
Увеличение ДАД Increase in DBP	-0,877268	-0,052948
Увеличение АД Increase in BP	-0,940396	-0,105830
Expl.Var	4,158978	2,725117
Prp.Totl	0,462109	0,302791

Таблица 3
Table 3

Собственные значения факторов
Factor eigenvalues

Факторы Factors	Собственные значения Eigenvalue	% общей дисперсии % of total variance	Кумуляция собственных значений Cumulation of eigenvalues	Кумулятивная дисперсия, % Cumulation variance, %
Фактор 1 Factor 1	4,158978	46,21087	4,158978	46,21087
Фактор 2 Factor 2	2,725117	30,27908	6,884095	76,48995

Таблица 4
Table 4

Результаты регрессионного анализа показателей холтеровского мониторинга
Regression analysis of Holter monitoring parameters

Показатели Parameters	Beta	Стандартная ошибка Standard error	B	Стандартная ошибка Standard error	e (64)	Значения P P values
Свободный член уравнения Constant terms			0,000793	0,020052	0,0395	0,968467
ТО сут 24-hour TO	0,095138	0,002408	0,037683	0,000954	39,5161	0,000000
TO day	-0,067402	0,002325	-0,028831	0,000995	-28,9877	0,000000
TS night	0,067264	0,001513	0,010264	0,000231	44,4634	0,000000
SAD	-0,027669	0,003758	-0,001177	0,000160	-7,3635	0,000000
DAD	0,030199	0,004211	0,001843	0,000257	7,1710	0,000000
Повышение САД Increase in SBP	0,645588	0,003383	0,717557	0,003760	190,8420	0,000000
Повышение ДАД Increase in DBP	0,370389	0,003731	0,357488	0,003601	99,2689	0,000000

Таблица 5
Table 5

Анализ факторных нагрузок показателей variability сердечного ритма
Factor loads of heart rate variability

Показатели Parameters	Фактор 1 Factor 1	Фактор 2 Factor 2
CBVP	-0,746427	0,162727
nHF (%)	-0,107267	0,928611
SDNN (мс)	-0,885910	-0,223271
pNN50 (%)	-0,858854	0,326081
SDNNidx (мс)	-0,949260	-0,177395
SDANN (мс)	-0,826965	-0,220441
VLF	-0,895194	-0,282908
LF	-0,894933	-0,046451
HF	-0,781019	0,438130
Expl.Var	5,888362	1,399192
Prp.Totl	0,654262	0,155466

Фактор 1 имеет наивысшую нагрузку для переменных SDNNidx и LF. Фактор 2 (статус сосудистой системы) – DAD, степень САД. Фактор 3 – наивысшая нагрузка приходится на дневную турбулентность.

Собственное значение фактора 1 составляет 40,0 %, фактора 2–26,0, фактора 3–12,0 %. Остальные переменные кумулятивно составляют 22,0 % (табл. 7).

Переменные, образовавшие описанные выше факторы, были использованы в множественном регрессионном анализе полученных данных. В уравнение множественной регрессии при независимом предикторе «Степень АД» входят практически все исследуемые переменные (табл. 8).

Из результатов проведенного статистического исследования следует, что увеличение АД является основной причиной изменений ВСР и ТСР.

Таблица 6
Table 6

Анализ факторных нагрузок показателей variability сердечного ритма и холтеровского мониторингирования
Factor loads of heart rate variability and Holter monitoring parameters

Показатели Parameters	Фактор 1 Factor 1	Фактор 2 Factor 2	Фактор 3 Factor 3
SDNN (мс) SDNN (msec)	0,838887	0,022994	-0,280665
pNN50 (%)	0,822509	-0,106370	-0,018615
SDNNidx (мс) SDNNidx (msec)	0,942798	0,004028	-0,128688
SDANN (мс) SDANN (msec)	0,781392	0,047892	-0,283308
VLF	0,883307	-0,037633	-0,181340
LF	0,914461	-0,082461	0,014091
HF	0,779873	-0,134841	0,010844
TO сут 24-hour TO	-0,723185	-0,017577	-0,522595
TO estallday	-0,224399	-0,035839	-0,838854
TO estday	-0,031082	-0,025170	-0,852530
TS сут	0,844515	-0,005772	0,169738
SAD	-0,028284	-0,893848	-0,053691
DAD	-0,034760	-0,902541	0,048093
Степень САД SBP Grade	-0,052342	-0,906949	0,007150
Степень ДАД DBP Grade	-0,070986	-0,881758	0,027733
Степень АГ Arterial hypertension Grade	-0,060769	-0,944708	0,020127
Expl.Var	6,405370	4,148882	1,947963
Prp.Totl	0,400336	0,259305	0,121748

