

噪声作业工人听力损伤及心率异常与高血压的相关性研究

张维森, 肖吕武, 周浩, 吴琳, 何国权, 罗晓丽, 江朝强

(广州市职业病防治院, 广东 广州 510620)

摘要: 目的 探讨噪声作业工人听力损伤、心率改变与高血压的相关性。方法 结合职业健康检查对 157 家工厂 14 396 名噪声作业工人纯音听力、心电图和血压进行检测, 以听力损伤和心率改变分别作为累计噪声暴露量和自主神经功能的反映指标; 经性别和接噪工龄分层后, 分析调整年龄后听力损伤、心率改变与高血压的相关性。结果 (1) 调查对象以男性为主, 多数在 35 岁以下, 从事噪声作业不足 4 年; (2) 听力异常率男性高于女性, 并且随着年龄和接噪工龄的增加而增加; 接噪工龄较短的年轻人心率改变异常率较高; (3) 男性感音性聋或窦性心动过速者高血压患病风险增加, 接噪工龄 2.1~4 年组感音性聋者和接噪工龄 ≤ 2 年组窦性心动过速者患高血压相对风险 *OR* (95% CI) 分别为 4.18 (1.56, 11.23) 和 5.64 (3.22, 9.88)。结论 噪声作业严重听力损伤或窦性心动过速与高血压患病风险增加有关, 建议关注自主神经功能稳定性较差的噪声作业者的高血压风险。

关键词: 工业噪声; 听力损伤; 窦性心律失常; 高血压; 自主神经稳定性

中图分类号: TB53; R54 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2012)04-0255-06

Relationship among hearing loss, arrhythmia and hypertension in industrial noise exposure workers

ZHANG Wei-sen, XIAO Lv-wu, ZHOU Hao, WU Lin, HE Guo-quan, LUO Xiao-li, JIANG Chao-qiang

(Guangzhou Occupational Diseases Prevention and Treatment Center, Guangzhou 510620, China)

Abstract: **Objective** To study the correlation of hearing loss, sinus arrhythmia and hypertension in noise exposed workers. **Methods** Combining with occupational health surveillance, 14 396 workers from 157 factories were investigated including interview, hearing test and other laboratory examination such as pure tone audiometry, electrocardiography and blood pressure measurement ect. Hearing loss and sinus arrhythmia were used as reflect indexes of noise exposure level and autonomic nervous function respectively. The age-adjusted correlations of hearing loss and sinus arrhythmia with hypertension were analyzed respectively after gender and noise exposure duration stratification. **Results** The results showed that (1) most of the objects were males, age 35 years old and noise exposure duration less than 4 years. (2) The prevalence of hearing loss was significantly higher in males, that was increased with age and exposure duration, while the prevalence of sinus arrhythmia was higher in young, shorter exposed workers. (3) Those male workers suffered from sensorineural hearing loss or sinus tachycardia had higher risk of hypertension. The relative risk value odds ratio (*OR*) of hypertension were 4.18 (1.56—11.23, 95% CI) and 5.64 (3.22—9.88, 95% CI) for those with sensorineural hearing loss in 2.1 to 4 years noise exposure group and those with sinus tachycardia in ≤ 2 years noise exposure group. **Conclusion** The results suggested that severe hearing damage and sinus tachycardia are well correlated with increased hypertension risk, and it should be necessary to pay attention to the higher risk of hypertension, especially in those workers who have lower autonomic nervous stability.

