

УДК 591.112-073.97:591.044

**ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ СОБАК
ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕЛИОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

© 2008 г.

О.В. Бирюкова, В.В. Щербакова

Нижегородская государственная медицинская академия

veronika_sh@list.ru

Поступила в редакцию 23.06.2008

Установлено влияние комплекса гелиометеорологических факторов на параметры ЭКГ собак в осенне-зимне-весенний сезоны года. Выявлены достоверные изменения средних показателей ЭКГ под влиянием геомагнитной активности преимущественно в марте. На 125 беспородных собаках-самцах показаны корреляционные связи между показателями ЭКГ и гелиометеорологическими параметрами в различные периоды геомагнитной активности.

Ключевые слова: электрокардиограмма, гелиометеорологический фактор, собака.

Начиная с эмбриогенеза, а затем на протяжении всей жизни человек адаптируется к условиям внешней среды. К ним относятся: геомагнитное поле, атмосферное электричество, влажность и температура воздуха, атмосферное давление и др. Все эти факторы тесно взаимосвязаны, но их влияние на живую систему различно [1].

В настоящее время не вызывает сомнения влияние магнитных бурь на больной и здоровый организм человека. Установлено увеличение заболеваемости и смертности от инфарктов и инсультов, повышение частоты приступов стенокардии, гипертонических кризов в дни высокой геомагнитной активности [2–5]. В литературе имеются данные о влиянии магнитных бурь на здоровый организм, но эти сведения часто противоречивы. Например, во время магнитной бури среднесуточное артериальное давление, согласно В.Н. Доронину с соавт. [6], повышается, а по данным Н.И. Моисеевой и Р.Е. Любичко [7] – понижается, А.Б. Булуев установил, что оно практически не изменяется [8]. Частота сердечных сокращений по данным одних авторов во время магнитной бури возрастает [9], по другим – уменьшается [10, 11].

Цель настоящей работы – изучение влияния комплекса гелиометеорологических факторов на сердечно-сосудистую систему в различные сезоны года.

Материалы и методы исследования

Работа проведена на 125 беспородных собак-самцах, содержащихся в стандартных условиях вивария. Подбор животных в эксперимент проводился по возрасту (1.5–2.5 года) и весу (10–15 кг). Все животные были разделены

на следующие группы: 1) период магнитной бури (МБ) – 1–5 суток – 60 наблюдений; 2) период до магнитной бури (ДМБ) – за 1–2 суток до начала магнитной бури – 56 наблюдений; 3) период после магнитной бури (ПМБ) – 1–2 суток после окончания магнитной бури – 48 наблюдений; 4) контрольная группа (КГ) – все дни, не вошедшие в 1–3 серии, т. е. со спокойным уровнем геомагнитной активности – 62 наблюдения.

Для изучения сезонных изменений каждая группа разделена на 4 подгруппы: март, весна, осень, зима. Март был выделен отдельно, так как он резко отличается по гелиомагнитным показателям от остальных весенних месяцев. Во-первых, в марте наблюдаются большие перепады температуры воздуха, атмосферного давления. Во-вторых, по количеству и активности геомагнитных бурь он превосходит другие месяцы года.

В качестве характеристик геомагнитной активности (ГМА) были взяты следующие: 1) K_{cc} – локальный индекс, отражающий среднесуточное состояние магнитного поля Земли (МПЗ); 2) K_{9-12} – трёхчасовой индекс – значение геомагнитной активности в период обследования (с 9:00 до 12:00 часов); 3) D-изменение направления плоскости магнитного меридиана за время бури; 4) H-амплитуда вариаций горизонтальной составляющей МПЗ за время бури; 5) Z-амплитуда вариации вертикальной составляющей МПЗ за время бури; 6) длительность МБ – время её продолжения с момента начала до момента окончания в часах. Исследовано влияние солнечной активности в виде чисел Вольфа (W) – среднесуточного числа солнечных пятен. Данные о состоянии геомагнитного

поля были получены из Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Российской академии наук (ИЗМИРАН) г. Троицка. Было проанализировано влияние основных метеорологических факторов: атмосферного давления, влажности и температуры воздуха, как среднесуточных (ат.д.с.с., вл.с.с., тс.с.), так и в период обследования животных с 9 до 12 часов (ат.д.₉₋₁₂, вл.₉₋₁₂, т₉₋₁₂). Данные получены в гидрометеорологическом центре (ГМЦ) г. Н. Новгорода.