Таблица 7
Table 7

Собственные значения факторов
Factor eigenvalues

Факторы Factors	Собственное значение Eigenvalue	% общей дисперсии % of total variance	Кумуляция собственных значений Cumulation of eigenvalues	Кумулятивная дисперсия, % Cumulation dispersion, %
Фактор 1 Factor 1	6,405370	40,03356	6,40537	40,03356
Фактор 2 Factor 2	4,148882	25,93051	10,55425	65,96408
Фактор 3 Factor 3	1,947963	12,17477	12,50222	78,13885

Таблица 8
Table 8

Результаты регрессионного анализа показателей variability
сердечного ритма и холтеровского мониторинга при независимом предикторе «Степень АД»
Regression analysis of heart rate variability and Holter monitoring parameters
with an independent predictor 'Blood pressure level'

Показатели Parameters	Beta	Стандартная ошибка Standard error	B	Стандартная ошибка Standard error	t (64)	Значения P P values
Intercept			-1,05436	0,024957	-42,247	0,000000
avNN (мс) avNN (msec)	0,045155	0,001849	0,00044	0,000018	24,426	0,000000
SDNN (мс) SDNN (msec)	1,240041	0,017443	0,03592	0,000505	71,092	0,000000
pNN50 (%)	0,185200	0,004150	0,02967	0,000665	44,626	0,000000
rMSSD (мс) rMSSD (msec)	-0,092085	0,002121	-0,00323	0,000074	-43,414	0,000000
SDNNidx (мс) SDNNidx (msec)	-0,462104	0,008057	-0,02849	0,000497	-57,354	0,000000
SDANN (мс) SDANN (msec)	-0,842901	0,014854	-0,02529	0,000446	-56,748	0,000000
VLF	-0,079712	0,004772	-0,00006	0,000004	-16,703	0,000000
LF	0,233063	0,005246	0,00030	0,000007	44,424	0,000000
HF	-0,148554	0,004282	-0,00035	0,000010	-34,691	0,000000
nHF (%)	-0,084224	0,002695	-0,00730	0,000234	-31,254	0,000000
CBBP	0,044050	0,002527	0,00011	0,000006	17,429	0,000000
TO сут 24-hour TO	0,125526	0,004641	0,05468	0,002022	27,048	0,000000
TO estallday	0,281731	0,003974	0,79218	0,011175	70,889	0,000000
TO day	0,034041	0,004469	0,01569	0,002060	7,618	0,000000
TO estday	-0,091700	0,003062	-0,28044	0,009366	-29,943	0,000000
TS сут	-0,350927	0,005895	-0,04497	0,000755	-59,532	0,000000
TS estallday	0,255746	0,003869	0,77427	0,011712	66,109	0,000000
HRT	-0,529830	0,005050	-1,29058	0,012302	-104,909	0,000000
TS day	0,365042	0,006270	0,05539	0,000951	58,216	0,000000
TS estday	0,137802	0,003009	0,37763	0,008246	45,795	0,000000
TS night	0,012639	0,002027	0,00185	0,000297	6,235	0,000000
TS estnight	-0,082685	0,001972	-0,29153	0,006954	-41,921	0,000000
TO night	0,045302	0,002905	0,01780	0,001142	15,592	0,000000
TO estnight	0,034187	0,002499	0,08970	0,006558	13,678	0,000000
SAD	0,123684	0,003750	0,00536	0,000162	32,982	0,000000
Степень САД SBP Grade	0,468835	0,003811	0,52740	0,004287	123,018	0,000000
Степень ДАД DBP Grade	0,474837	0,002197	0,44356	0,002052	216,171	0,000000

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют, что исследуемые переменные взаимозависимы, то есть, отражают статус функциональной системы, а системообразующим фактором является величина АД. Полученная регрессионная модель взаимодействия показателей АД, ТСР и ВСР доказывает принципиальную возможность построения программного продукта типа «Консультант

спортивного врача», который будет способен на основе анализа большого массива данных прогнозировать состояние сердечно-сосудистой системы как лиц, занимающихся спортивными тренировками, так и населения в целом. Кроме того, из результатов проведенного статистического исследования явным образом следует, что увеличение АД является основной причиной изменений ВСР и ТСР.