Key words: industrial noise; hearing loss; sinus arrhythmia; hypertension; stability of autonomic nerve

研究提示累计噪声暴露量 (CNE) 与听力损伤呈剂量-效应关系^[1,2], 噪声性听力损伤状况可一定程度上代表 CNE 用于探讨接噪危害的人群研究。事实上已经有相应的研究报道, 如听力损伤与血压升高或高血压患病率增加有显著性相关^[3,4]。另外, 噪声可致接触者交感神经兴奋性增高、肾上腺素分泌增多^[5], 导致

自主神经功能改变。心率和节律在很大程度上受自主神经系统控制, 心率变异性分析是一项客观定量自主神经功能的方法, 已广泛用于心血管病的疗效、预后及评价^[6]。因此, 窦性心律的快慢可较好反映人体自主神经功能的改变状况。据我们了解, 目前有关对比较累计噪声暴露量和自主神经功能改变对高血压影响的文献报道较少, 分析其不同接噪工龄人群的影响更少。为此, 我们采用噪声性听力损伤和窦性心律改变分别作为间接反映 CNE 和自主神经功能改变指标, 探讨不同接噪工龄组两者与高血压的相关性。

收稿日期: 2011-11-01; 修回日期: 2012-02-20

基金项目: 广州市医疗卫生机构重点专科科研项目 (2009-ZDi-07)

作者简介: 张维森 (1967—), 男, 博士, 主任医师, 主要从事职业卫生和职业流行病学研究。

1 对象与方法

1.1 对象

结合职业健康监护工作, 将 2009 年委托广州市职业病防治院开展职业健康检查的 157 家工厂, 14 396 名噪声作业工人纳入本研究 (不含传导性聋者), 其中男性 11 684 人、女性 2 712 人, 男女研究对象听力损伤和心率改变的年龄和接噪工龄构成见表 1。研究对象无耳毒性化学物接触史, 从事噪声作业前未患明显的听觉系统疾病, 无爆震史、头部外伤史、家族性耳聋史以及耳毒性药物使用史等, 也无明显的心功能异常史。

1.2 研究方法

本研究现场调查与职业健康检查同步进行, 采用改良的《职业健康监护手册》, 由经过培训的护士统一询问, 记录工人的一般情况、职业史、疾病史和个人生活习惯等。噪声作业主要由工厂负责职业卫生的主管人员结合工厂的生产工艺特点和工作场所日常噪声声压级检测结果确定, 广州市职业病防治院专业人员提供必要的协作。

听力检查参照 GBZ49—2007《职业性噪声聋诊断标准》以及相关标准规范的要求, 在本底值噪声 < 25 dB(A) 的隔音室内, 由经过培训的专业医务人员用丹麦产 MADSEN ITERA II 纯音听力计对所有对象进行左、右耳语频段 (500、1 000 和 2 000 Hz) 和 高频频段 (3 000、4 000 和 6 000 Hz) 共 6 个频率的纯音气导听阈测试, 所有对象受检前均要求脱离噪声环境至少 12 h 以上, 若某一频段纯音气导听阈超过 40 dB(A) 者, 加测纯音骨导听阈, 以便进一步区分听力损失是传导性还是感音性。纯音听力检查结果用 GBZ49—2009 表 A.1 进行年龄、性别修正。3 000、4 000 和 6 000 Hz 高频频段平均听阈 ≥ 25 dB(A) 者定为高频听损; 高频听损加上 500、

1 000 Hz 任一频段和 2 000 Hz 频段听阈平均 ≥ 25 dB(A) 者定为感音神经性聋 (简称感音性聋)。

心电图检查用 ECG9620P2 型心电图机, 取仰卧位, 常规测量方法, 测量十二导联。心电图心率改变诊断: (1) 窦性心动过速指成人心率 > 100 次/min; (2) 窦性心动过缓指成人心率 < 60 次/min; (3) 窦性心律不齐指同一导联 P—P 间距超过 0.12 s。其他心电图异常改变根据人民卫生出版社 2000 年出版的《临床心电图鉴别诊断》进行判断。

血压检测用经过计量检定合格的电子血压计 (欧姆龙 HEM-746C) 测量静态坐位血压。高血压定义为收缩压 ≥ 140 mm Hg (或 18.7 kPa) 和或舒张压 ≥ 90 mm Hg (或 12.0 kPa); 若结果提示 > 135/85 mm Hg, 则要求静坐 5 min 后重测 2 次以上, 并取该相邻两次测量的均值为最终测量值。对于有高血压病史或近期内服降压药者也列入高血压。

