

- 9 Логина А.В., Супильников А.А., Антипов Е.В. Обзор методов воздействия на микроциркуляцию кожи // Вестник Медицинского института «РЕАВИЗ». – 2015. – № 3 (19). – С. 57–61.
- 10 Логина А.В., Супильников А.А., Антипов Е.В., Столяров С.А. Влияние гликолевой кислоты на микроциркуляцию крови в коже при возрастных изменениях // Вестник Медицинского института «РЕАВИЗ». – 2016. – № 3 (23). – С. 106–110.
- 11 Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2013. – № 3. – С. 85–86.
- 12 Орасмяэ Т., Глаголева Е. Улучшение микроциркуляции кожи как часть эстетической коррекции внешних проявлений старения // Экспериментальная и клиническая дерматология. – 2011. – № 3. – С. 43–47.
- 13 Петров С.В. Расстройства микроциркуляции при хронической венозной недостаточности нижних конечностей и их коррекция при комплексном лечении с применением дигидрокверцитина: автореф. ... канд. мед. наук. – М., 2008.
- 14 Рожанец А.Р., Турова Е.А., Кульчицкая Д.Б. Комплексная коррекция возрастных изменений кожи лица с помощью мезотерапии и электростимуляции // Пластическая хирургия и косметология. – 2011. – № 1. – С. 140–145.
- 15 Рудых Н.М. Изучение качества жизни у пациентов с угревой болезнью // Тезисы докладов 4 НПК «Санкт-Петербургские дерматологические чтения». – СПб., 2010. – С. 145–147.
- 16 Снарская Е.С., Кузнецова Е.В. Особенности лечебного ухода «Эксфолиак» в комплексной терапии acne vulgaris у подростков // Российский журнал кожных и венерических болезней. – 2013. – № 1. – С. 44–48.
- 17 Фитцпатрик Д.Е. Гериатрическая дерматология : Секреты дерматологии / Д.Е. Фитцпатрик, Д.А. Эллинг ; пер. с англ. – М. – СПб.: «Издательство Бином» – «Невский диалект», 1999. – С. 436–443.
- 18 Хан Г., Марголина А., Ахмедова Е. Гликолевая кислота против фотостарения // Косметика & медицина. – 2001. – № 2. – С. 63–68.
- 19 Ширшакова М.А. Использование косметологических методов в комплексной терапии угревой болезни // Пластическая хирургия и косметология. – 2010. – № 2. – С. 267–277.
- 20 Эрнандес Е. И. Косметический пилинг: теоретические и практические аспекты. – М., 2003. – 214 с.

Рукопись получена: 5 мая 2017 г.

Принята к публикации: 12 мая 2017 г.

УДК 340.6

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИ ИНГАЛЯЦИИ БУТАНА

© 2017 Г.С. Тархнишвили, М.А. Кислов

ГБУЗ Московской области «Бюро судебно-медицинской экспертизы»

Аннотация: в связи с повсеместным распространением табакокурения и аксессуаров для него, множество подростков в мире и нашей стране ингалируют газ для заправки зажигалок (бутан), данное явление носит название «сниффинг». Некоторые, из ингалирующих бутан внезапно умирают, часто при совершении активных действий. Бутан ингаляционный наркотик и sensibilizes миокард к аритмогенным эффектам катехоламинов. В экспериментах на крысах был показан аритмогенный и ишемический эффект, при ингаляции бутана.

Ключевые слова: бутан, ингаляционный наркотик, гиперadreналинемия, аритмия.

Введение. В связи с повсеместным распространением табакокурения в мире и в нашей стране, повсеместно общедоступны аксессуары для табакокурения в том числе и баллоны для заправки зажигалок. Содержащийся в них газ (бутан) подростки ингалируют с целью достижения эйфории. В зарубежной литературе данное явление получило название «снифф-

финг» и известно еще с семидесятых годов прошлого столетия, о чем свидетельствуют многочисленные сообщения американских, европейских и японских исследователей [2].