Литература

1. Национальные рекомендации по лечению артериальной гипертензии ESH/ESC 2013 / Рабочая группа по подготовке текста рекомендаций: J. Redon [и др.] // *Рос. кардиол. журнал.* – 2014. – № 1 (105). – С. 7–94.
2. Национальные российские рекомендации по применению методики Холтеровского мониторирования в клинической практике / Рабочая группа по подготовке текста рекомендаций: В.Н. Коломятова [и др.] // *Рос. кардиол. журнал.* – 2014. – № 2. – С. 6–71.
3. Balczevska, D. Baroreflex sensitivity: measurement and clinical aspects / D. Balczevska, P. Ptaszynski, I. Cygankiewicz // *Przegl Lek.* – 2015. – No. 72 (11). – P. 682–689.
4. Cardiac autonomic function measured by heart rate variability and turbulence in prehypertensive subjects / A. Erdem [et al.] // *Clinical and Experimental Hypertension.* – 2013. – Vol. 35, iss. 2. – P. 102–107.
5. Chen, H.Y. Circadian Patterns of Heart Rate Turbulence, Heart Rate Variability and Their Relationship / H.Y. Chen // *Cardiol Res.* – 2011. – Jun; 2 (3). – P. 112–118. DOI: 10.4021/cr41w. Epub 2011 May 20
6. Heart rate turbulence in masked hypertension and white-coat hypertension / C.L. Song, X. Zhang, Y.K. Liu et al. // *Eur. Rev. Med Pharmacol. Sci.* – 2015. – Apr. – No. 19 (8). – P. 457–460.
7. Heart rate turbulence to guide treatment for prevention of sudden death / A. Bauer [et al.] // *Journal of Cardiovascular Pharmacology.* – 2010. – Vol. 55, iss. 6. – P. 531–538.
8. Heart Rate Turbulence: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. International Society for Holter and Noninvasive Electrophysiology Consensus / A. Bauer [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiology.* – 2008. – Vol. 52, suppl. 17. – P. 1353–1365.
9. Kilit, C. Autonomic modulation in hypertension without hypertrophy / C. Kilit, T. Pasali, E. Onrat // *Acta Cardiol.* – 2015. – Dec. – No. 70 (6). – P. 21–27.
10. Kossaiify, A. Assessment of heart rate turbulence in hypertensive patients: rationale, perspectives, and insight into autonomic nervous system dysfunction / A. Kossaiify, A. Garcia, F. Ziade // *Heart Views.* – 2014. – Jul. – No. 15 (3). – P. 8–73.

Туйзарова Ирина Алексеевна, ассистент кафедры «Факультетская и госпитальная терапия», Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова. 428015, г. Чебоксары, Московский проспект, 15. E-mail: irina_tuizarova@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7246-5868.

Козлов Вадим Авенирович, доктор биологических наук, профессор кафедры медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова. 428015, г. Чебоксары, Московский проспект, 15. E-mail: rooh12@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7488-1240.

Никулина Анна Витальевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова. 428015, г. Чебоксары, Московский проспект, 15. E-mail: panianna@list.ru, ORCID: 0000-0003-2572-119X.

Шуканов Александр Андреевич, доктор ветеринарных наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела токсикологии, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности. 420075, г. Казань, Научный городок, 2. E-mail: hukanovr78@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7678-6212.

Поступила в редакцию 10 сентября 2018 г.

