

Код УДК 340.6

НАРУШЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ИНГАЛЯЦИИ БУТАНА

Г. С. Тархнишвили

ГБУЗ МО «Бюро СМЭ», Москва

Кафедра судебной медицины ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского, Москва

Аннотация: В связи с повсеместным распространением табакокурения и аксессуаров для него множество подростков в мире и в 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 сенсibiliзирует миокард к аритмогенным эффектам катехоламинов. В экспериментах на крысах был показан аритмогенный и вторичный ишемический эффект при ингаляции бутана.

Ключевые слова: бутан, ингаляционный наркотик, гипердреналинемия, аритмия

HEART RHYTHM DISORDERS OF BUTANE INHALATION

G. S. Tarkhishvili

Abstract: Due to the widespread spread of smoking and accessories for it, adolescents in the world and our country inhale gas for refueling lighters (butane), this phenomenon is called «sniffing». Under the influence of butane there are cases of sudden death, often associated with physical exertion. Butane is an inhalant drug that sensitizes the myocardium to the arrhythmogenic effects of catecholamines. In experiments on rats with the inhalation of butane, the arrhythmogenic and ischemic effects were shown.

Keywords: bhutan, inhalant drug, hyperadrenalism, arrhythmia

<http://dx.doi.org/10.19048/2411-8729-2017-3-3-32-35>

◇ ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день все большую актуальность приобретают вопросы химической безопасности в связи с увеличением использования в промышленности и быту химических веществ, представляющих токсическую опасность для организма человека [1]. Растет и частота случаев острых бытовых отравлений, которые чаще возникают в результате непреднамеренного приема либо воздействия на человека химических веществ, обладающих достаточно высокой токсичностью [2].

Сжиженный бутан из баллонов для заправки зажигалок ингалируется подростками-токсикоманами для получения эйфории. Данное явление в западных странах получило название «сниффинг» и известно еще с семидесятых годов прошлого столетия [3].

При обнаружении бутана после проведенного судебно-химического исследования судебно-медицинскими экспертами в нашей стране, как 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 на-

ступившей смерти [4]. В иных случаях причина смерти определяется как асфиксия от недостатка кислорода, обоснованием которой является химическая инертность бутана [5]. Бутан, как и остальные низшие члены его гомологического ряда, является ингаляционным наркотиком [6]. Согласно наиболее доказательной и общепринятой мембранной теории наркоза, молекулы анестетика влияют на мембраны клеток, изменяя потенциал действия путем нарушения трансмембранного обмена ионов, в том числе ионов кальция. В результате происходит сенсibiliзация миокарда к аритмогенным эффектам катехоламинов (адреналина) [7].

◇ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для моделирования остро наступившей смерти при ингаляции бутансодержащих газовых смесей были проведены эксперименты на лабораторных животных. Эксперименты проводились на 40 крысах, самцах линии Вистар, массой 300–350 г. Для моделирования острого отравления животных помещали в фиксирующее устройство (модернизированная автором пластиковая бутылка объемом 0,5 л). После того как животное успокаивалось,

