

## ЦИРКАДНАЯ РИТМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ОБСЛЕДУЕМЫХ.

НИИ кардиологии МЗ РФ, Санкт-Петербург

*Рассматриваются вопросы циркадной динамики показателей вариабельности ритма во взаимосвязи с ЧСС и АД у здоровых обследуемых различных возрастных групп.*

**Ключевые слова:** вариабельность ритма сердца, суточное мониторирование ЭКГ и АД, циркадные изменения, здоровые обследуемые.

*The problem of circadian dynamics of the heart rate variability indices in correlation with the heart rate and blood pressure in healthy persons of different age groups is considered.*

**Key words:** heart rate variability, 24-hour monitoring of ECG and blood pressure, circadian dynamics, healthy persons

Анализ вариабельности сердечного ритма вызывает большой интерес у исследователей и практических врачей. Возросшее внимание к этой довольно старой методике [1, 2, 3] связано как с появлением новых точек приложения метода – оценки прогностического значения снижения общей вариабельности ритма (например, после перенесенного инфаркта миокарда, в диагностике диабетической полинейропатии), оценки парасимпатических влияний и вагосимпатического баланса, так и с возможностью применения методик анализа вариабельности при холтеровском мониторировании [4].

Анализ последовательности RR-интервалов на базе суточного мониторирования ЭКГ позволяет получить много дополнительной информации, в частности о циркадной динамике, связи с жизнедеятельностью пациента (покой, физическая активность, умственное напряжение, прием пищи, сон) [5, 6]. С другой стороны, именно эти особенности, связанные с двигательной активностью обследуемого, невозможностью стандартизации условий обуславливают трудности при интерпретации результатов.

Клиницисту для использования методики необходимы представления о диапазонах нормальных колебаний. В зарубежной литературе имеется ряд работ, посвященных обследованию здоровых лиц и выработке нормативов [7, 8, 9, 10], однако в связи с выраженной зависимостью от возраста, большими межиндивидуальными колебаниями необходимы большие выборки. В отечественной литературе вопрос освещен менее подробно [11]. Как уже говорилось выше, особенность холтеровского мониторирования состоит в возможности получения не только общих, но и циркадных характеристик. В то же время работ, посвященных суточной динамике показателей вариабельности ритма сердца, и особенно во взаимосвязи с ЧСС и АД практически нет.

Целью настоящего исследования явилось оценить показатели вариабельности ритма сердца и циркадную динамику у здоровых обследуемых и сформулировать пределы их нормальных колебаний.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Обследовано 37 человек (32 мужчины и 5 женщин) в возрасте от 15 до 60 лет – сотрудники и студенты. Для участия в исследовании отбирались лица без сердечно-

сосудистой патологии и любых других хронических заболеваний в анамнезе, не предъявляющие жалоб, не принимающие медикаментов, влияющих на функцию сердечно-сосудистой системы и вегетативный статус. Необходимыми условиями для включения в исследование были отсутствие патологических находок при физикальном исследовании и регистрации стандартной 12-канальной ЭКГ в покое, нормальное АД (не превышающее 140/90). Обследуемые были разделены на три возрастные группы: к молодой (15-29 лет) отнесены 16 человек, к средней (30-45 лет) – 14 человек, старшей (46-60 лет) – 7 человек.

Суточное мониторирование ЭКГ и АД проводилось с использованием кардиомониторов “Кардиотехника 4000 АД” “Инкарт” Санкт-Петербург. Обследуемые придерживались привычного режима дня, отмечая основные моменты в дневнике наблюдения. Необходимое для всех выполнение в ходе мониторирования нагрузочных (лестничных) проб по методике, описанной нами ранее [12, 13] представляло попытку создания условий сходной двигательной активности обследуемых. Длительность мониторирования составляла 24 часа, за период “ночи” принималось время ночного сна.

