

# 职业性手臂振动病患者血管紧张素、醛固酮含量及肾素活性变化

李聪, 吴奇峰, 邓小峰, 张海玲, 梁伟辉, 杨爱初

广东省职业病防治院, 广东省职业病防治重点实验室, 广东 广州 510300

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2020.19692

## 摘要:

**[背景]** 职业性手臂振动病 (OHAVD) 患者存在手部末梢循环障碍和/或手臂神经功能障碍, 肾素-血管紧张素-醛固酮系统是人体内的一种升压调节体系, 可引起血管平滑肌收缩。该系统中的血管紧张素 (Ang) 不仅可引起血管收缩, 还能产生促炎效应, 使血管内皮细胞凋亡, 从而损伤血管组织。

**[目的]** 探讨肾素-血管紧张素-醛固酮系统是否参与 OHAVD 的血管损伤。

**[方法]** 采用整群抽样法, 以 2016 年 5 月—2019 年 5 月在广东省职业病防治院住院的 90 名 OHAVD 患者为 OHAVD 组, 根据职业病诊断前有无发生振动性白指 (VWF) 分为有 VWF 亚组和无 VWF 亚组; 以同一公司内工龄、年龄相近的 70 名无职业性手传振动接触史的人员为对照组。检测 OHAVD 组与对照组人群晨起空腹静卧状态下静脉血浆血管紧张素 I (Ang I) (37°C、4°C 时)、血管紧张素 II (Ang II) 及醛固酮 (ALD) 含量、肾素活性 (PRA) 及醛固酮-肾素活性比值 (ARR), 比较各组间上述指标及其异常率的差异。

**[结果]** OHAVD 组 Ang I (37°C) 含量、Ang I (4°C) 含量、PRA、ALD 含量、ARR 的 *M* (*Min*, *Max*) 分别为 2.29 (0.55, 8.30)  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、0.68 (0.25, 2.07)  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、1.63 (0.26, 6.58)  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 、122.01 (63.45, 620.96)  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$  和 7.88 (2.12, 171.48), Ang II 含量 ( $\bar{x}\pm s$ ) 为 (56.56 $\pm$ 13.58)  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ 。OHAVD 组人群 ALD 含量低于对照组 [137.59 (60.97, 651.17)  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ ] ( $P<0.05$ ), 其余指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两亚组人群间各指标差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。各指标的异常率在两组人群及两亚组人群间的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

**[结论]** 本研究未发现肾素-血管紧张素-醛固酮系统参与 OHAVD 的振动性血管损伤的证据。

**关键词:** 职业性手臂振动病; 血管紧张素; 肾素; 醛固酮

**Changes of angiotensin and aldosterone levels and renin activity in patients with occupational hand-arm vibration disease** LI Cong, WU Qi-feng, DENG Xiao-feng, ZHANG Hai-ling, LIANG Wei-hui, YANG Ai-chu (Guangdong Provincial Key Laboratory of Occupational Disease Prevention and Treatment, Guangdong Province Hospital for Occupational Disease Prevention and Treatment, Guangzhou, Guangdong 510300, China)

## Abstract:

**[Background]** Patients with occupational hand-arm vibration disease (OHAVD) have hand peripheral circulation disorders and/or arm nerve dysfunction. The renin-angiotensin-aldosterone system is a pressure-regulating system in human body, which can cause contraction of vascular smooth muscles. Angiotensin (Ang) in this system can not only cause vasoconstriction, but also produce proinflammatory effects, inducing apoptosis of vascular endothelial cells and damage to vascular tissues.

**[Objective]** This study is conducted to investigate whether the renin-angiotensin-aldosterone system is involved in developing OHAVD-related vascular injury.