Запись электрокардиограммы (ЭКГ) у собак проведена в стандартных отведениях, при наложении игольчатых электродов в проксимальной трети бедра. Определяли длительность зубца Р, в секундах (Р, с.), предсердно-желудочковую проводимость (PQ, с), внутрижелудочковую проводимость (QRS, с), длительность электрической систолы (QRST, с), продолжительность интервала RR (RR, с), частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), положение электрической оси сердца (ЭОС, градусы), значение систолического показателя (СП, %) и должного систолического показателя (СПд, %).

Для математического анализа полученных данных были рассчитаны параметры основной статистики, множественный критерий Дункана и линейная корреляция Спирмана [12]. Для анализа были взяты корреляции с вероятностью $p < 0.01$.

Результаты исследования и их обсуждение

Март. Наиболее значимые изменения параметров ЭКГ под влиянием магнитной бури (табл. 1) установлены в марте: выявлено удлинение интервалов QT и RR ($p = 0.05$). Во время бури пульс урежался на 15%, после бури – на 8%, систолический показатель достоверно снижался (МБ – на 13%, ПМБ – на 8%). До магнитной бури в марте средние значения параметров ЭКГ оставались близкими к контрольным.

Длительность зубца Р изменялась волнообразно: до магнитной бури – уменьшалась на 8%, после магнитной бури возрастала, по сравнению с контролем, на 5% и становилась достоверно выше, чем до МБ. Во время магнитной бури уменьшалось число животных, у которых отклонение систолического показателя от должного превышало 5% и оставалось таким ещё в течение 1–2 дней после бури (табл. 2).

Под влиянием ГМА достоверно возрастал коэффициент вариации длительности зубца Р и электрической оси сердца в 2–2.8 раза.

Корреляционный анализ между параметрами ЭКГ показал, что в марте под влиянием магнитной бури возрастало число сильных связей:

контроль – 4 связи, до бури – 9, в бурю – 4, после бури – 7. Причем до магнитной бури и после бури наблюдалось усиление корреляционных связей интервала QT с другими параметрами ЭКГ: в контроле и во время МБ такая связь одна, до бури – 4, после бури – 3.

Во время магнитной бури и после нее наблюдалось уменьшение числа корреляций между гелиометеорологическими факторами и параметрами ЭКГ (КГ – 14, ДМБ – 14, МБ – 8, ПМБ – 7). В контроле длительность зубца Р и ЭОС коррелировали с изменением напряженности геомагнитного поля. До магнитной бури только ЭОС тесно взаимосвязана с длительностью бури, Н- и Z-компонентами магнитного поля Земли. Во время бури с индексом K_{cc} связаны RR, Ps и СПд, а интервал PQ – с числом Вольфа. После МБ зарегистрирована одна корреляция K_{cc} с интервалом QRS. Так как, по последним данным, гелиометеорологические факторы являются синхронизаторами биологических ритмов, то ослабление таких связей доказывает негативное воздействие магнитной бури на организм [10], которое в марте наиболее выражено в период после магнитной бури. Из установленных линейных корреляций наибольшее их число пришлось на метеорологические факторы (температуру и атмосферное давление). С влажностью воздуха корреляций не выявлено.

Весенне-летний период. Из рассмотренных параметров ЭКГ в весенне-летний период достоверно изменялось среднее значение длительности интервала PQ (табл. 3). После магнитной бури оно минимально и достоверно ниже (на 13%), чем во время бури. Изменение средних значений RR, Ps и СП не достоверны, но имели такую же тенденцию, как и в марте. Коэффициент вариации зубца Р и СП после бури более чем в 2 раза выше контрольных значений. Число животных, у которых отклонение СП от СПд составило более 5%, снижалось только во время МБ (табл. 2).

Число корреляционных связей между параметрами ЭКГ во время геомагнитной активности постепенно сокращалось: КГ – 10 связей, ДМБ – 8, МБ – 6, ПМБ – 4. Уменьшение числа корреляций происходило, главным образом, за счёт ослабления связей зубца Р и интервала QT с другими параметрами ЭКГ.