HEART RATE TURBULENCE AND HEART RATE VARIABILITY IN PERSONS WITH VARIOUS BLOOD PRESSURE

I.A. Tuyzarova¹, irina_tuizarova@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7246-5868,
V.A. Kozlov¹, pooh12@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7488-1240,
A.V. Nikulina¹, panianna@list.ru, ORCID: 0000-0003-2572-119X,
A.A. Shukanov², hukanovr78@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7678-6212

¹Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russian Federation,

²Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan,
Russian Federation

Aim. The article deals with factor and regression analysis of heart rate variability and heart rate turbulence during Holter monitoring in persons with various blood pressure. **Materials and methods.** 68 persons aged 56.21 ± 1.06 participated in the study (48.5% female participants). We analyzed 24-hour ECG recordings obtained with the help of a Holter monitor and hardware software complex 'Kardiotekhnika-04' (INCART). The results obtained were interpreted using a standard diagnostic scheme proposed by the Russian society of cardiology in 2013. We also assessed heart rate turbulence and heart rate variability using a standard procedure. We used the methods of descriptive statistics to process continuous numerical data. We studied continuous and interval variables with the help of factor analysis and used the data obtained to conduct regression analysis. **Results.** The analysis revealed that the variables studied depend on each other, while the most important factor is, obviously, arterial blood pressure. **Conclusion.** The results obtained prove that the main reason of heart rate variability and heart rate turbulence is an increase in arterial blood pressure.

Keywords: heart rate variability, heart rate turbulence, beginning of heart rate turbulence, turbulence slope.

References

1. Redon J. et al. [National Recommendations for the Treatment of Arterial Hypertension ESH / ESC 2013]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal* [Russian Journal of Cardiology], 2014, no. 1 (105), pp. 7–94. (in Russ.)
2. Komolyatova V.N. et al. [National Russian Recommendations on the Application of the Holter Monitoring Method in Clinical Practice]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal* [Russian Journal of Cardiology], 2014, no. 2, pp. 6–71. (in Russ.)
3. Bałczewska D., Ptaszyński P., Cygankiewicz I. Baroreflex Sensitivity: Measurement and Clinical Aspects. *Przegl Lek*, 2015, no. 72 (11), pp. 682–689.
4. Erdem A. et al. Cardiac Autonomic Function Measured by Heart Rate Variability and Turbulence in Pre-Hypertensive Subjects. *Clinical and Experimental Hypertension*, 2013, vol. 35, iss. 2, pp. 102–107. DOI: 10.3109/10641963.2012.690475
5. Chen H.Y. Circadian Patterns of Heart Rate Turbulence, Heart Rate Variability and Their Relationship. *Cardiol Res*, 2011, no. 2 (3), pp. 112–118. DOI: 10.4021/cr41w. Epub 2011 May 20. DOI: 10.4021/cr41w
6. Song C.L., Zhang X., Liu Y.K. et al. Heart Rate Turbulence in Masked Hypertension and White-Coat Hypertension. *Eur. Rev. Med Pharmacol. Sci.*, 2015, no. 19 (8), pp. 457–460.
7. Bauer A. et al. Heart Rate Turbulence to Guide Treatment for Prevention of Sudden Death. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 2010, vol. 55, iss. 6, pp. 531–538. DOI: 10.1097/FJC.0b013e3181d4c973

8. Bauer A. et al. Heart Rate Turbulence: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. International Society for Holter and Noninvasive Electrophysiology Consensus. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2008, vol. 52, suppl. 17, pp. 1353–1365. DOI: 10.1016/j.jacc.2008.07.041
9. Kilit C., Pasali T., Onrat E. Autonomic Modulation in Hypertension Without Hypertrophy. *Acta Cardiol.*, 2015, no. 70 (6), pp. 21–27.
10. Kossaify A., Garcia A., Ziade F. Assessment of Heart Rate Turbulence in Hypertensive Patients: Rationale, Perspectives, and Insight into Autonomic Nervous System Dysfunction. *Heart Views*, 2014, no. 15 (3), pp. 8–73.

Received 10 September 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Анализ связи показателей турбулентности и вариабельности сердечного ритма у лиц с разным уровнем давления / И.А. Туйзарова, В.А. Козлов, А.В. Никулина, А.А. Шуканов // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 64–72. DOI: 10.14529/hsm180410

FOR CITATION

Tuyzarova I.A., Kozlov V.A., Nikulina A.V., Shukanov A.A. Heart Rate Turbulence and Heart Rate Variability in Persons with Various Blood Pressure. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 4, pp. 64–72. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180410