Запись и обработка сигнала осуществлялась в соответствии с требованиями к коммерческому оборудованию и оборудованию для анализа вариабельности ритма сердца [4]. Последовательность RR-интервалов подвергалась автоматическому анализу на предмет наличия аритмий и артефактных участков, которые затем исключались из рассмотрения. Расчет вариабельности сердечного ритма производился на базе последовательности RR синусового происхождения по всей записи в последовательно взятых окнах длительностью 300 секунд с вычислением стандартных временных и спектральных характеристик. Из показателей анализа во временной области рассчитывались SDNN (мс)-среднеквадратичное отклонение интервалов RR, SDNN index (мс)- среднее 5-минутных стандартных отклонений по всей записи, SDANN(мс)-среднеквадратичное отклонение, вычисленное на базе интервалов RR, усредненных за каждые 5 минут записи, RMSSD (мс)- среднеквадратичное отклонение межинтервальных различий, pNN50 – доля смежных RR интервалов, межинтервальные различия между которыми превосходят 50 мсек. Спектраль-

ный анализ осуществлялся при помощи быстрого преобразования Фурье с расчетом спектральной плотности мощности ( $\text{мс}^2$ ) по следующим частотным диапазонам: очень низких частот (VLF)  $-0,0033-0,04$  Гц, низких частот (LF)  $-0,04-0,15$  Гц, высоких частот (HF)  $-0,15-0,4$  Гц, а также общей мощности спектра ( $\text{мс}^2$ ). Вычислялись также значения мощности низкочастотного и высокочастотного компонентов спектра, выраженные в нормализованных единицах (LFnu, HFnu) и отражающие относительный вклад каждого из компонентов в общую мощность. Результаты обрабатывались с применением параметрических и непараметрических методов математической статистики с использованием стандартных пакетов программного обеспечения «Matlab», «Excel».

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Результаты временного и спектрального анализа variability ритма сердца представлены в табл. 1, 2. Как видно из таблиц, все значения спектральных компонентов мощности, выраженные в абсолютных единицах, имели четкую обратную зависимость от возраста. Так, величина мощности низкочастотного компонента в младшей возрастной группе была в 3 раза выше, чем в старшей, а мощность высокочастотного компонента спектра в младшей возрастной группе в 4 раза превышала значения, определенные в старшей возрастной группе. Это согласуется и с литературными данными [7, 8, 9]. В исследовании Bigger [7] с увеличением возраста на каждые 10 лет мощность колебаний спектра в диапазонах VLF, LF, HF снижалась соответственно на 12%, 22% и 10%.

В работах D.Ziegler [9], K.Jensen-Urstad [8] также была продемонстрирована обратная корреляция с возрастом для VLF, LF, HF. При этом по данным [8] показатель LF/HF практически не изменялся. В работе [9], напротив, отмечают некоторое увеличение LF/HF и LFnu с возрастом, что находится в соответствии с данными нашего исследования, продемонстрировавшего возрастание LFnu и снижение HFnu. С возрастом активность парасимпатических модуляций снижается в большей степени, нежели симпатических, что обуславливает изменение нормализованных показателей мощности, однако нормализованные показатели меняются значительно меньше, чем абсолютные, что связано с общей гомеостатической тенденцией поддержания вагосимпатического баланса.

Из временных показателей, четкая обратная зависимость от возраста получена нами для SDNNindex, SDANN, pNN50, RMSSD. Это согласуется и с литературными данными: [8, 9], показавшим негативные корреляции с возрастом для SDNN index, RMSSD, PNN50. В работе [14] не было отмечено снижения RMSSD с возрастом, что было удивительно и для самих авторов, поскольку RMSSD ассоциируется с «быстрыми» изменениями RR, высоко коррелирует с мощностью высокочастотного компонента [15] и считается маркером парасимпатической активности, которая с возрастом уменьшается. Поскольку данное исследование [14] не было проспективным, авторы допускают, что лица со сниженным значением RMSSD могли умереть или быть исклю-

Таблица 1.

*Временные характеристики variability сердечного ритма у здоровых обследуемых различных возрастных групп.*

Показатель	Возрастная группа (лет)	Сутки	День	Ночь
SDNN	15-29	166±54 (87-302)	-	140±47 (70-207)
	30-45	168±41 (124-242)	-	116±28 (71-151)
	46-60	145±45 (81-192)	-	83±16 (67-101)
SDNNind	15-29	72±19 (41-119)	66±16 (40-98)	83±27 (45-153)
	30-45	62±15 (35-103)	59±16 (35-99)	67±18 (26-107)
	46-60	42±11 (33-64) *	40±12 (31-61)	46±12 (32-69)
SDANN	15-29	168±46 (101-284)	-	-
	30-45	154±41 (99-226)	-	-
	46-60	135±45 (70-184)	-	-
PNN50	15-29	17±11 (1-38)	10±8 (0-28)	30±20 (3-65) ·
	30-45	12±7 (0-28)	7±6 (0-20)	22±10 (0-38) ··
	46-60	3±3 (1-10) *	2±2 (0-6)	4±7 (0-19)
RMSSD	15-29	38±16 (12-72)	29±11 (9-52)	55±28 (19-117) ·
	30-45	31±10 (10-51)	25±10 (8-42)	42±12 (13-61) ·
	46-60	17±7 (11-30) *	15±7 (8-26)	20±9 (13-39)