1.3 数据管理与统计分析

所有调查和检查数据统一录入电脑, 存入医院信息中心专用服务器。采用 Excel 格式导出后转入 SPSS15.0 软件进行相关分析, 计算人群特征构成, 听力损伤、心率改变和高血压等率比较用卡方检验, 按性别和接噪工龄分层后, 采用多因素 Logistic 回归模型 (直接进入法) 将年龄、听力损伤和心率改变直接引入回归模型进行相互调整, 分析调整后听力损伤和心率改变各自对高血压患病风险的影响。

2 结果

2.1 一般情况

表 1 提示, 本次调查的噪声作业工人以男性为主 (占 81.2%), 年龄多数 < 35 岁 (男性 79.2%、女性 72.1%), 绝大多数从事噪声作业 < 4 年 (男性 67.0%、女性 71.2%)。

表 1 研究对象的人口特征构成

项目	男		女		χ^2 值 (P 值)	合计		
	例数	构成 (%)	例数	构成 (%)		例数	构成 (%)	
年龄 (岁)	< 25	4 982	42.6	1 139	42.0	78.270	6 121	42.5
	25 ~ 34	4 280	36.6	816	30.1	(< 0.001)	5 096	35.4
	≥ 35	2 422	20.7	757	27.9		3 179	22.1
接噪工龄 (年)	≤ 2	4 817	41.2	1 402	51.7	103.546	6 219	43.2
	2.1 ~ 4	3 018	25.8	528	19.5	(< 0.001)	3 546	24.6
	> 4	3 849	32.9	782	28.8		4 631	32.2
听力	正常	8 663	74.1	2 511	92.6	431.759	11 174	77.6
	高频听损	2 876	24.6	187	6.9	(< 0.001)	3 063	21.3
	感音性聋	145	1.2	14	0.5		159	1.1
心电图	正常	9 326	79.8	2 240	82.6	112.230	11 566	80.3
	心动过速	177	1.5	44	1.6	(< 0.001)	221	1.5
	心动过缓	919	7.9	77	2.8		996	6.9
	心律不齐	380	3.3	65	2.4		445	3.1
	其他异常	882	7.5	286	10.5		1 168	8.1
合计	11 684	100.0	2 712	100.0		14 396	100.0	

2.2 不同年龄、接噪工龄组听力和心电图异常率比较

表2、3提示,听力异常率(高频听损和感音性

聋)总体上男性高于女性,且随年龄和接噪工龄的增加而增加, P 均 <0.01 。心律改变异常率(窦性心动过速、过缓和不齐)以年轻者和工龄短者较高。

表2 不同性别噪声作业工人不同年龄、接噪工龄组听力异常率比较

例(%)

项目	听力正常		高频听损		感音性聋		
	男性(%)	女性(%)	男性(%)	女性(%)	男性(%)	女性(%)	
年龄(岁)	<25	4 158(83.5)	1 086(95.3)	809(16.2)	50(4.4)	15(0.3)	3(0.3)
	25~34	3 222(75.3)	769(94.2)	1 012(23.6)	43(5.3)	46(1.1)	4(0.5)
	≥ 35	1 283(53.0)	656(86.7)	1 055(43.6)	94(12.4)	84(3.5)	7(0.9)
接噪工龄(年)	≤ 2	3 793(78.7)	1 309(93.4)	981(20.4)	83(5.9)	43(0.9)	10(0.7)
	2.1~4	2 358(78.1)	507(96.0)	637(21.1)	20(3.8)	23(0.8)	1(0.2)
	>4	2 512(65.3)	695(88.9)	1 258(32.7)	84(10.7)	79(2.1)	3(0.4)
合计	8 663(74.1)	2 511(92.6)	2 876(24.6)	187(6.9)	145(1.2)	14(0.5)	