**[Methods]** Using cluster sampling, 90 patients with OHAVD hospitalized in Guangdong Province Hospital for Occupational Disease Prevention and Treatment from May 2016 to May 2019 were selected as the OHAVD group, and the patients were divided into vibratory white finger (VWF) and non-VWF subgroups based on VWF occurrence before the OHAVD diagnosis. Another 70 office clerks without hand-transmitted vibration exposure history and of similar seniority and age as the OHAVD group from the same company were selected as the control group. Ang I (37°C),

## 组稿专家

陈青松 (广东药科大学公共卫生学院),  
E-mail: qingsongchen@aliyun.com

## 基金项目

国家临床重点专科建设项目 (2011-09);  
广东省职业病防治重点实验室项目  
(2017B030314152); 广东省中医药局科研  
项目 (20161032)

## 作者简介

李聪 (1983—), 女, 硕士, 副主任医师;  
E-mail: clouderic@163.com

## 通信作者

吴奇峰, E-mail: ridgewu@126.com

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2019-10-09

录用日期 2020-02-28

文章编号 2095-9982(2020)04-0358-05

中图分类号 R13

文献标志码 A

## 引用

李聪, 吴奇峰, 邓小峰, 等. 职业性手臂振动病患者血管紧张素、醛固酮含量及肾素活性变化 [J]. 环境与职业医学, 2020, 37 (4): 358-362.

## 本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19692

## Funding

This study was funded.

## Correspondence to

WU Qi-feng, E-mail: ridgewu@126.com

**Ethics approval** Obtained

**Competing interests** None declared

**Received** 2019-10-09

**Accepted** 2020-02-28

## To cite

LI Cong, WU Qi-feng, DENG Xiao-feng, et al. Changes of angiotensin and aldosterone levels and renin activity in patients with occupational hand-arm vibration disease[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2020, 37(4): 358-362.

## Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19692

Ang I (4 °C), Ang II, and aldosterone (ALD) levels, as well as renin activity (PRA) and aldosterone-renin activity ratio (ARR) in morning fasting venous plasma of all participants were measured. The differences in above indicators and their abnormal rates were compared.

**[Results]** The Ang I (37 °C) level, Ang I (4 °C) level, PRA, ALD level, and ARR in *M*(*Min*, *Max*) in the OHAVD group were 2.29 (0.55, 8.30)  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , 0.68 (0.25, 2.07)  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , 1.63 (0.26, 6.58)  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ , 122.01 (63.45, 620.96)  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ , and 7.88 (2.12, 171.48), respectively, and the Ang II level in ( $\bar{x}\pm s$ ) was (56.56 $\pm$ 13.58)  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ . The ALD level in the OHAVD group was lower than that in the control group [137.59 (60.97, 651.17)  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ ] ( $P<0.05$ ), and the differences in the other indicators were not statistically significant between the two groups ( $P>0.05$ ). There were no differences in all indicators between the two subgroups ( $P>0.05$ ). There were also no differences in the abnormal rates of above indicators between the two groups and between the two subgroups ( $P>0.05$ ).

**[Conclusion]** No evidence is found in the study that the renin-angiotensin-aldosterone system is involved in vibrational vascular injury of OHAVD.

**Keywords:** occupational hand-arm vibration disease; angiotensin; renin; aldosterone

职业性手臂振动病 (occupational hand-arm vibration disease, OHAVD) 是劳动者接触手传振动后发生的以手部末梢循环、手臂神经功能障碍为主的疾病,是我国法定职业病<sup>[1-3]</sup>。据统计,仅2017年,广东省共报告70例OHAVD,年均增长率为62.65%,是广东省职业病危害防控的新问题<sup>[4]</sup>。OHAVD的发病机制与防治目前受到国内外众多学者的关注。本课题组既往研究发现OHAVD患者血液黏滞度升高,血液流动性降低<sup>[5]</sup>。有研究发现血管紧张素(angiotensin, Ang)除可引起血管收缩,还能产生促炎效应,使血管内皮细胞凋亡并损伤血管组织;也有学者报道接触振动的兔子出现Ang II升高,而肾素、醛固酮(aldosterone, ALD)与Ang的表达密切相关<sup>[6-7]</sup>。本研究通过分析血浆中Ang I、Ang II和ALD含量,血浆肾素活性(plasma renin activity, PRA)及血浆醛固酮-肾素活性比值(ratio of ALD and PRA, ARR)在OHAVD患者与正常人群间的差异,并探讨其是否参与了OHAVD的血管损伤,以期为该病的防治提供参考依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