Данные представлены в виде  $M \pm \sigma$ , в скобках приведены границы диапазона распределения, \* - достоверность различия с соседней группой по возрасту  $p < 0,05$ ; · - достоверность различия в группе между средним дневным и средним ночным значениями  $p < 0,02$ ; ·· - достоверность различия в группе между средним дневным и средним ночным значениями  $p < 0,01$ .

ченным из исследования в связи с наличием сердечно-сосудистой патологии.

По впечатлениям от нашего исследования следует также отметить значительные межиндивидуальные различия значений показателей variability сердечного ритма, что приводит к большим разбросам даже в пределах отдельных возрастных групп. Эту особенность отмечали и другие исследователи [7, 8]. Поэтому наши данные скорее можно считать некими ориентирами, а в перспективе необходимы более детальные исследования с большим количеством наблюдений и выделением более узких возрастных и половых диапазонов. Вероятно, оправданно было бы получение отдельных нормативов

Таблица 2.

*Спектральные характеристики variability сердечного ритма у здоровых обследуемых различных возрастных групп.*

Показатель	Возрастная группа (лет)	Сутки	День	Ночь
Общая мощность	15-29	3182±1467 (1150-6952)	2840±1236 (1082-5384)	3889±2060 (1305-9574)
	30-45	2550±1157 (993-5848)	2386±1183 (866-5624)	2868±1211 (605-6092)
	46-60	1308±638 (768-2623) *	1187±674 (674-2513)	1455±702 (782-2832)
VLF	15-29	2205±1206 (802-5496)	1958±985 (740-4195)	2708±1726 (945-7674)
	30-45	1749±960 (787-4585)	1650±958 (543-4452)	1925±1003 (464-4731)
	46-60	962±485 (591-1963)	876±520 (516-1962)	1088±494 (520-1965)
LF	15-29	792±314 (296-1558)	753±276 (309-1202)	878±430 (267-2153)
	30-45	643±232 (178-1022)	620±304 (213-1350)	706±260 (100-1087)
	46-60	283±148 (109-538) **	265±149 (111-471)	300±188 (107-696)
HF	15-29	240±139 (50-521)	155±78 (32-299)	412±300 (90-1006) ·
	30-45	156±68 (26-271)	114±71 (20-267)	235±107 (39-455) ·
	46-60	54±36 (24-120) *	44±35 (18-94)	65±56 (28-169)
LFnu	15-29	76±7 (66-90)	82±6 (69-91)	66±13 (39-88)
	30-45	79±4 (73-85)	83±3 (76-89)	70±8 (58-83) ...
	46-60	82±6 (70-88)	86±2 (83-89)	78±13 (50-87)
HFnu	15-29	22±7 (8-32)	16±6 (7-29)	32±13 (10-59) ..
	30-45	19±4 (13-25)	15±3 (9-22)	28±8 (15-40) ...
	46-60	16±6 (10-28)	12±2 (9-15)	20±13 (11-48)

Данные представлены в виде  $M \pm \text{сигма}$ , в скобках приведены границы диапазона распределения, \* - достоверность различия с соседней группой по возрасту  $p < 0,05$ , \*\* - достоверность различия с соседней группой по возрасту  $p < 0,01$ . · - достоверность различия в группе между средним дневным и средним ночным значениями  $p < 0,05$ , ... - достоверность различия в группе между средним дневным и средним ночным значениями  $p < 0,01$ , ... - достоверность различия в группе между средним дневным и средним ночным значениями  $p < 0,001$ .

для групп нетренированных и тренированных здоровых обследуемых, поскольку в нашем исследовании значения показателей variability у них отличаются очень значительно, для некоторых параметров – в 2,5-3 раза.