注:异常听力现患率比较,不同年龄组,男性 $\chi^2 = 835.484, P < 0.001$; $\chi^2_{趋势} = 756.016, P < 0.001$ 。女性 $\chi^2 = 54.895, P < 0.001$; $\chi^2_{趋势} = 45.687, P < 0.001$ 。不同接噪工龄组,男性 $\chi^2 = 244.092, P < 0.001$; $\chi^2_{趋势} = 196.933, P < 0.001$ 。女性 $\chi^2 = 30.449, P < 0.001$; $\chi^2_{趋势} = 9.489, P = 0.002$ 。

表3 不同性别噪声作业工人不同年龄、接噪工龄组心电图异常率比较

项目	正常心电图		窦性心动过速		窦性心动过缓		窦性心律不齐		其他异常心电图		
	例数	率(%)	例数	率(%)	例数	率(%)	例数	率(%)	例数	率(%)	
男											
年龄(岁)	<25	3 907	78.4	98	2.0	457	9.2	235	4.7	285	5.7
	25~34	3 451	80.6	52	1.2	332	7.8	118	2.8	327	7.6
	≥ 35	1 968	81.3	27	1.1	130	5.4	27	1.1	270	11.1
接噪工龄(年)	≤ 2	3 790	78.7	78	1.6	419	8.7	191	4.0	339	7.0
	2.1~4	2 394	79.3	48	1.6	256	8.5	123	4.1	197	6.5
	>4	3 142	81.6	51	1.3	244	6.3	66	1.7	346	9.0
合计	9 326	79.8	177	1.5	919	7.9	380	3.3	882	7.5	
女											
年龄(岁)	<25	950	83.4	17	1.5	30	2.6	37	3.2	105	9.2
	25~34	663	81.3	16	2.0	24	2.9	20	2.5	93	11.4
	≥ 35	627	82.8	11	1.5	23	3.0	8	1.1	88	11.6
接噪工龄(年)	≤ 2	1 164	83.0	20	1.4	38	2.7	45	3.2	135	9.6
	2.1~4	438	83.0	13	2.5	13	2.5	7	1.3	57	10.8
	>4	638	81.6	11	1.4	26	3.3	13	1.7	94	12.0
合计	2 240	82.6	44	1.6	77	2.8	65	2.4	286	10.5	

注:异常心电图现患率比较,不同年龄组,男性 $\chi^2 = 177.911, P < 0.001$;女性 $\chi^2 = 13.834, P < 0.086$ 。不同接噪工龄组,男性 $\chi^2 = 79.156, P < 0.001$;女性 $\chi^2 = 14.896, P = 0.061$ 。

2.3 听力损伤、心率改变与高血压的相关性

考虑到性别、年龄和接噪工龄可能对听力损伤、心率改变和高血压的相关性产生混杂影响,我们先对性别和接噪工龄进行排序和分层处理,然后采用多因素分析,直接引入年龄、听力异常和心率改变进行相互调整,分别分析调整后听力异常和心率改变与高血压的相关性。表4结果提示,与听力正常者比,男性接噪工龄 >2 年各组感音性聋者高血压患病风险有显著性增加,以接噪工龄2.1~4年组高血压患病相对风险最高, $OR = 4.18(95\% CI: 1.56 \sim 11.23)$;接噪工龄超过4

年的高频听损者,其高血压患病风险增加31%, $P < 0.05$ 。

表5结果提示,与心电图正常者比,仅发现男性窦性心动过速者高血压患病风险显著增加,且以接噪工龄 ≤ 2 年组患高血压相对风险最高, $OR = 5.64(95\% CI: 3.22 \sim 9.88)$;相反,窦性心动过缓者高血压患病风险则显著减少,而窦性心律不齐和其他心电图异常对高血压的影响均无统计学意义。