采用整群抽样法,以2016年5月—2019年5月在广东省职业病防治院住院并按照GBZ 7—2014《职业性手臂振动病的诊断》确诊为OHAVD的90名患者作为OHAVD组,其中男性88人、女性2人。患者均来自广东某运动器材有限公司或某家电制品有限公司,工作岗位均为抛光打磨,该岗位4h等能量频率计权振动加速度为5.71~7.19  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 。以职业病诊断前有无发生振动性白指(vibration white finger, VWF)分为有VWF亚组和无VWF亚组,其中有VWF亚组46人,均为男性;无VWF亚组44人,其中男性42人、女性2人。以同一公司内工龄、年龄相近、无职业性手传振动接

触史的70名工作人员作为对照组,其中男性63人、女性7人。

研究对象纳入标准:①无高血压病;②无肾脏疾病;③无原发性醛固酮增多症;④无垂体疾病;⑤近一周无感染;⑥既往均无明显神经系统症状和神经损伤史,无肿瘤、肺源性心脏病病史。排除标准:不配合提供本研究所需材料或抽血检测者。本研究经广东省职业病防治院医学伦理委员会审查批准(编号:GDHOD MEC 2015014),研究对象均知情同意,自愿参加本研究。

### 1.2 Ang I、Ang II、ALD含量检测和PRA、ARR计算

采集研究对象晨起空腹静卧状态下静脉血5 mL(血液样品采集前2h禁烟,OHAVD组人群于入院第2日采集)。利用全自动化学发光仪[型号:AXCEED 400T,博奥赛斯(天津)生物科技有限公司,中国]、血浆血管紧张素、醛固酮测定试剂盒(DiaSorin公司,意大利)检测Ang I (37 °C)、Ang I (4 °C)、ALD的含量。其中Ang I (37 °C)、Ang I (4 °C)的检测是将样本一分为二,一份在37 °C温育1h,另一份在4 °C冰浴1h,然后再分别进行Ang I含量检测。采用磁微粒化学发光仪(型号:A2000,郑州安图生物工程股份有限公司,中国)、Ang II检测试剂盒(郑州安图生物工程股份有限公司,中国)检测Ang II含量。计算PRA、ARR,  $\text{PRA} = [\text{Ang I (37 °C)} - \text{Ang I (4 °C)}] \times 0.74$ ,  $\text{ARR} = \text{ALD} / (\text{PRA} \times 10)$ 。

### 1.3 统计学分析

采用SPSS 19.0软件进行统计分析。计量资料经正态性检验符合正态分布者,以 $\bar{x}\pm s$ 描述,两组样本均数比较采用独立样本 $t$ 检验,多组样本均数比较采用单因素方差分析;不符合正态分布者,以中位数( $M$ )、最小值( $Min$ )、最大值( $Max$ )描述,两组样本 $M$ 比较采用Wilcoxon秩和检验,多组样本 $M$ 比较采用

Kruskal-Wallis 检验。检验水准  $\alpha=0.05$  (双侧)。计数资料率的比较采用  $\chi^2$  检验。多组计数资料率之间的两两比较需调整校正水准 [ $\alpha'=\alpha/m$ , 其中  $m=k(k-1)/2$ ,  $k$  表示多组独立样本的组数], 因此检验水准  $\alpha=0.017$ 。

## 2 结果

### 2.1 基本情况

OHAVD 组人群年龄范围为 31.00~51.00 岁, 平均为 (39.57±5.52) 岁。工龄范围为 2.08~22.50 年, 平均为 (12.36±4.75) 年。对照组人群年龄范围为 23.00~56.00 岁, 平均为 (40.97±7.19) 岁。对照组工龄范围为 2.25~21.75 年, 平均为 (12.25±4.50) 年。两组人群在年龄、性别构成、吸烟率方面的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。见表 1。

### 2.2 Ang I、Ang II、ALD 含量和 PRA、ARR

OHAVD 组 ALD 含量为 122.01 (63.45, 620.96)  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ ,