Число корреляционных связей параметров ЭКГ с внешними факторами под влиянием ГМА уменьшалось: КГ – 8, ДМБ – 7, МБ – 1, ПМБ – 3. В контроле установлено наибольшее число связей интервала QT с метеорологическими параметрами. ЭОС коррелировала с числом солнечных пятен. До магнитной бури зарегистри-

Таблица 1

Параметры ЭКГ собак в марте под влиянием ГМА ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)

Параметры ЭКГ	ДМБ	МБ	ПМБ	КГ
P, с	0.037 ± 0.003°	0.042 ± 0.003	0.045 ± 0.002	0.042 ± 0.001
PQ, с	0.091 ± 0.003	0.099 ± 0.004	0.102 ± 0.004	0.095 ± 0.005
QRS, с	0.040 ± 0.003	0.041 ± 0.003	0.042 ± 0.002	0.038 ± 0.002
QT, с	0.197 ± 0.005	0.208 ± 0.005*	0.199 ± 0.006	0.187 ± 0.004
RR, с	0.554 ± 0.043	0.681 ± 0.061**	0.645 ± 0.052*	0.495 ± 0.028
Ps, уд/мин	118.9 ± 11.0 [#]	88.5 ± 6.5**	100.4 ± 7.2**	124.3 ± 6.8
ЭОС, град	68.6 ± 9.4	65.5 ± 3.8	71.3 ± 9.1	65.5 ± 2.8
СП, %	38.3 ± 2.5 ^{##} °	30.2 ± 1.8**	32.4 ± 1.6*	39.3 ± 1.8
СПд, %	34.7 ± 1.6 ^{##}	30.1 ± 1.1**	32.1 ± 1.2*	36.1 ± 0.9

Примечание: * – $p \leq 0.05$, ** – $p \leq 0.01$ – относительно КГ; [#] – $p \leq 0.05$, ^{##} – $p \leq 0.01$ – относительно МБ; ° – $p \leq 0.05$ – ДМБ относительно ПМБ.

Таблица 2

Количество животных с отклонением СП от СПд более 5% (от общего числа животных в группе, в %)

Периоды	КГ	ДМБ	МБ	ПМБ
Март	33.3	28.6	0	6.7
Весна	29.4	23.1	11.8	27.3
Осень	53.3	26.7	26.7	25.0
Зима	13.3	28.6	20.0	30.0

Таблица 3

Параметры ЭКГ собак в весенне-летний период под влиянием ГМА ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)

Параметры ЭКГ	ДМБ	МБ	ПМБ	КГ
P, с	0.035 ± 0.002	0.038 ± 0.001	0.040 ± 0.004	0.037 ± 0.002
PQ, с	0.092 ± 0.003	0.102 ± 0.003	0.089 ± 0.005 [#]	0.100 ± 0.004
QRS, с	0.042 ± 0.004	0.042 ± 0.003	0.039 ± 0.002	0.040 ± 0.002
QT, с	0.204 ± 0.006	0.209 ± 0.005	0.200 ± 0.007	0.206 ± 0.007
RR, с	0.608 ± 0.052	0.660 ± 0.043	0.568 ± 0.043	0.571 ± 0.032
Ps, уд/мин	105.9 ± 7.9	96.9 ± 6.1	111.6 ± 8.6	110.4 ± 6.0
ЭОС, град	62.0 ± 9.1	59.0 ± 5.5	70.5 ± 2.8	64.4 ± 3.8
СП, %	35.3 ± 2.0	33.2 ± 1.4	36.7 ± 2.4	36.8 ± 0.9
СПд, %	33.3 ± 1.2	31.5 ± 0.9	33.8 ± 1.3	33.7 ± 0.9

Примечание: [#] – $p \leq 0.05$ – относительно МБ.

рованы связи RR, Ps, СП и СПд с K_{cc} и K_{9-12} геомагнитной активности. Во время бури выявлена взаимосвязь длительности интервала PQ с Z-компонентой МПЗ. После бури RR, Ps и СПд коррелировали с K_{9-12} . Из метеорологических параметров наибольшее число корреляций приходилось на атмосферное давление и температуру воздуха. Установлена корреляция внутрижелудочковой проводимости и влажности воздуха, причем в контроле эта связь положительная, а после МБ – отрицательная.

Осень. Во время магнитной бури достоверно уменьшились длительность интервала QT (на 10%) и значение систолического показателя (на 18%) (табл. 4). Снижалась частота сердечных сокращений, но эти изменения носили недо-

верный характер. Коэффициент вариации достоверно изменялся только у интервала PQ, в контроле его значение составило 11.4%, а во время МБ – 31.3%. Под влиянием геомагнитной активности в 2 раза уменьшалось число животных, у которых отклонение систолического показателя от его должного значения превышало 5% (табл. 2). В отличие от других сезонов года, эти изменения по времени имели более пролонгированный характер, т.е. были выражены за 1–2 дня до бури и сохранялись после её окончания.