В нашей стране, на сегодняшний день, токсикомания бутаном не носит массовый характер, однако ввиду дешевизны и доступности данного продукта случаи смерти подростков встречаются все чаще. Так, по Московской области в 2007 году был зафиксирован один случай смерти при ингаляции бутана, в 2015 году таких случаев было около 10. Возраст погибших при ингаляции бутана, из баллонов для заправки зажигалок, варьирует в пределах 11–17 лет, что обуславливает социальную значимость данной проблемы.

В случаях обнаружения бутана при судебно-химическом исследовании, судебно-медицинскими экспертами в нашей стране и во всем мире причина смерти формулируется по-разному. В одних случаях указывается отравление бутаном, и в качестве обоснования приводится факт качественного обнаружения бутана в крови и внутренних органах и признаки быстро наступившей смерти. В иных случаях причина смерти определяется как асфиксия от недостатка кислорода, обоснованием которой является химическая инертность бутана.

Бутан, как и остальные низшие члены его гомологического ряда, является ингаляционным наркотиком. На сегодняшний день единой общепринятой теории наркоза не существует, однако наиболее доказательной и общепринятой является мембранная теория наркоза, согласно которой молекулы анестетика влияют на мембраны клеток, изменяя потенциал действия, что наиболее выражено в центральной нервной системе и кардиомиоцитах, обладающих функцией проводимости. В результате происходит сенсibilизация миокарда к аритмогенным эффектам катехоламинов (адреналина), которая связана с нарушением обмена кальция.

Материал и методы. В рамках настоящего исследования, для моделирования острой смерти при ингаляции бутана, были проведены эксперименты на лабораторных животных. Эксперименты проводились на 40 крысах, самцах линии Вистар, массой 300–350 гр. Для моделирования острого отравления животные помещались в фиксирующее устройство (модернизированная автором пластиковая бутылка объемом 0,5 л). После того как животное успокаивалось, на лапы наносился гель, после чего закреплялись электроды типа «крокодил». Производилась электрокардиография в I, II, III стандартных отведениях. После животное помещалось в затравочную камеру, куда вводился бутан из баллона для заправки зажигалок. По массе введенного газа рассчитывалась концентрация его в затравочной камере. Для исключения гипоксии в затравочную камеру добавлялся чистый кислород. Производилось наблюдение с фиксацией, во время всего эксперимента, с записью ЭКГ на ключевых этапах.

Животные были разделены на несколько групп. Среди которых группа интактных животных, которым ингалировался бутан. Группа животных, которым ингалировался бутан после введения внутрибрюшинно эпинефрина (адреналина) в концентрации 50 мкг/кг. Указанная доза достоверно не вызывает некротических изменений в миокарде крыс.

Несмотря на то, что нормальные показатели ЭКГ крыс известны из литературы, мы провели кардиографию интактных животных (группа № 1) с целью определения параметров ЭКГ и ЧСС у животных именно этой линии (известно, что у крыс разных линий ЧСС и остальные параметры могут значительно различаться). Так, у нашей группы животных средняя ЧСС составила 521,9 (ДИ 95 % 510,6–533,2) ударов в минуту. Понятно, что при такой частоте сердечных сокращений запись кардиограммы велась при скорости 50 mm/s, расшифровка осуществлялась с помощью приложения Microsoft paint при увеличении в 300–400 %, так как только на таком увеличении видны все зубцы кардиограммы и можно достоверно определить длительность интервалов и амплитуду зубцов.