低于对照组 [137.59 (60.97, 651.17)  $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ ] ( $P<0.05$ ); 两组的其余指标差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两亚组人群间各指标差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。见表 2。两组人群及两亚组人群间各指标异常率的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。见表 3。

表 1 两组人群基本情况比较

Table 1 Comparison of basic information of the two groups

组别 Group	人数 Number	年龄/岁 Age/years ( $\bar{x}\pm s$ )	性别(男) Sex (male)		吸烟 Smoking	
			人数 Number	构成比/% Proportion	人数 Number	吸烟率/% Smoking rate
对照组 Control group	70	40.97±7.19	63	90.00	29	41.43
OHAVD 组 OHAVD group	90	39.57±5.52	88	97.78	28	31.11
$t/\chi^2$		-1.353		3.141		1.828
$P$		0.178		0.076		0.176

[注 (Note)] OHAVD: 职业性手臂振动病 (Occupational hand-arm vibration disease)。

表 2 调查对象血浆血管紧张素、醛固酮含量和肾素活性检测结果比较 [( $\bar{x}\pm s$ ) /M (Min, Max)]

Table 2 Comparison of plasma angiotensin level, aldosterone level, and renin activity in the subjects

组别 Group	Ang I / $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (37°C)	Ang I / $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (4°C)	Ang II / $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$	ALD/ $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$	PRA/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$	ARR
对照组 Control group	2.40 (1.27, 4.93)	0.75 (0.29, 1.89)	56.38±12.87	137.59 (60.97, 651.17)	1.67 (0.72, 3.74)	8.13 (2.00, 52.51)
OHAVD 组 OHAVD group	2.29 (0.55, 8.30)	0.68 (0.25, 2.07)	56.56±13.58	122.01 (63.45, 620.96) <sup>a</sup>	1.63 (0.26, 6.58)	7.88 (2.12, 171.48)
无 VWF 亚组 Subgroup without VWF	2.32 (0.55, 6.44)	0.71 (0.25, 2.07)	58.35±15.42	133.69 (63.45, 620.96)	1.71 (0.26, 4.53)	9.03 (2.12, 171.48)
有 VWF 亚组 Subgroup with VWF	2.26 (1.40, 8.30)	0.67 (0.42, 1.72)	54.84±11.46	119.58 (68.85, 313.12)	1.58 (0.77, 6.58)	7.57 (2.29, 15.25)
$t/Z$	-0.497	-0.463	0.084	-1.983	0.341	-0.875
$P_1$	0.619	0.644	0.933	<b>0.047</b>	0.734	0.381
$F/H$	0.714	0.412	0.792	5.379	0.368	2.580
$P_2$	0.700	0.814	0.455	0.068	0.832	0.275

[注] Ang I、Ang II、ALD、PRA、ARR 分别是血管紧张素 I、血管紧张素 II、醛固酮、肾素活性、醛固酮-肾素活性比值。 $t/Z$ 、 $P_1$  为对照组与 OHAVD 组比较的统计分析结果,  $F/H$ 、 $P_2$  为对照组、无 VWF 亚组、有 VWF 亚组比较的统计分析结果。a: 与对照组比较,  $P<0.05$ 。

[Note] Ang I, Ang II, ALD, PRA, and ARR are angiotensin I, angiotensin II, aldosterone, renin activity, and aldosterone-to-renin activity ratio, respectively.  $t/Z$  and  $P_1$  are the statistical analysis results of comparison between the control group and the OHAVD group;  $F/H$  and  $P_2$  are the statistical analysis results of comparison among the control group, non-VWF subgroup, and VWF subgroup. a: Compared with the control group,  $P<0.05$ .