Результаты временных и спектральных показателей variability сердечного ритма по периодам день/ночь представлены в табл. 1, 2. Хотя при анализе индивидуальных 24-часовых записей для некоторых показателей определяется четкая циркадная динамика, при усреднении данных для группы в связи с большими межличностными различиями диапазоны значений для дня и ночи в значительной степени перекрываются. Так при представлении данных в виде  $\text{среднее} \pm 2 \text{ сигмы}$ , например, мощность высокочастотных колебаний в группе молодого возраста днем будет находиться в пределах от 0 до 311  $\text{мс}^2$ , а ночью – от 0 до 1012  $\text{мс}^2$ . Понятно, что в таких условиях сформулировать представление о нормальных пределах циркадной динамики этих величин невозможно. Поэтому нами был осуществлен расчет циркадных индексов показателей variability, результаты которого представлены в табл. 3. Из таблицы видно, что некоторые величины, как то общая мощность спектра, эквивалентный ей по физиологическому смыслу SDNN index, а также спектральная плотность мощности колебаний в диапазонах VLF, LF не изменялись сколь-нибудь значимо от дня к ночи. В то же время мощность в диапазоне высоких частот, статистические показатели pNN50, RMSSD имели выраженную циркадную динамику.

Это хорошо демонстрируют циркадные профили показателей variability (рис. 1), при анализе которых представилась возможность выделить группы параметров, поведение которых четко коррелирует. Профили мощности высокочастотного компонента спектра, RMSSD характеризуются значительным увеличением в ночные часы – двух-трех кратным для HF, в полтора-два раза для RMSSD. Аналогичную циркадную динамику имеет pNN50. Это можно объяснить тем, что эти показатели отражают «быстрые», с коротким периодом колебания, обычно приписываемые парасимпатическим влияниям, которые в свою очередь более интенсивны ночью. Корреляция между этими параметрами очень высока – коэффициент корреляции (R) составляет 0,95. Другая группа показателей – LF, SDNN index (коэффициент корреляции  $R=0,92$ ) (рис. 2) не имели такой выраженной циркадной динамики. Аналогичное поведение имели общая мощность спектра, мощность в диапазоне VLF. В отличие от мощности HF, выраженной в абсолютных единицах, нормированная мощность высокочастотного компонента хуже коррелирует с показателями, отражающими «быструю» составляющую колебаний. Она наиболее тесно

коррелирует с ЧСС ( $R = -0,94$ ), АД ( $R = -0,94$ ). На рис. 3. видно, что в ночные часы имеется повышение HFnu, в это же время происходит снижение ЧСС. Поскольку принято считать, что ЧСС является суммарным результатом симпатических и парасимпатических, гуморальных вли-

Таблица 3.

Циркадные индексы (соотношение день/ночь) временных и спектральных показателей variability сердечного ритма у здоровых обследуемых различных возрастных групп.

Показатель	Возрастная группа (лет)	M ± сигма	Диапазон распределения
Общая мощность	15-60	0,84±0,34	0,36-1,98
	15-29	0,77±0,19	0,44-1,13
	30-45	0,89±0,39	0,36-1,93
	46-60	0,91±0,50	0,48-1,98
VLF	15-60	0,85±0,33	0,41-2,01
	15-29	0,78±0,21	0,41-1,16
	30-45	0,91±0,37	0,42-2,01
	46-60	0,92±0,49	0,49-1,89
LF	15-60	0,97±0,47	0,33-2,51
	15-29	0,93±0,29	0,56-1,54
	30-45	1,01±0,61	0,33-2,51
	46-60	0,96±0,54	0,44-2,10
HF	15-60	0,58±0,43	0,13-2,69
	15-29	0,46±0,17	0,16-0,82
	30-45	0,53±0,25	0,13-0,97
	46-60	0,89±0,84	0,51-2,69
LFnu	15-60	1,23±0,23	0,98-2,00
	15-29	1,29±0,26	1,00-2,00
	30-45	1,20±0,14	0,98-1,50
	46-60	1,16±0,28	1,01-1,76
HFnu	15-60	0,60±0,23	0,21-1,13
	15-29	0,54±0,19	0,31-1,00
	30-45	0,59±0,24	0,28-1,13
	46-60	0,73±0,26	0,21-0,94
SDNNind	15-60	0,87±0,20	0,53-1,47
	15-29	0,83±0,12	0,62-1,04
	30-45	0,91±0,23	0,53-1,46
	46-60	0,90±0,27	0,66-1,47
PNN50	15-60	0,42±0,67	0,00-4,00
	15-29	0,34±0,16	0,00-0,69
	30-45	0,36±0,30	0,00-1,18
	46-60	0,72±1,47	0,00-4,00
RMSSD	15-60	0,62±0,23	0,32-1,53
	15-29	0,55±0,12	0,33-0,70
	30-45	0,61±0,22	0,32-1,17
	46-60	0,75±0,37	0,42-1,53