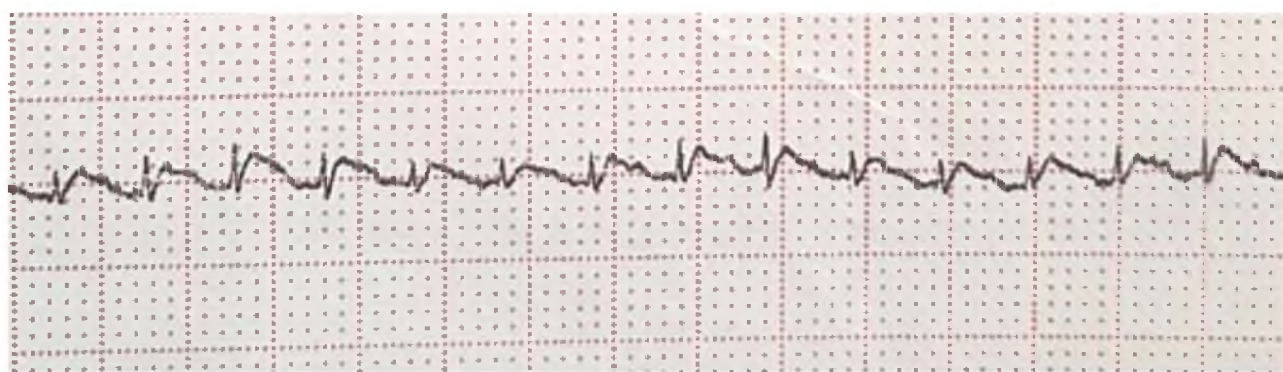


Рис. 1. Электрокардиограмма интактной крысы

У интактных крыс, которым ингалировался бутан, наблюдалось небольшое повышение частоты сердечных сокращений, которая в среднем составила 535,5 ударов в минуту (ДИ 95 % 521,5–549,5).

Патологические изменения начинались в среднем на 3–5 минутах экспозиции и характеризовались полиморфностью проявлений. В первую очередь выявлялось повышение амплитуды зубцов в 2–3 раза, появлением патологических Q зубцов амплитудой до 0,6 mV, атрио-вентрикулярной блокадой, расщеплением R зубцов, желудочковыми экстрасистолами, фибрилляцией предсердий.

Во всех случаях при ингаляции бутана было отмечено увеличение интервалов PQ, QRS и QT. Данные интервалы нами выбраны для анализа, как наиболее наглядно характеризующие прохождение волны деполяризации по предсердиям (PQ), по желудочкам (QRS) и деполяризацию и реполяризацию желудочков (QT).

Полученные в нашем эксперименте интервалы и их сравнительная характеристика приведены в таблице 1.

Таблица 1

Анализируемый параметр	Показатели электрокардиограммы интактных крыс	Показатели электрокардиограммы при ингаляции бутана	Достоверность различий между группами
ЧСС мс	521,9	535,5	–
PQ мс	28,5	45	$0,01 < p < 0,05$
QRS мс	41,7	77,5	$p < 0,001$
QT мс	81,1	109,5	$p < 0,01$
RmV	0,25	0,575	$0,01 < p < 0,05$
SmV	0,042	0,24	$P < 0,005$
STmV	0,1525	0,305	$0,01 < p < 0,025$

Как видно из таблицы, между интервалами QRS и QT в группах есть достоверные различия. Данные свидетельствуют о том, что в наибольшей степени при ингаляции бутана страдает проведение импульса по желудочкам и фаза реполяризации желудочков. Помимо этого удлинение интервала QT является предиктором развития фатальных аритмий [1, 2] (пируэт-тахикардия, фибрилляция желудочков).

Интервал QT отражает продолжительность электрической активности миокарда желудочков как в фазу деполяризации, так и реполяризации, а его удлинение – означает замедленную и асинхронную реполяризацию миокарда желудочков. Негомогенность процессов

реполяризации в миокарде обуславливает его электрическую нестабильность, что и является причиной развития аритмий [1].

В группе с гиперadreналиемией наблюдалась еще большая полиморфность изменений на ЭКГ. Наблюдались: АВ блокада, резкое увеличение амплитуды зубцов, идиовентрикулярный ритм, двунаправленная желудочковая аритмия, появление глубоких Q и S зубцов, депрессия ST сегмента, фибрилляция предсердий [3].