3 讨论

3.1 噪声暴露、听力损伤与高血压的相关性

表 4 不同性别不同接噪工龄听力异常对高血压的影响

接噪工龄	电测听	男			女	
		总例数	率(%) [#]	OR(95% CI)	总例数	率(%) [#]
≤2 年	听力正常	3 793	6.3	1.00	1 309	4.4
	高频听损	981	6.8	0.81 (0.61, 1.09)	83	6.0
	感音性聋	43	18.6	1.87 (0.83, 4.24)	10	0.0
	P 值		0.004	0.09		0.63
2.1~4 年	听力正常	2 358	5.3	1.00	507	5.3
	高频听损	637	7.2	0.99 (0.68, 1.43)	20	5.0
	感音性聋	23	30.4	4.18 (1.56, 11.23) **	1	0.0
	P 值		<0.001	0.016		0.97
>4 年	听力正常	2 512	9.4	1.00	695	8.2
	高频听损	1 258	14.5	1.31 (1.06, 1.63) *	84	6.0
	感音性聋	79	22.8	2.04 (1.17, 3.55) *	3	33.3
	P 值		<0.001	0.005		0.21

注: #指高血压现患率, 率比较用卡方检验; 患病风险 (OR, 95% CI) 由多因素 Logistic 回归分析获得, 采用直接引入法调整年龄和心电图结果; 与听力正常者比较, * P<0.05, ** P<0.01。

表 5 不同性别不同接噪工龄心电图异常对高血压的影响

接噪工龄	心电图	男			女	
		总例数	率(%) [#]	OR (95% CI)	总例数	率(%) [#]
≤2 年	正常心电图	3 790	6.4	1.00	1 164	4.6
	窦性心动过速	78	23.1	5.64 (3.22, 9.88) ***	20	15.0
	窦性心动过缓	419	3.6	0.56 (0.33, 0.95) *	38	2.6
	窦性心律不齐	191	4.7	0.93 (0.47, 1.86)	45	2.2
	其他异常心电图	339	8.0	1.07 (0.70, 1.63)	135	3.7
	P 值		<0.001	<0.001		0.19
2.1~4 年	正常心电图	2 394	6.1	1.00	438	5.3
	窦性心动过速	48	14.6	2.82 (1.19, 6.68) *	13	7.7
	窦性心动过缓	256	1.6	0.25 (0.09, 0.70) **	13	0.0
	窦性心律不齐	123	0.8	0.14 (0.02, 1.02)	7	28.6
	其他异常心电图	197	10.2	1.41 (0.85, 2.35)	57	3.5
	P 值		<0.001	0.001		0.07
>4 年	正常心电图	3 142	11.4	1.00	638	8.5
	窦性心动过速	51	27.5	3.23 (1.70, 6.13) ***	11	0.0
	窦性心动过缓	244	4.5	0.42 (0.23, 0.78) **	26	0.0
	窦性心律不齐	66	10.6	1.11 (0.50, 2.48)	13	7.7
	其他异常心电图	346	13.9	1.20 (0.97, 1.67)	94	8.5
	P 值		<0.001	<0.001		0.49

注: #指高血压现患率, 率比较用卡方检验; 患病风险 (OR, 95% CI) 由多因素 Logistic 回归分析获得, 采用直接引入法调整年龄和电测听结果; 与正常心电图组比, * P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001。

基于对14 396名噪声作业工人的调查, 我们发现不同接噪工龄组男性感音性聋者高血压患病率和患病风险均有不同程度的增加, 患病相对风险以接噪工龄2.1~4年组最高; 接噪工龄>4年的高频听损者, 其高血压患病风险也出现显著性增加。本研究发现的严重听力损伤(感音性聋)与升高的高血压患病风险有关, 与 Sokas RK 和 Talbott E 等的研究结果相近。Sokas RK 等通过收集员工职业医学档案, 分析听力损伤与血压的相关性, 发现<45岁组听力损伤与舒张压升高有关^[3]。而 Talbott E 等对两家工厂 [分别是声压≥89

dB (A) 和<81 dB (A)] 蓝领工人的横断面调查显示, 年龄>56岁者, 严重的听力损失 [3, 4 或 6 kHz ≥65 dB (A)] 与高血压有显著相关^[7]。