аний, опосредованных через синусовый узел, такая тесная корреляция HFnu с ЧСС может являться подтверждением того факта, что нормированные значения мощности отражают баланс вагосимпатических влияний на сердце. Суммарные данные взаимных корреляций некоторых показателей variability с ЧСС и АД представлены в табл. 4.

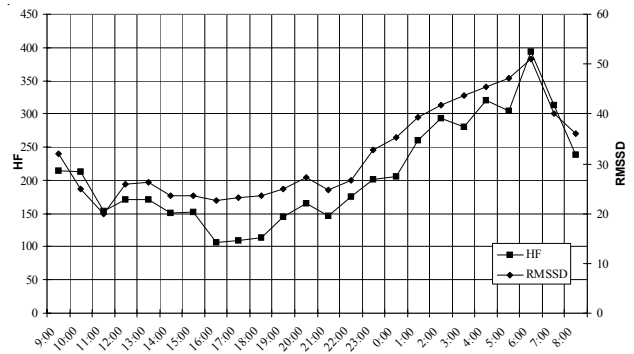


Рис. 1. Циркадные профили HF, RMSSD у здоровых.

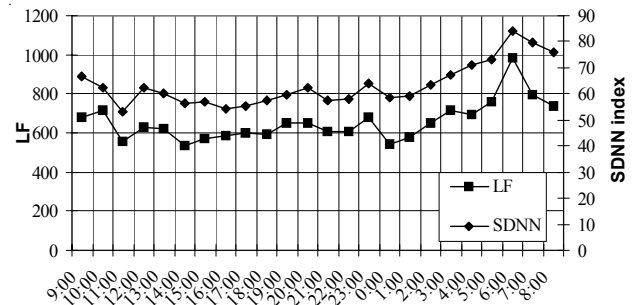


Рис. 2. Циркадные профили LF, SDNN index у здоровых.

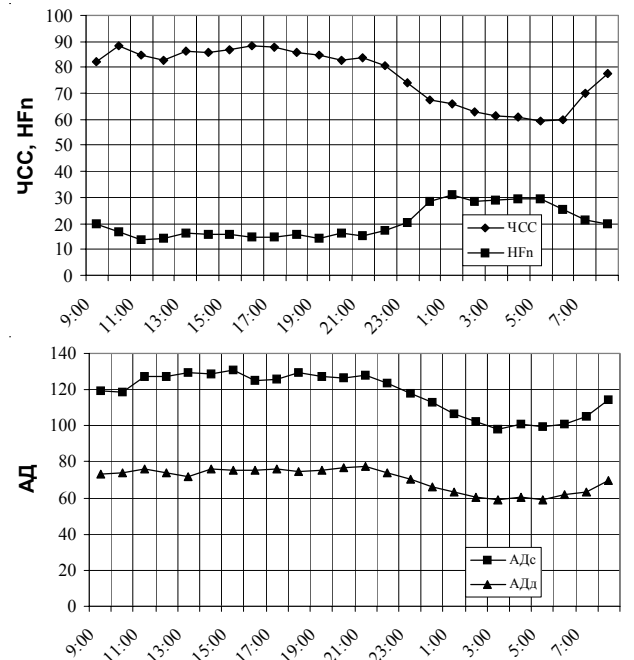


Рис. 3. Циркадные профили ЧСС, HF и АД у здоровых.

Анализ циркадных профилей позволил также выявить увеличение мощностей как низкочастотного, так и высокочастотного компонентов спектра в ранние предутренние часы (5-7 часов утра) (рис 4.). Известно, что в это время суток часто встречаются инсульты, инфаркты, эпизоды ишемии миокарда, злокачественные аритмии. При увеличении HF, LF величина ЧСС оставалась низкой, и, более того, достигала своего минимального значения, обследуемые спали. АД начало постепенно возрастать параллельно с увеличением показателей variability ритма сердца.