Во время бури уменьшалось число корреляционных связей между параметрами ЭКГ: КГ – 7, ДМБ – 10, МБ – 4, ПМБ – 8. В МБ отсутствовали все корреляции интервалов PQ и

Таблица 4

Параметры ЭКГ собак в осенний период под влиянием ГМА ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Параметры ЭКГ	ДМБ	МБ	ПМБ	КГ
P, с	0.033±0.002	0.038±0.002	0.038±0.001	0.038±0.001
PQ, с	0.088±0.004	0.093±0.007	0.097±0.004	0.092±0.003
QRS, с	0.036±0.002	0.039±0.001	0.040±0.001	0.039±0.003
QT, с	0.188±0.006	0.182±0.006*	0.195±0.005	0.201±0.006
RR, с	0.512±0.003	0.57±0.029	0.56±0.04	0.50±0.03
Ps, уд/мин	125.1±8.7	112.9±6.8	115.2±9.8	125.2±7.4
ЭОС, град	69.3±3.1	69.3±2.4	69.1±3.2	62.2±3.2
СП, %	38.1±1.7	34.1±1.8*	36.8±2.7	41.4±2.3
СПд, %	35.8±1.3	34.1±0.9	34.2±1.5	36.3±1.3

Примечание: * – $p \leq 0.05$ – относительно контроля.

Таблица 5

Параметры ЭКГ собак в зимний период под влиянием ГМА ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Параметры ЭКГ	ДМБ	МБ	ПМБ	КГ
P, с	0.039±0.003	0.035±0.001	0.039±0.003	0.038±0.002
PQ, с	0.092±0.004	0.097±0.007	0.105±0.006	0.095±0.002
QRS, с	0.041±0.002	0.041±0.002	0.038±0.002	0.041±0.002
QT, с	0.200±0.007	0.201±0.006	0.202±0.004	0.185±0.013
RR, с	0.632±0.049	0.596±0.044	0.566±0.038	0.576±0.040
Ps, уд/мин	102.8±7.6	107.7±7.6	110.6±7.3	112.8±7.3
ЭОС, град	68.1±2.9	73.5±2.9	65.1±3.1	71.7±3.8
СП, %	33.5±2.1	35.6±2.0	36.6±2.2	35.9±1.7
СПд, %	32.4±1.2	33.3±1.2	33.7±1.2	33.9±1.2

QT с другими показателями, которые были установлены в контроле, до бури и после бури.

В отличие от весны, осенью во время магнитной бури наблюдалось значительное увеличение числа корреляций показателей ЭКГ с гелиометеорологическими факторами (КГ – 7, ДМБ – 3, МБ – 13, ПМБ – 4). Наиболее тесно взаимодействовала с природными факторами ЭОС: с K_{cc} , K_{9-12} , D-компонентой МПЗ, атмосферным давлением и температурой воздуха. Причем связи с геомагнитными параметрами – положительные, а с метеорологическими факторами – отрицательные. До бури длительность зубца P положительно коррелировала с D- и H-компонентами МПЗ. После магнитной бури установлены корреляционные связи интервала QT с погодными факторами.

Зима. В зимний период года достоверных отличий средних значений параметров ЭКГ не установлено (табл. 5). Коэффициент вариации QT под влиянием МБ достоверно понижался: КГ – 27.0%, ДМБ – 14.1%, МБ – 11.9%, ПМБ – 6.2%. Коэффициент вариации интервала PQ под влиянием МБ, наоборот, возрастал: КГ – 9.5%, ДМБ – 15.7%, МБ – 26.2%, ПМБ – 19.2%. В отличие от других сезонов, число животных, у которых отклонение систолического показателя от должного превышает 5%, под влиянием МБ

возрастало в 2 раза (табл. 2), после бури количество таких животных было максимально.

Число корреляционных связей между параметрами ЭКГ зимой под влиянием геомагнитной активности не имело ярко выраженной динамики: КГ – 7 связей, ДМБ – 6, МБ – 6, ПМБ – 7. Однако до бури выявлено усиление связей электрической оси сердца с другими параметрами ЭКГ, а корреляции интервала QT – ослабевали. В результате такой перестройки корреляционных взаимоотношений, общее число связей оставалось неизменным.

В зимний период года под влиянием магнитной бури число корреляционных связей параметров ЭКГ с гелиометеорологическими факторами увеличивалось: КГ – 0, ДМБ – 4, МБ – 10, ПМБ – 2. До бури с показателями ЭКГ коррелировали метеорологические параметры. Во время бури большее количество линейных корреляций выявлено с геомагнитными параметрами. Установлены связи K_{9-12} с RR и систолическим показателем.