目前, 来自噪声暴露、听力损失和血压/高血压的相关性研究, 报道结果尚不一致。日本的研究提示长期接触工业噪声可致听力损失, 但没有发现血压升高; 噪声作业工人听力损失者和听力正常者血压差异无统计学意义^[8]。对噪声接触导致的这种差异的解释, 认为可能与长期接触对噪声的适应性有关。但对黑种人和白种人的调查, 结果却提示只在黑种人中发

现4 000 Hz 频段听力损失和接噪工龄与平均血压和高血压有显著相关^[9]。更有调查显示,即使是严重的听力损失者[4 000 Hz 频段听力损失>60 dB(A)],与通过年龄和工龄配对的对照组比较,其血压值也没有显著性的增加^[10]。然而,横断面调查却显示,严重的听力损失与高血压有显著相关^[3,7]。台湾一项对钢铁工人的调查虽没有发现听力损失与血压的相关性^[11]。但是,来自我国对纺织女工的调查结果却显示,高频听力损伤组收缩压和舒张压均显著高于听力正常组,反过来,高血压组高频听阈显著高于血压正常组^[12]。

实际上,现代企业为了弥补噪声危害在工程控制方面的不足,一般都很注重做好噪声作业工人的个人防护(配备合格的耳塞或耳罩),若用常规的个体噪声声压级和接噪时间来衡量CNE,显然存在未考虑个人防护因素而导致夸大噪声暴露量的不足。因此,基于CNE与噪声性听力损失的剂量-效应关系,有研究选用了噪声性听力损伤作为反映CNE的替代指标开展相关研究。有学者对1980年以来所发表的关于生产性噪声与高血压关系的流行病学研究论文进行检索,将符合要求的18篇论文进行Meta分析,结果显示,以当前噪声暴露量为接触指标分层分析,显示噪声与高血压的关联程度弱,以严重听力损伤为接触指标,分析结果则显示出很强的关联,提示噪声所致听力损失作为一个累积噪声接触指标,更可能得出噪声与血压升高有因果关联的结论^[13]。本研究通过分层分析也发现严重听力损伤(感音性聋)与升高的高血压风险有关。

3.2 噪声暴露、心率改变与高血压的相关性

噪声可导致接触者自主神经功能改变,心率和节律在很大程度上受自主神经系统控制,因此,心率改变可作为一项反映自主神经功能的客观指标。考虑到心电传导阻滞等对心率的影响可能导致对自主神经功能改变的误判,本研究只选窦性心律改变进行重点分析。研究发现,年轻者和接噪工龄短者心率改变异常率较高,这说明接噪工龄较短的年轻人自主神经系统功能的稳定性相对较差,容易受到噪声等环境因素的影响,随着接噪工龄和年龄的增加,噪声作业工人对噪声也有了较好的适应,自主神经功能日趋稳定。

本研究还发现,不同接噪工龄组窦性心动过速者高血压患病率和患病风险均有不同程度的增加,患病相对风险以接噪工龄 ≤ 2 年组最高。有研究对476名50岁以下正常血压的噪声作业工人进行工作日和非工作日24 h动态血压监测,发现噪声暴露组噪声暴

露时和脱离暴露后2~3 h收缩压和舒张压分别比对照组高出6 mm Hg和3 mm Hg,但非工作日两组差异无统计学意义;心率监测发现工作日心率增加较明显^[4]。据此推测,噪声暴露时交感神经可能处于相对兴奋状态,可导致血管紧张度增加,使血压升高。