Таблица 4.

Взаимные корреляции параметров variability ритма, ЧСС и АД.

	LF	HF	HFnu	SDNNi	RMSSD	ЧСС	АДс	АДд
LF	1,00	0,78	0,35	0,92	0,70	-0,54	-0,62	-0,53
HF	0,78	1,00	0,80	0,86	0,95	-0,89	-0,92	-0,89
HFnu	0,35	0,80	1,00	0,50	0,90	-0,94	-0,92	-0,94
SDNNi	0,92	0,86	0,50	1,00	0,81	-0,66	-0,72	-0,66
RMSSD	0,70	0,95	0,90	0,81	1,00	-0,96	-0,96	-0,95
ЧСС	-0,54	-0,89	-0,94	-0,66	-0,96	1,00	0,95	0,96
АДс	-0,62	-0,92	-0,92	-0,72	-0,96	0,95	1,00	0,97
АДд	-0,53	-0,89	-0,94	-0,66	-0,95	0,96	0,97	1,00

Для сравнения характера циркадных профилей показателей variability в различных возрастных группах нами было выделено две возрастные группы: от 15 до 40 лет (средний возраст 27 лет) – в нее вошло 23 человека, и от 40 до 60 лет (средний возраст 49 лет) – 17 человек. Оказалось (рис. 5), что циркадные профили у здоровых младшей и старшей возрастных групп имели схожее поведение, но с возрастом уменьшалась степень циркадных изменений. Величина циркадного индекса, вычисленная, как отношение средних дневных к средним ночным значениям, соответственно, возрастала. В старшей возрастной группе был менее выражен предутренний подъем.

Проблема циркадной динамики показателей variability ритма сердца поднималась в литературе давно [16, 17], однако до сих пор не производилось попыток оценки “нормальности или ненормальности” циркадного изменения параметров, как дополнительного показателя вегетативной реактивности. В исследовании [8], приведены следующие данные: общая мощность колебаний ночью увеличилась на 30%, по нашим данным это возрастание составило 19%, численные данные по мощности в диапазоне высоких частот не представлены, но также отмечено увеличение мощности высокочастотных колебаний ночью, более выраженное

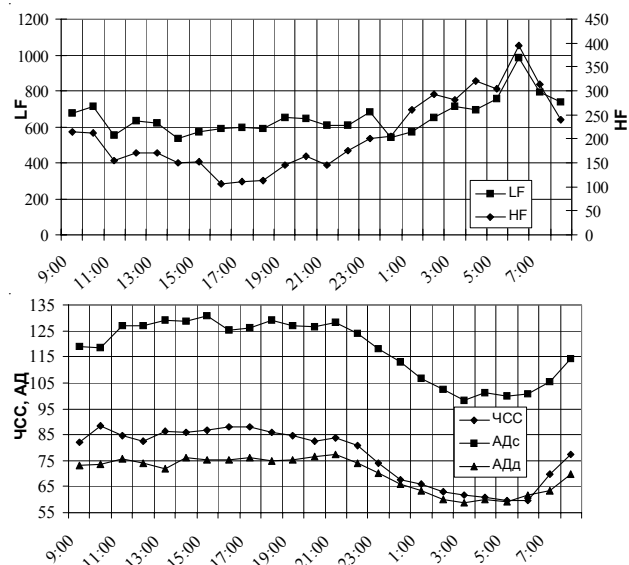


Рис. 4. Циркадные профили LF, HF, ЧСС и АД у здоровых.

у молодых обследуемых. В работе [9] представлены только нижние пороги показателей, в том числе спектральных, вычисленные по 2,5 перцентили. Нижние пороги нормальных диапазонов для HF приблизительно идентичны для дня и ночи, для LF и VLF минимальные дневные значения, напротив, в 2,5-3 раза выше минимальных ночных. Эти результаты не совпадают с полученными нами, а интерпретировать их тем более трудно, что авторами представлены только нижние пороги, а не данные по всему диапазону.

