

· 基础研究 ·

90 分贝次声作用后大鼠血浆儿茶酚胺类物质含量的改变

赵志刚 陈景藻 张李燕

【摘要】目的 测定 16 Hz、90 分贝 (dB) 次声连续作用后, 大鼠血浆儿茶酚胺类物质含量的变化。**方法** 将 240 只成年 SD 大鼠随机分为实验组与对照组 (每组 120 只), 实验组大鼠用 16 Hz、90 dB 次声连续作用 1、7、14、21 次, 每日 1 次, 每次 2 h, 对照组大鼠在同等条件下接受假性次声作用。分别于作用后 0.5、6、12、18、24 h 测定大鼠血浆肾上腺素 (E)、去甲肾上腺素 (NE) 含量。**结果** 大鼠血浆 NE: 与对照组相比, 1 次和 7 次组, 都于 0.5 h 降至最低点 ($P < 0.01$), 以后渐渐升高, 至 24 h 达高峰, 呈单峰曲线; 14 次组于 0.5 h 升高后渐渐回落, 至 12 h 降至最低点 ($P < 0.01$), 然后复呈升高, 至 24 h 达峰值 ($P < 0.01$), 呈双峰曲线; 21 次组, 于 12 h 降至最低点 ($P < 0.01$), 然后渐渐升高, 至 24 h 达峰值 ($P < 0.01$), 呈单峰曲线。大鼠血浆 E: 与对照组相比, 次声作用各次组, 在 24 h 内始终低于对照组 ($P < 0.01$)。**结论** 次声可引起大鼠血浆 E、NE 含量的改变, 改变情况与次声作用次数有关。

【关键词】 次声; 大鼠; 肾上腺素; 去甲肾上腺素; 高效液相色谱

The change of catecholamine contents in plasma of rats exposed to 90dB infrasound ZHAO Zhi-gang, CHEN Jing-zao, ZHANG Li-yan. Department of Radiation Medicine, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China

【Abstract】Objective To observe the changes of level of plasma epinephrine (E) and norepinephrine (NE) contents of the rats exposed to the 90dB infrasound. **Methods** Two hundred and twenty rats were randomly and equally divided into experiment and control groups. The rats in the experiment group were further divided into 4 subgroups equally and exposed to the infrasound (16Hz, 90dB) once a day, 2 hours a time for 1, 7, 14 and 21 days, respectively. The control group was treated the same except infrasound exposure. The plasma levels of the E and NE were then determined at 0.5, 6, 12, 18 and 24 hours after the last exposure. The results were compared between the experiment and the control groups. **Results** For rats in the group which exposed to infrasound for 1 and 7 times, the plasma NE level declined at the beginning and gradually raised, and reached the peak at 24h after the last exposure; for those exposed for 14 times, the NE levels elevated very briefly (0.5h) and then gradually declined, and reached the lowest point 12h, then it elevated again and reached the peak at 24h. As for plasma levels of E, it was always lower in the experiment group than that of the control group. **Conclusion** Both NE and E plasma levels changed under the influence of infrasound irradiation, and the changes were related to the times of exposure.

【Key words】 Infrasound; Catecholamine; Rats

随着科学技术的发展, 人们的环保意识逐渐增强, 有关噪声生物效应的研究已引起人们的极大关注, 但对频率小于 20 Hz 的次声噪声的生物效应的研究还很少有人涉足。在足够的强度和作用时间下, 次声可引起机体损伤, 甚至死亡^[1]。儿茶酚胺类物质主要是去甲肾上腺素 (NE) 与肾上腺素 (E), 它们在机体内的含量反映了经典的应激系统—交感-肾上腺髓质系统的功能状态。目前公认次声为体外应激源。本研究的目的是通过动物实验, 观察 16 Hz、90 分贝 (dB) 次声长时间作用对体内交感-肾上腺髓质应激系统中的 E、NE

含量的影响。

材料和方法

一、动物分组

成年 SD 大鼠 240 只, 体重 180 ~ 220 g, 雌性 (本校实验动物中心提供)。随机分为实验组与对照组 (每组 120 只大鼠)。

二、方法

次声作用为每日 1 次, 每次 2 h。实验组以 16 Hz、90 dB 的次声分别作用 1、7、14、21 次, 即 4 组, 每组分别于末次次声作用后 0.5、6、12、18、24 h 时间点测定大鼠血浆 NE、E 含量, 各时间点均为 6 只大鼠。实验

基金项目: 全军重点课题 (No. 96Z042)

作者单位: 710032 西安, 第四军医大学预防医学系放射医学教研室

组大鼠放入本校研制的次声压力仓内,采用次声测量系统施以定量的次声作用。对照组大鼠亦放入次声压力仓内,但不施加次声作用,放置时间及次数和采样时间点及大鼠数均同次声作用组。大鼠处理采用 2% 巴比妥钠腹腔麻醉,心脏取血 1.5 ml,肝素抗凝,4 000 r/min 离心 4 min,血浆放入 -80℃ 冰箱保存待测。