表 3 调查对象血浆血管紧张素、醛固酮含量和肾素活性异常情况比较

Table 3 Comparison of abnormal rates of plasma angiotensin level, aldosterone level, and renin activity in the subjects

组别 Group	人数 Number	Ang I (37°C)		Ang I (4°C)		Ang II		ALD		PRA		ARR	
		异常人数 Abnormal number	异常率/% Abnormal ratio										
对照组 Control group	70	47	67.14	33	47.14	5	0.730	25	35.71	11	15.71	1	1.43
OHAVD 组 OHAVD group	90	54	60.00	36	40.00	10	0.393	21	23.33	19	21.11	3	3.33
无 VWF 亚组 Subgroup without VWF	44	29	65.91	19	43.18	7	2.799	14	31.81	11	25.00	3	6.82
有 VWF 亚组 Subgroup with VWF	46	25	54.35	17	36.96	3	0.247	7	15.21	8	17.39	0	0.00

续表 3

组别	人数 Number	Ang I (37°C)		Ang I (4°C)		Ang II		ALD		PRA		ARR	
		异常人数 Abnormal number	异常率/% Abnormal ratio										
$\chi_1^2$			0.863		0.819		0.730		2.946		0.753		0.065
$P_1$			0.353		0.365		0.393		0.086		0.386		0.799
$\chi_2^2$			2.154		1.174		2.799		6.976		1.607		0.058
$P_2$			0.341		0.556		0.247		0.050		0.448		0.810

[注]  $\chi_1^2$ 、 $P_1$  为对照组与 OHAVD 组比较的统计分析结果,  $\chi_2^2$ 、 $P_2$  为对照组、无 VWF 亚组、有 VWF 亚组比较的统计分析结果。

[Note]  $\chi_1^2$  and  $P_1$  are the statistical analysis results of the comparison between the control group and the OHAVD group;  $\chi_2^2$  and  $P_2$  are the statistical analysis results of the comparison among the control group, non-VWF subgroup, and VWF subgroup.

### 3 讨论

肾素、血管紧张素、醛固酮构成人体内一个相连、相互影响的内分泌调节系统, 被称为肾素-血管紧张素-醛固酮系统<sup>[8]</sup>。该系统通过对血容量和外周血管阻力的控制, 调节人体血压、水和电解质平衡, 维持机体内环境稳定。肾素是由肾小球旁细胞产生、贮存、分泌的一种羧基蛋白水解酶, 它作用于肝生成的血管紧张素原, 使其水解为 Ang I。Ang I 能刺激肾上腺髓质分泌肾上腺素, 它随血液流经肺循环时, 受血管紧张素转化酶作用, 水解为 Ang II<sup>[9]</sup>。Ang II 可作用全身微动脉、静脉, 使其收缩, 从而使血压升高。目前研究也发现 Ang II 能通过诱导活性氧的生成, 产生促炎症效应, 激活凋亡信号通路使血管内皮细胞凋亡, 从而损伤血管组织<sup>[6, 10]</sup>。Ang II 还可促进肾上腺皮质分泌 ALD。ALD 是一种可加强肾脏对离子及水分再吸收作用的类固醇类激素, 主要作用于肾小管, 起保钠、保水、排钾作用, 从而引起血量增多, 血压升高。有学者发现血浆 ALD 水平与动脉血管硬化程度呈正相关<sup>[11]</sup>; ALD 可以使心肌和周围血管胶原增加, 从而引起心肌和血管重塑<sup>[12-13]</sup>, 其含量的升高是造成小血管损伤的一个独立因素<sup>[14]</sup>。本研究发现 OHAVD 患者体内 Ang、PRA 水平与对照组的差异无统计学意义, 这与孙志贤等<sup>[7]</sup>的研究存在差异。OHAVD 患者长时间接触手传振动, Ang、PRA 可能只在该病血管损伤早期出现表达水平差异, 后期机体内环境发挥代偿调整作用, 致使 Ang、PRA 表达水平回落; 或者是肾素-血管紧张素-醛固酮系统并没有参与振动性的血管损伤, 这需要进一步研究。有 VWF 亚组与无 VWF 亚组间 Ang 含量、ALD 含量、PRA、ARR 及其异常率的差异均无统计学意义, 提示 Ang、PRA、ALD、ARR 不能反映 OHAVD 血管损伤的程度。高钠饮食、自主神经功能紊乱、妊娠高血压综合征等因素可使人体血浆 ALD 水平降低。自主神经系统又称植物性神经系统, 其作用