Интересным с точки зрения физиологических механизмов и клинических параллелей кажется нам описанный выше предутренний подъем низко- и высокочастотного компонентов мощности. В доступной литературе нам не встретилось описания подобного феномена. Одна из возможных трактовок – одновременное увеличение и симпатических и парасимпатических влияний на сердце, что может расцениваться, как состояние повышенной напряженности регуляторных механизмов, в данном случае в ранние предутренние часы во время сна.

## ВЫВОДЫ.

1. Циркадная ритмика наиболее выражена для следующих показателей анализа variability ритма сердца: мощность колебаний спектра в высокочастотном диапазоне, выраженная как в абсолютных (HF), так и в нормализованных (HFnu) единицах, среднеквадратичное отклонение межинтервальных различий (RMSSD), процент смежных RR интервалов, межинтервальные различия между которыми превышают 50мсек. (pNN50)

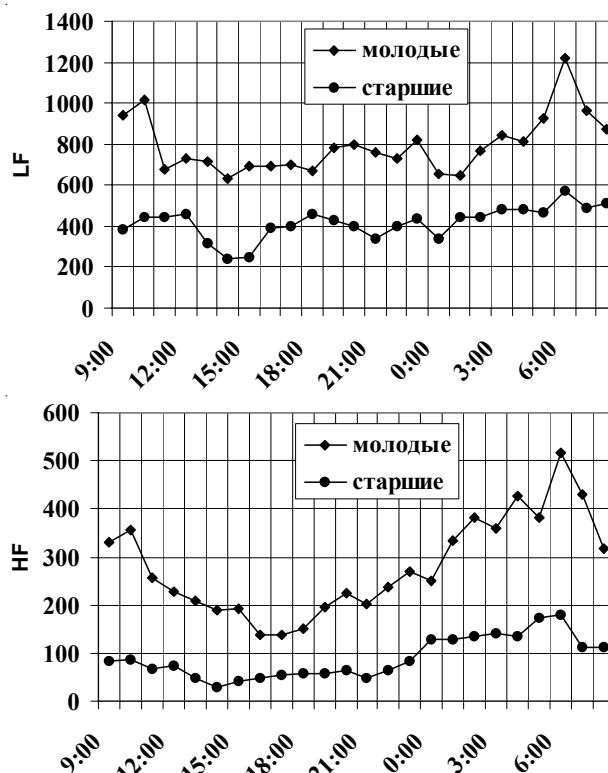


Рис. 5. Циркадные профили LF и HF у здоровых различных возрастных групп.

– показателей, отражающих «быстрые», с коротким периодом колебания.

2. При невозможности получения индивидуальных циркадных профилей подсчет циркадных индексов показателей variability может быть перспективным для оценки суточной динамики при холтеровском мониторинге.

3. С возрастом изменяются среднесуточные значения variability, характеризующие снижение общей variability ритма, уменьшение относительного вклада «быстрых» колебаний в структуре variability. Характер циркадных профилей показателей variability сохраняется, но сами профили становятся более сглаженными.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М. Математические методы анализа сердечного ритма. М., 1968.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ сердечного ритма при стрессе. М: Наука, 1984.
3. Жемайтис Д.И. Вегетативная регуляция синусового ритма сердца у здоровых и больных. В кн. Анализ сердечного ритма. Вильнюс, 1982:22-32.
4. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart rate variability, standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 1996; 93: 1043-1065.
5. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. М: Медпрактика, 2000.
6. Дабровски А., Дабровски Б., Пиотрович Р. Суточное мониторирование ЭКГ. М: Медпрактика, 1998.
7. Bigger JT, Fleiss JL, Steinman RC et al. RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction. *Circulation* 1995; 91: 1936-1943.
8. Jensen-Urstad K, Storck N, Bouvier F et al. Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. *Acta Physiol. Scand.* 1997;160:235-241.
9. Ziegler D, Piolot R, Strasburger K et al. Normal ranges and reproducibility of statistical, geometric, frequency domain, and non-linear measures of 24-hour heart rate variability. *Horm. Metab. Res.*;31(12):672-679.
10. Nolan J, Flapan A, Goodfield N et al. Measurement of parasympathetic activity from 24-hour ambulatory electrocardiograms and its reproducibility and sensitivity in normal subjects, patients with symptomatic myocardial ischemia, and patients with diabetes mellitus. *Am. Journ. of Cardiol.* 1996;77:154-158.
11. Михайлов В.М. Variability сердечного ритма. Опыт практического применения. Иваново, 2000.
12. Тихоненко В.М., Иванов С.Ю., Апарина И.В., Компан М.М. Новые возможности холтеровского мониторирования в оценке антиангинальной терапии. Тез. докл. 3 международ. славянского Конгресса по электростимуляции и электрофизиологии сердца Кардиостим 98. , Спб 1998: 131.
13. Тихоненко В.М., Иванов С.Ю. Оценка толерантности к физической нагрузке во время суточного мониторирования ЭКГ. Профилактика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний. Научно-практич. конфер. СПб, 1998:18.
14. Reardon M, Malik M. Changes in heart rate variability with age. *PACE* 1996; 19: 1863-1866.
15. Coumel PH, Maison-Blanche P, Catuli D. Heart rate and heart rate variability in normal young adults. *Journ. Of Cardiovasc. Electrophysiol.* 1994; 5(11): 899-911.
16. Malpas S, Purdie GL. Circadian variation of heart rate variability. *Cardiovasc. Res.* 1990; 24: 210-213.
17. Huikuri HV, Kessler KM, Terracall E et al. Reproducibility and circadian rhythm of heart rate variability in healthy subjects. *Am. Journ. of Cardiol.* 1990;65:391-393.