三、血浆 NE、E 含量测定

采用 CLC-18 反相色谱柱,内径 4.6 mm × 150 mm (岛津公司产品);高效液相色谱仪(岛津公司产品,LC-6A 型);电化学检测器(岛津公司产品,L-ECD-6A 型);数据处理装置(岛津公司产品,CR-3A)。盐酸 NE 标准品(Sigma 公司产品,Mr = 205.6);E 标准品(Sigma 公司产品,Mr = 183.2);色谱条件为流速 0.6 ml/min,电压 0.6 V, RANGE 32, RUN2, 纸速 1 mm/s,进样量 10 μl,外标法计算^[2]。

四、统计学分析

实验数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 *t* 检验。

结 果

一、NE 含量的变化

与对照组相比,次声作用 1 次和 7 次变化情况类

似,都于 0.5 h 降至最低点($P < 0.01$),然后渐渐升高,至 12 h 已恢复正常,至 24 h 达高峰,分别为对照组的 114% 和 118%;次声作用 14 次组,于 0.5 h 已升高($P < 0.05$),然后渐渐回落,至 12 h 降至最低点($P < 0.01$),然后复呈升高,至 24 h 达峰值,为对照组的 158% ($P < 0.01$);次声作用 21 次组,于 12 h 降至最低点($P < 0.01$),然后渐渐升高,至 24 h 达峰值,为对照组的 164% ($P < 0.01$) (见表 1)。

二、E 含量的变化

与对照组相比,次声作用各次组,在 24 h 内始终低于对照组,最低是次声作用 7 次后 12 h 仅为对照组的 0.3% ($P < 0.01$) (见表 2)。

讨 论

血浆 NE 和 E 是调节和维持心血管功能的重要激素,是反映机体应激反应的重要指标之一。NE 大部分由全身的肾上腺素神经元合成、分泌,用于维持血管紧张性,应激状态时快速调节血压,以保证机体正常的循环功能;血浆 E 由肾上腺髓质细胞合成、释放,主要调节代谢,保证机体在应激反应时的能量供应。两者最终由肝内单氨氧化酶降解并经肾排出体外^[3]。

次声流行病学调查结果显示,环境中次声的受害

表 1 90 dB 次声作用后不同时间大鼠血浆 NE 的变化(μg/ml, $\bar{x} \pm s$)

组 别	次声作用后不同时间大鼠血浆 NE				
	0.5 h	6 h	12 h	18 h	24 h
对照组					
1 次	11.49 ± 0.59	11.65 ± 0.36	11.62 ± 0.21	12.21 ± 0.57	11.41 ± 0.23
7 次	11.99 ± 0.30	11.66 ± 0.67	11.80 ± 0.54	11.55 ± 0.47	11.51 ± 0.58
14 次	11.36 ± 0.24	12.30 ± 0.74	11.51 ± 0.27	11.94 ± 0.70	11.59 ± 0.72
21 次	11.71 ± 0.45	11.57 ± 0.58	11.42 ± 0.25	11.66 ± 0.39	11.39 ± 0.22
实验组					
1 次	7.53 ± 1.31 **	9.43 ± 1.02 **	11.33 ± 2.08	12.22 ± 1.35	13.06 ± 2.43 *
7 次	9.21 ± 1.15 **	9.63 ± 1.16 **	10.06 ± 2.91	11.93 ± 1.64	13.63 ± 3.14 *
14 次	14.67 ± 3.61 *	11.65 ± 2.38 *	8.63 ± 2.16 **	13.56 ± 4.65 *	18.48 ± 9.78 **
21 次	10.93 ± 4.13	9.82 ± 1.73 *	8.72 ± 2.47 **	11.62 ± 4.09	18.75 ± 6.32 **

注:与相应对照组比较,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$

表 2 90 dB 次声作用后不同时间大鼠血浆 E 的变化(μg/ml, $\bar{x} \pm s$)

组 别	次声作用后不同时间大鼠血浆 E				
	0.5 h	6 h	12 h	18 h	24 h
对照组					
1 次	2.68 ± 0.20	2.77 ± 0.46	2.73 ± 0.31	2.39 ± 0.25	3.06 ± 0.81
7 次	2.59 ± 0.36	3.00 ± 0.27	2.86 ± 0.13	2.68 ± 0.19	2.83 ± 0.31
14 次	2.74 ± 0.28	2.40 ± 0.25	3.04 ± 0.81	2.58 ± 0.34	2.97 ± 0.27
21 次	2.47 ± 0.38	2.53 ± 0.27	2.91 ± 0.56	2.50 ± 0.41	2.58 ± 0.32
实验组					
1 次	0.26 ± 0.15 **	0.55 ± 0.23 **	0.85 ± 0.35 **	0.45 ± 0.17 **	0.06 ± 0.02 **
7 次	0.26 ± 0.11 **	0.13 ± 0.05 **	0.01 ± 0.00 **	0.16 ± 0.08 **	0.32 ± 0.16 **
14 次	0.25 ± 0.04 **	0.17 ± 0.03 **	0.08 ± 0.01 **	0.41 ± 0.16 **	0.72 ± 0.33 **
21 次	0.19 ± 0.31 **	0.17 ± 0.15 **	0.15 ± 0.07 **	0.46 ± 0.08 **	0.77 ± 0.15 **