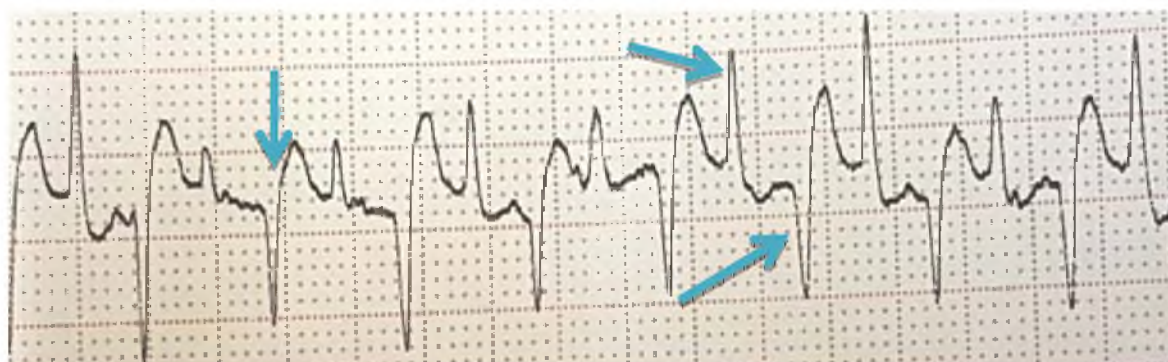


Рис. 2. ЭКГ крысы при ингаляции бутана на фоне гиперadreналиемии. Фибрилляция предсердий, двунаправленная желудочковая аритмия типа «пируэт», идиовентрикулярный ритм

Параметры электрокардиограммы животных, которым ингалировался бутан на фоне искусственной гиперadreналиемии приведены в таблице 2.

Таблица 2

Анализируемый параметр	Показатели электрокардиограммы intactных крыс	Показатели электрокардиограммы при ингаляции бутана на фоне гиперadreналиемии	Достоверность различий между группами
ЧСС мс	521,9	587,5	$p > 0,1$
PQ мс	28	23,5	$p > 0,1$
QRS мс	41,7	78	$p < 0,001$
QT мс	81,1	112	$p < 0,001$
RmV	0,25	0,71	$p < 0,001$
SmV	0,042	0,37	$p < 0,001$
STmV	0,1525	0,34	$p < 0,01$

Как видно из таблицы, достоверными являются различия в длительности интервалов QRS и QT, что согласуется с литературными данными. Для адреналина характерно удлинение интервала QT на фоне препаратов увеличивающих интервал QT, что напрямую связано с нарушением процессов реполяризации желудочков.

Несмотря на небольшое увеличение частоты сердечных сокращений на фоне введения эпинефрина длительность желудочкового комплекса оказалась достоверно увеличенной. На наш взгляд, это может быть связано как с АВ блокадой, так и с появлением эктопического очага возбуждения в желудочках. С появлением такого очага возбуждения связан также двунаправленный характер идиовентрикулярного ритма.

Выводы. При ингаляции бутана наблюдается фибрилляция предсердий, удлинение интервала PQ, АВ блокада, идиовентрикулярный ритм, удлинение и деформация комплекса QRS, двунаправленная желудочковая аритмия по типу «пируэт», удлинение интервала QT

более чем на 30 %, значительное повышение амплитуды желудочковых зубцов. Указанные изменения гораздо более выражены на фоне гиперadreналинемии. Удлинение интервала QT, является известным предиктором фатальных желудочковых аритмий. Наличие столь выраженных изменений в проводящей системе крысы, как низшего млекопитающего, хорошо объясняют фатальный характер электрофизиологических изменений в миокарде человека при ингаляции бутана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Лиманкина И. Н. Синдром удлинённого интервала QT и проблемы безопасности // Вестник аритмологии. – 2008. – ВА-№52. – С. 66–71.
- 2 Ушкалова Е. А. Лекарственные средства и интервал QT // Фарматека. – 2001. – № 7. – С. 45–53.
- 3 Хэмптон Дж. Р. Основы ЭКГ: пер. а англ. – М.: Мед. Лит., 2007. – С. 100.
- 4 Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals: Volume 12. Butane1: Acute Exposure Guideline Levels [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK201460/> (дата обращения 01.04.2017).

Рукопись получена: 5 мая 2017 г.

Принята к публикации: 12 мая 2017 г.