是调节内脏和血管平滑肌、心肌和腺体的活动。研究发现手传局部振动可致接触者植物神经功能紊乱<sup>[15]</sup>。OHAVD 患者的血浆 ALD 较对照组下降原因未明, 是否与手传局部振动致植物神经功能紊乱有关, 需要进一步研究。

有学者研究发现血浆 PRA、Ang II、ALD 水平变化与高血压病情存在密切相关性<sup>[16]</sup>, 宫漫漫等<sup>[17]</sup>通过文献分析, 发现长期接触职业性手传振动可引起高血压改变。但本研究发现, OHAVD 组 Ang I、Ang II、PRA 与对照组的差异均无统计学意义, 而且 OHAVD 组的 ALD 含量低于对照组, 提示手传局部振动并未增加 OHAVD 患者血压升高的风险。考虑研究结果之间的差异可能与地区、人群、生活习惯等因素差异有关。手传振动是否可以引起高血压需继续深入研究探讨。

综上所述, 本研究未发现肾素-血管紧张素-醛固酮系统参与 OHAVD 的振动性血管损伤的证据。

### 参考文献

- [1] 职业性手臂振动病的诊断: GBZ 7—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [2] SHEN S C, HOUSE R A. Hand-arm vibration syndrome: What family physicians should know [J]. Can Fam Physician, 2017, 63 (3): 206-210.
- [3] 李聪, 郎丽, 陈思枝, 等. 放射皮温计在冷水复温试验临床应用研究 [J]. 中国职业医学, 2015, 42 (5): 526-530.
- [4] 周珊宇, 温贤忠, 陈嘉斌, 等. 广东省重点职业病监测情况与职业健康风险评估 [J]. 中国公共卫生, 2019, 35 (5): 549-553.
- [5] 李聪, 吴奇峰, 邓小峰, 等. 职业性手臂振动病患者血液流变学及血脂指标变化 [J]. 中国职业医学, 2019, 46 (5): 559-563.
- [6] 彭宁, 刘俊田. 血管紧张素 II 诱导活性氧簇的产生及其在血管损伤的信号机制 [J]. 生理科学进展, 2006, 37 (4):

- 362-365.
- [7] 孙志贤, 张敏, 聂继池. 振动性血管损伤的生物监测指标的实验研究 [J]. 职业与健康, 2008, 24 (12): 1158-1160.
- [8] 胡泉东, 陈琼锋, 曹畏. 肾素-血管紧张素-醛固酮系统在肺部疾病作用中的研究进展 [J]. 南昌大学学报 (医学版), 2019, 59 (1): 92-95.
- [9] 滕欣越, 王灵冰, 孙硕, 等. 血管紧张素 II 引起高血压的分子机制研究进展 [J]. 医学研究杂志, 2019, 48 (1): 14-17.
- [10] 魏艳艳, 路雪芹, 陈传波. 血管紧张素 II 和白介素 6 在静脉留置针致血管损伤中的作用 [J]. 河南预防医学杂志, 2014, 25 (4): 252-254, 269.
- [11] GKALIAGKOUSI E, ANYFANTI P, TRIANTAFYLLOU A, et al. Aldosterone as a mediator of microvascular and macrovascular damage in a population of normotensive to early-stage hypertensive individuals [J]. J Am Soc Hypertens, 2018, 12 (1): 50-57.
- [12] SANTESE G, STEFANIO C, BELLETTI G, et al. The role of aldosterone receptor blocker therapy in hypertension and heart failure [J]. IJC Metab Endocr, 2015, 8: 34-37.
- [13] 李晟, 刘宇, 宋奇颖, 等. ARB 类药物联合抗醛固酮治疗对老年自发性高血压大鼠血管功能的影响 [J]. 山西医科大学学报, 2019, 50 (3): 262-266.
- [14] 李艳芳. 醛固酮的血管效应及地塞米松的调制作用 [D]. 浙江: 浙江大学, 2008.
- [15] 张春之, 林立, 曾晓立, 等. 手传振动对外周循环功能的影响及其与植物神经功能关系的研究 [J]. 工业卫生与职业病, 2001, 27 (2): 102-104.
- [16] 黄星铭, 闵晓霞. 原发性高血压患者 RAAS 三项检测的临床意义 [J]. 热带医学杂志, 2019, 19 (6): 755-757.
- [17] 宫曼漫, 周杰, 杨秋月, 等. 职业性手传振动对作业人员心血管系统影响的 Meta 分析 [J]. 工业卫生与职业病, 2015, 41 (5): 321-324, 329.