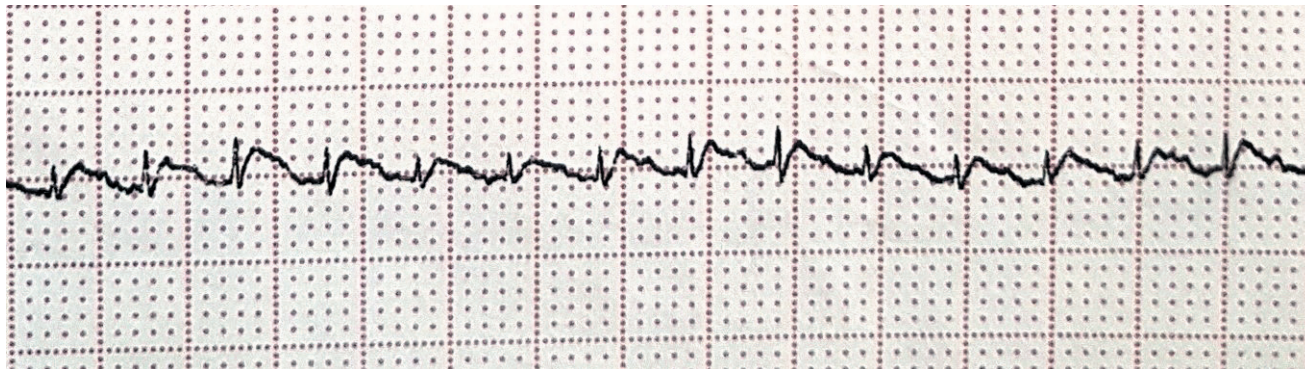


Рис. 1. Электрокардиограмма интактной крысы

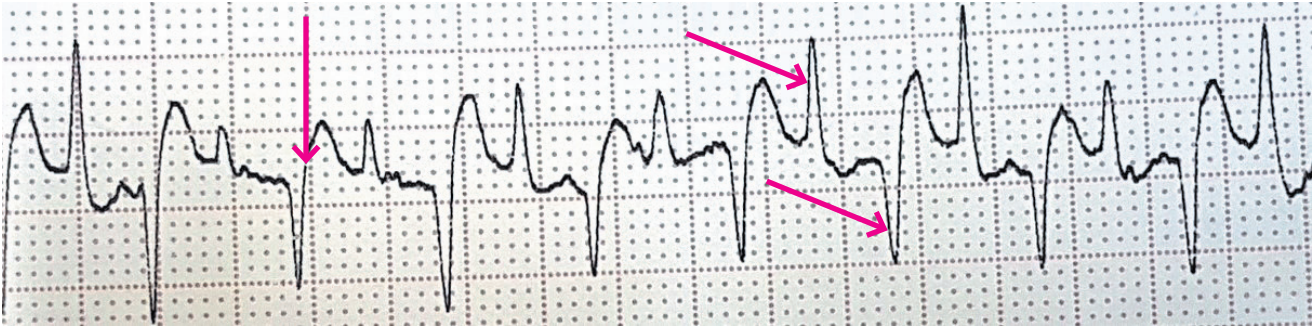


Рис. 2. ЭКГ крысы при ингаляции бутана на фоне гипердреналинемии. Фибрилляция предсердий, двунаправленная желудочковая аритмия типа «пируэт», идиовентрикулярный ритм (отмечено стрелками)

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателей ЭКГ интактных и экспериментальных животных группы I

Анализируемый параметр	Показатели ЭКГ интактных крыс	Показатели ЭКГ 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

Таблица 2

Сравнительная характеристика показателей ЭКГ интактных и экспериментальных животных группы II

Анализируемый параметр	Показатели ЭКГ интактных крыс	Показатели ЭКГ при ингаляции бутана на фоне гипердреналинемии	Достоверность различий между группами
ЧСС мс	521,9	587,5	p > 0,1
PQ мс	28,5	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

на лапы наносили гель, после чего закрепляли электроды типа «крокодил». Производилась электрокардиография (далее ЭКГ) в I, II и III стандартных отведениях. После животное помещали в затравочную камеру, куда вводился бутан из баллона для заправки зажигалок. По массе введенного газа рассчитывали концентрацию его в затравочной камере. Для исключения гипоксии в затравочную камеру добавляли чистый кислород. Во время всего эксперимента производилось наблюдение с фиксацией и записью электрокардиограммы на ключевых этапах.

♦ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

Экспериментальные животные были разделены на две группы:

I группа – животные, которым ингалировался бутан;

II группа – животные, которым ингалировался бутан на фоне искусственной гипердреналинемии путем введения внутривенно эпинефрина (адреналина)

в концентрации 50 мкг/кг. Указанная доза достоверно не вызывает некротических изменений в миокарде крыс.

До начала эксперимента была проведена электрокардиография интактных животных с целью определения параметров ЭКГ и ЧСС у животных именно этой линии. Известно, что у крыс разных линий ЧСС и другие параметры сердечной деятельности могут значительно различаться. Так, у нашей группы животных средняя ЧСС составила 521,9 (ДИ 95% 510,6–533,2) удара в минуту.

У крыс экспериментальной группы I наблюдалось небольшое повышение частоты сердечных сокращений, которая в среднем составила 535,5 удара в минуту (ДИ 95% 521,5–549,5).

Патологические изменения начинались в среднем на 3–5 минутах экспозиции и характеризовались полиморфностью проявлений. Выявлялись повышение амплитуды зубцов в 2–3 раза, патологические Q зубцы амплитудой до 0,6 mV, атриовентрикулярная блокада, расщепление R зубцов, желудочковые экстрасистолы, фибрилляция 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 эксперименте интервалы и их сравнительная характеристика приведены в таблице 1.

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 (пируэт-тахикардия, фибрилляция желудочков) [8; 9].

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 [8].

У крыс в экспериментальной группе II 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 [7].

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

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.

◇ ВЫВОДЫ

При ингаляции бутана наблюдаются выраженные нарушения ритма в виде фибрилляций предсердий, удлинения интервала PQ, АВ блокада, 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 гиперadreналиемии. Удлинение интервала QT является известным предиктором фатальных желудочковых аритмий. Наличие столь выраженных изменений в проводящей системе крысы как низшего млекопитающего хорошо объясняет фатальный характер электрофизиологических изменений в миокарде человека при ингаляции бутана.