#### ЦИРКАДНАЯ РИТМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ОБСЛЕДУЕМЫХ.

*М.М.Демидова, В.М.Тихоненко*

Рассматриваются вопросы циркадной динамики показателей variability ритма у здоровых обследуемых. Обследовано 40 человек в возрасте от 15 до 60 лет. Проводилось суточное мониторирование ЭКГ и АД, осуществлялся временной и спектральный анализ variability ритма сердца с расчетом стандартных показателей. Значения показателей variability, рассчитанные в целом по группе, согласуются с данными литературы. Подтверждена обратная зависимость от возраста для большинства величин. Получены циркадные профили основных показателей variability ритма. По характеру циркадных профилей выявлено несколько групп наиболее сильно коррелирующих параметров. К первой, с наиболее выраженными изменениями в течение суток отнесены HF, RMSSD, pNN50 – показатели, характеризующие «быстрые» колебания. Ко второй – с меньшими циркадными изменениями – VLF, LF, SDNN index. К третьей – нормированные величины мощности, наиболее тесно коррелирующие с ЧСС, АД. Выявлен предутренний подъем мощности низкочастотных и высокочастотных колебаний, совпадающий по времени с достижением минимальной ЧСС, но при начинающемся повышении АД. Проанализированы циркадные профили в различных возрастных группах – сделан вывод о том, что их принципиальный характер сохраняется, но профили становятся более сглаженными. При невозможности получения у обследуемого циркадных профилей показателей для оценки суточных изменений variability ритма предложен подсчет циркадных индексов показателей.

## CIRCADIAN DYNAMICS OF THE INDICES OF HEART RATE VARIABILITY IN HEALTHY PERSONS

*M.M.Demidova, V.M.Tikhonenko*

The circadian dynamics of the heart rate variability indices in the healthy persons is discussed. Forty persons of the age of 15 to 60 years were examined. The 24-hour-monitoring of ECG and blood pressure was performed, the temporal and spectral analyses of the heart rate variability with calculation of commonly accepted indices were made. The values of indices calculated for the whole group are in accord with the literature data. For a majority of the indices, the negative correlation with the patient age was supported. The circadian profiles of the main heart rate variability indices were obtained. According to the type of circadian profiles, several groups of the most strongly correlating parameters were obtained. To one of them, attributed were the most variable indices (HF, RMSSD, pNN50) characterizing the "frequent" oscillations. The indices with less circadian dynamics, (VLF, LF, SDNN index) were attributed to the second group. The third one included the normalized power value correlating most strongly with the heart rate and blood pressure. The power increased in low-frequency and high-frequency oscillations was shown immediately before the morning hours temporally coinciding with the period of a minimal heart rate, but of a beginning of raise in the blood pressure. The circadian profiles in different age group were analyzed. It has been concluded that their principal character is retained but the profiles become more softened. When, in the patient, the circadian profiles for assessment of the 24-hour dynamics of the heart rate variability are impossible to be obtained the calculation of its circadian indices is proposed to be used.