(英文编辑: 汪源; 编辑: 陈姣; 校对: 汪源)

(上接第 340 页)

- www.nhc.gov.cn/zyjks/zcwj2/201712/90667a5571e44ccca42e317b68f50c40.shtml.
- [8] 工作场所物理因素测量 第 8 部分: 噪声: GBZ/T 189.8—2007 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [9] 工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分: 物理因素: GBZ 2.2—2007 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- [10] 职业健康监护技术规范: GBZ 188—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [11] 职业性噪声聋的诊断: GBZ 49—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [12] 张维森, 杜伟佳, 王致, 等. 广州工厂工业噪声超标现状调查 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2011, 29 (3): 216-219.
- [13] 关陶, 岳倩, 任磊. 2016 年凉山彝族自治州职业健康风险评估 [J]. 医药前沿, 2017, 7 (20): 104-105.
- [14] 祝志军, 陈宇炼. 常州市新北区职业卫生现状调查 [J]. 江苏预防医学, 2015 (4): 46-48, 57.
- [15] 张栗, 苟勇. 成都市某区职业危害因素监测结果分析 [J]. 心理医生, 2017, 23 (18): 315-316.
- [16] 黄邵玲, 金若刚, 许旭丹, 等. 2016 年长沙市噪声作业人员职业健康监护分析 [J]. 中国卫生标准管理, 2018, 9 (9): 20-23.
- [17] 胡凤霞, 王瑛, 杨海兵, 等. 对 2007 年至 2016 年苏州市职业性噪声聋发病情况的分析 [J]. 当代医药论丛, 2017, 15 (20): 33-34.
- [18] 于进晶. 某市 55 家市级职业危害重点监管企业噪声接触人群的职业流行病学调查 [D]. 苏州: 苏州大学, 2013.
- [19] 吴宪. 企业职工听力损失现状及影响因素研究 [D]. 杭州: 杭州师范大学, 2015.
- [20] 余善法, 陈国顺, 焦洁, 等. 钢铁厂工人职业性噪声性听力损失的队列研究 [J]. 中华预防医学杂志, 2017, 51 (1): 13-19.
- [21] 张箭, 李俊, 刘继中, 等. 吸烟对噪声作业工人健康的影响 [J]. 中国保健营养, 2018, 28 (23): 316-317.
- [22] 李锐冰. 佛山市南庄镇建筑陶瓷工人职业性噪声聋现患情况及其相关影响因素研究 [D]. 广州: 中山大学, 2010.
- [23] 吴云杰, 刘志清, 杨飞鹏, 等. 深圳市某区职业危害因素监测结果分析 [J]. 职业卫生与病伤, 2016, 31 (2): 73-76.
- [24] 王欣, 曾强, 唐慧晶, 等. 2006—2015 年天津市职业性噪声聋流行趋势及影响因素 [J]. 公共卫生与预防医学, 2017, 28 (2): 38-41.
- [25] 金羊网. 养老就医结合、职业病防治领先 广东人的生活越来越健康 [EB/OL]. [2019-12-31]. <http://gd.sina.cn/city/csgz/2019-12-31/city-iihnzahk1068606.d.html?from=wap>.
- [26] 苏俊, 严志刚. 职业性噪声聋诊断标准的实践探索 [J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2016, 14 (6): 436-439.

(英文编辑: 汪源; 编辑: 汪源; 校对: 丁瑾瑜)