◇ ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинов А. А., Остапенко Ю. Н., Казачков В. И. и др. Анализ зарубежных и отечественных статистических данных по острым химическим отравлениям // Токсикол. вестн. – 1997. – № 5. – С. 5–12.
2. Батоцыренов Б. В. Патогенетические основы интенсивной терапии неспецифических поражений в ранней фазе острых отравлений нейротропными ядами: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2002.
3. Bass M. Sudden sniffing death. 1970. JAMA. 212 (12): 2075–2079.
4. Афонников С. В. Шульга И. П. Два случая внезапной смерти в молодом возрасте в результате неочевид-

ных ингаляционных отравлений бутаном // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. – Хабаровск, 2013. – № 13. – С. 36–39.

5. Кошак К. В., Шахворостова Т. С., Немхин В. В. Острые отравления бутаном в судебно-медицинской практике, проблемы экспертной диагностики острых ингаляционных отравлений // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики: сб. науч. тр. Барнаул – Новосибирск – Красноярск, 2013. Вып. 19. С. 205–216
6. Тархнишвили Г. С., Макешин Ю. М., Романько Н. А. Трудности диагностики причины смерти при ингаляции бутана // Актуальные аспекты судебной медицины и медицинского права. Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 45-летию кафедры судебной медицины и медицинского права МГМСУ им. А. И. Евдокимова (18 декабря 2015 года) – М.: АНО ИЦ «ЮрИнфоЗдрав», 2016, С. 205–208.
7. Полушин Ю. С. Руководство по анестезиологии и реаниматологии // СПб., 2004. С. 207.
8. Лиманкина И. Н. Синдром удлиненного интервала QT и проблемы безопасности психофармакотерапии / И. Н. Лиманкина. // Вестник аритмологии. – 2008. – ВА-№ 52. – С. 66–71.
9. Ушкалова Е. А. Лекарственные средства и интервал QT / Е. А. Ушкалова // Фарматека. – 2001. – № 7. – С. 45–53.
10. Хэмpton Дж. Р. Основы ЭКГ: пер. с англ. – М.: Мед. Лит., 2007. – С.100.

◇ REFERENCES

1. Litvinov A. A., Ostapenko Yu. N., Kazachkov V. I. i dr. Analiz zarubezhnyh i otechestvennyh statisticheskikh dannyh po ostrym himicheskim otravleniyam // Toksikol. vestn. – 1997. – № 5. – С. 5–12. (In Russian)
2. Batotsyrenov B. V. Patogeneticheskie osnovy intensivnoi terapii nespetsificheskikh porazhenij v rannei faze ostryh otravlenij neirotropnymi yadami: Avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. – SPb., 2002. (In Russian)
3. Bass M. «Sudden sniffing death». 1970. JAMA. 212 (12): 2075–2079.
4. Afonnikov S. V. Shul'ga I. P. Dva sluchaya vnezapnoi smerti v molodom vozraste v rezul'tate neochevidnyh ingyalyatsionnyh otravlenij butanom // Izbrannie voprosy sudebno-meditsinskoj ekspertizy. – Habarovsk, 2013. – № 13. – С. 36–39. (In Russian)
5. Koshak K. V., Shahvorostova T. S., Nemhin V. V. Ostrye otravleniya butanom v sudebno-meditsinskoj praktike, problemy ekspertnoi diagnostiki ostryh ingyalyatsionnyh otravlenij // Aktual'nie voprosy sudebnoi meditsiny i ekspertnoi praktiki: sb. nauch. tr. Barnaul-Novosibirsk-Krasnoyarsk, 2013. Vyp. 19. 205–216 (In Russian)
6. Tarhnyshvili G. S., Makeshin Yu. M., Romanko N. A. Trudnosti diagnostiki prichiny smerti pri ingyalyatsii butana // Aktual'nie aspekty sudebnoi meditsiny i meditsinskogo prava. Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyaschennoi 45-letiyu kafedry sudebnoi meditsiny i meditsinskogo prava MGMSU im. A. I. Evdokimova (18 dekabrya 2015 goda) – M.: ANO ITs «YurInfoZdrav», 2016, S. 205–208. (In Russian)
7. Polushin Yu. S. Rukovodstvo po anesteziologii i reanimatologii // SPb., 2004. S. 207.
8. Limankina I. N. Sindrom udlinennogo intervala QT i problemy bezopasnosti psihofarmakoterapii / I. N. Limankina. // Vestnik aritmologii. – 2008. – ВА-№ 52. – С. 66–71. (In Russian)

9. Ushkalova E. A. Lekarstvennie sredstva i interval QT / E. A. Ushkalova // Farmateka.– 2001.– № 7. – 45–53. (In Russian)
10. Hempton Dzh. R. Osnovy EKG: per. a angl. – M.: Med. Lit., 2007. – 100. (In Russian)

Для корреспонденции:

ТАРХНИШВИЛИ Георгий Сергеевич – заведующий Химкинским судебно-медицинским отделением ГБУЗ МО «Бюро СМЭ», аспирант кафедры судебной медицины ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского • **111401, г. Москва, ул. 1-я Владимирская, д. 33, корп. 1, 8-495-672-97-49** • tarkhnishvili@sudmedmo.ru