注:与相应对照组比较,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$

者主要表现为非特异的应激反应及神经内分泌系统的变化。据报道:以 8 Hz、90 dB、115 dB、135 dB 的次声作用于初生雌兔,每天作用 2 h,总共作用 40 d 后,以 115 dB 和 135 dB 次声作用的动物的外周血皮质酮含量显著升高、肾上腺儿茶酚胺含量显著降低、肝组织内糖原含量升高^[4]。因此,本研究选择了次声作用后交感神经递质 NE 和 E 含量的改变进行研究。结果表明,与对照组相比,次声作用 1 次、7 次、21 次血浆 NE 含量变化情况类似,都呈先下降后升高的曲线,其中 1 次和 7 次都于 0.5 h 降至最低点;而 21 次于 12 h 降至最低点,然后三者都渐渐升高,至 24 h 达高峰。次声作用 14 次与前三者血浆 NE 含量变化情况不同,呈先升高,然后下降,复升高至 24 h 达高峰的双峰曲线。血浆 NE、E 含量的升降是机体对应激原的一种防御机制,已知机体受次声作用时,会出现时相性变化,即机体各系统经历兴奋、恢复正常、抑制三个阶段^[5],但反应时相的顺序与次声作用参数有关。机体不同器官的细胞以及与质膜结合的各种酶对次声作用的反应是不同的,如同样受 16 Hz、130 dB 次声作用 40 d 的雌性大鼠,脑内琥珀酸脱氢酶在第 5 天到第 25 天增高,而心肌内该酶却在第 25 天开始增高^[6],同时次声的作用效应与其不同参数也有关。次声作用 1 次、7 次、21 次后,体内的肾上腺素神经元首先受抑制,使 NE 合成减少,同时肝内单氨氧化酶活性升高,加速了 NE 的分解,使 NE 出现短暂的下降趋势。正常的应激反应是机体有利的防御机制,使机体耐受各种刺激,这是因为次声作用时,机体在整体上、细胞水平上都存在适应机制^[6],随着次声作用后时间的延长,NE 渐渐恢复正常,这有利于维持机体的内稳态平衡^[7]。本研究表明,交感肾上腺髓质系统对次声作用 1 次、7 次、21 次的反应呈抑制、恢复正常、兴奋三个阶段,而次声作用 14 次的反应却呈兴奋、恢复正常、复兴奋三个阶段,由于本研究只观察了末次次声

作用后 24 h 内 NE 含量的改变,对于 24 h 内 NE 含量是否恢复正常还有待于进一步研究。

机体对各种刺激,无论是躯体的还是心理的,都产生协调的激素应答,应激时体内 NE、E 含量都会发生变化。本研究发现,次声作用后 NE、E 的分泌、释放并不平行。这是因为躯体应激主要使交感神经兴奋引起 NE 释放,而心理应激主要使肾上腺髓质兴奋,引起 E 释放^[8]。可见次声是比较特殊的应激源,16 Hz、90 dB 次声连续作用 1、7、14、21 次后,大鼠血浆 E 含量持续低于正常,可能与次声这一特殊的应激源主要引起心理应激有关。

参 考 文 献

- 1 陈景藻. 次声的产生及生物学效应. 见:中国人民解放军总后勤部卫生部,主编. 医药卫生科学技术进展. 北京:北京军事医学科学出版社,1997. 194-197.
- 2 钟友工,朱禧星,钟学礼. 高效液相色谱法测定血清 NE 和 E. 上海医科大学学报,1987,14:441-445.
- 3 杨钢,主编. 内分泌生理与病理生理学. 天津:天津科学技术出版社,1994. 301-305.
- 4 Габавич РД. Влияние инфразвука на процессы биоэнергетики ультраструктурную организацию органов и некоторые процессы регуляции. Гиг Труд, 1979, 3:9-15.
- 5 Габович РД. Сочетанное воздействие в эксперименте инфразвука и электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Гиг и Сан, 1979, 10:12-14.
- 6 Свидовый ВИ. О влиянии инфразвука на активность сукцинатдегидрогеназы тканей. Гиг. Труд и профессиональных заболеваний, 1987, 5:50-52.
- 7 张国楼,丝桂芳. 麻醉与儿茶酚胺. 国外医学麻醉学与复苏分册, 1995, 16:203-204.
- 8 Куралесин НА. Гигиенические и медикобиологические аспекты воздействия инфразвука. Медицина труда и промышленная экология, 1997, 5:8-14.

(收稿日期:2002-11-11)

(本文编辑:郭正成)

· 消息 ·

《中华物理医学与康复杂志》2002 年合订本邮购启事

应部分读者要求,本编辑部现备有少量《中华物理医学与康复杂志》2002 年合订本。合订本分为上、下两册,非常便于收藏和查阅,每套定价 120.00 元(含邮费)。欢迎定购。

欲定购者,请直接汇款至本刊编辑部,汇款单上请注明“邮购 2002 年合订本×册”字样。因数量有限,我们将按照汇款收到的先后顺序寄刊,售完为止。

联系电话:027-83662874。

《中华物理医学与康复杂志》编辑部