Заключение

Таким образом, установлено неоднозначное влияние гелиометеорологических факторов в различные сезоны года на параметры ЭКГ. Так,

в весенне-летний и зимний периоды года во время бури и в весенне-летний и осенний периоды после бури выявлено увеличение длительности интервалов PQ, QRS, QT, RR, зубца P. Полученные данные свидетельствуют о негативном воздействии МБ на функцию проводимости миокарда и преобладании парасимпатических влияний на сердце. В литературе встречаются данные как о преобладании тонуса симпатического отдела нервной системы, так и парасимпатического в неблагоприятные периоды [1, 9–11, 13]. В зимний период года установлено увеличение отклонения систолического показателя от его должного значения, что отражает ухудшение сократительной способности миокарда. Число линейных корреляций между параметрами ЭКГ под влиянием магнитной бури в разные периоды года изменялось неодинаково. В марте число таких связей во время ГМА возрастало (на 100%), весной и осенью – уменьшалось (на 40% и 45% соответственно), а зимой – не имело ярко выраженной динамики. Количество корреляций ЭКГ-параметров с внешними факторами под влиянием ГМА в весенне-летний период значительно сокращалось (в 8 раз), а в осенне-зимний – возрастало (в 2 и 10 раз соответственно). То есть в марте и в весенне-летний период года воздействие внешних факторов, как синхронизаторов биоритмов, ослаблялось, что приводило к нестабильному состоянию живой системы. Полученные данные согласуются с исследованиями других авторов, по данным которых в марте значительно возрастает число инсультов, инфарктов миокарда, гипертонических кризов [3, 4]. В осенне-зимний период года, наоборот, данное влияние усиливалось, и система оказывалась в более жестких условиях функционирования. Исследования ряда авторов [14] показали рост числа инфарктов миокарда и летальных исходов в осенне-

зимний период года. Наибольшее число связей показателей ЭКГ установлено с K_{9-12} . Из метеорологических факторов наиболее активно коррелировала с физиологическими параметрами температура воздуха.

Список литературы

1. Марченко Т.К. // Физиология человека. 1998. Т. 24. № 2. С. 122–127.
2. Агаджанян Н.А., Ораевский В.Н., Макарова И.И., Канониди Х.Д. Медико-биологические эффекты геомагнитных возмущений. М.: ИЗМИРАН, 2001. 136 с.
3. Мизун Ю.Г., Хаснулин В.И. Наше здоровье и магнитные бури. М.: Наука, 1991. 192 с.
4. Темникова Н.С. Влияние атмосферного давления на сердечно-сосудистые заболевания. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 56 с.
5. Otto W., Hempel W.E., Wagner C.U., Best A. // Z. Gesamte Inn. Med. 1982. В. 22. S. 756–763.
6. Доронин В.Н., Парфентьев В.А., Тлецлин С.Ж. и др. // Биофизика. 1998. Т. 43. № 4. С. 647–653.
7. Мойсеева Н.И., Любичский Р.Е. // Проблемы космической биологии. 1986. Т. 53. 190 с.
8. Булуев А.Б. Автореферат. дисс. ... канд. мед. наук. М., 1987. 21 с.
9. Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Магнитные бури: медико-биологические и геофизические аспекты. М.: Советский спорт, 2003. 192 с.
10. Кузьменко В.А., Гуменко В.А., Раевская О.С., Сыркина И.М. // Физиология человека. 1982. Т. 8. № 2. С. 199–202.
11. Bortkiewicz A., Gadziecka E., Zymslony M. // J. Autonomic Nervous System. 1996. № 59. P. 91–97.
12. Гланц С. Медико-биологическая статистика: Пер. с англ. М.: Практика, 1998. 459 с.
13. Рождественская Е.Д. // Уральский кардиол. журн. 2001. № 1. С. 30–39.
14. Кулешова В.П., Пулинец С.А., Сазанова Е.А., Харченко А.М. // Биофизика. 2001. Т. 46. № 5. С. 930–934.

THE CHANGE OF ECG PARAMETERS OF DOGS UNDER THE INFLUENCE OF HELIOMETEOROLOGICAL FACTORS

O.V. Biryukova, V.V. Shcherbakova

The influence of heliometeorological factor complex on ECG parameters of dogs in autumn/winter/spring seasons of the year has been determined. Reliable changes of average ECG data under the influence of geomagnetic activity have been found mainly in March. The correlation between ECG data and heliometeorological factors has been shown on 125 male dogs during different periods of geomagnetic activity.