窦性心动过速者,尤其是接噪工龄<2年的年轻人,出现窦性心动过速很可能属于自主神经功能稳定性较差,交感神经极易出现兴奋的敏感者,容易受到来自外界噪声等环境因素的影响,从而导致心动过速,血管过于紧张,血压逐步升高乃至出现高血压。监测噪声作业工人的自主神经功能,找出容易出现自主神经功能改变,尤其是容易出现交感神经兴奋的易感者,建议将其列为噪声作业禁忌证,这对预防升高的噪声作业所致高血压风险有一定的作用。

3.3 本研究的优缺点

本研究结合日常职业健康检查同步开展,相关研究能够较大程度地取得厂方的配合;同时研究项目也得到最大化的互补,节省经费,从而可以在有限经费基础上开展大型的调查研究。但这种做法同时也存在一些不足。(1)由于日常的职业健康检查通常时间较紧凑,调查内容只能尽可能精简以换取调查质量上的保障,因此有关高血压的一些影响因素,如饮酒、钠盐摄入、肥胖指数等指标由于缺失过多或估算有困难而最终未能纳入分析。但由于本研究选择的对象均来自广州,一般生活习惯比较相近,加上是大型研究,不同研究组(听力损伤或心率异常)人群一般不存在某组主观偏向某种生活方式的极端情况,这些影响因素在各研究组中可一定程度上得到均衡。(2)用听力损伤和心率改变分别作为反映CNE和自主神经功能改变的替代指标可能存在一定程度上的偏差,但上述3.1的讨论提示,对于大型职业流行病学研究,直接个体噪声接触剂量检测计算CNE在操作性上有一定局限性,用听力损伤间接反映CNE不失为一种新选择;另外,在反映自主神经功能上,我们考虑了房室等心电传导阻滞的影响,仅采用窦性心律改变进行分析,尽可能减少错判、误判。

总之,之前的研究仅从CNE方面分析并不能较全面地解释噪声对血压的影响,噪声作为常见的环境因素对自主神经功能的影响,从而导致血压的变化应引起大家的重视。本文报道我们在这方面的初步研究结果,提示噪声作业者自主神经功能改变(用窦性心律异常间接表示)优于噪声接触量本身(用听力损伤间接表示)与高血压的相关性。

(下转第312页)

表 2 尿汞报告方式及转换

报告方式	正常参考值	生物接触限值	驱汞试验值 (5% 二巯丙磺钠)	转换方式	系数
Hg mg/L _{尿液}	0.010 mg/L	0.09 mg/L	0.045 mg/d	Hg mg/L _{尿液} → Hg μmol/L _{尿液}	4.985
Hg μmol/L _{尿液}	0.05 μmol/L _{尿液}	0.44 μmol/L _{尿液}	0.224 μmol/d	Hg μg/g _{肌酐} → Hg μmol/mol _{肌酐}	0.564
Hg μg/g _{肌酐}	4 μg/g _{肌酐}	35 μg/g _{肌酐}	45 μg/d	Hg μg/g _{肌酐} → Hg μg/g _{Cr} _{酶法}	0.63
Hg μmol/mol _{肌酐}	2.25 μmol/mol _{肌酐}	20 μmol/mol _{肌酐}	0.224 μmol/d		

苦味酸法和酶法, WS/T265—2006 推荐的 WS/T98 反相高效液相色谱法测定肌酐方法稳定且准确度高, 但价格昂贵、操作麻烦, 大多医院很少在日常工作中使用该法。WS/T265—2006 推荐的 WS/T97 传统的苦味酸分光光度法因影响测定的干扰因素多, 线性范围窄, 且手工法太慢, 自动化检测时苦味酸的黄色素易对仪器造成污染, 大部分使用中、高档全自动生化分析仪的医院很少使用该法。比较而言, 酶法测定肌酐含量方法稳定, 线性范围宽, 干扰因素少, 对仪器污染小, 适合于全自动生化分析, 测定时间可大大缩短。为了使酶法测定的肌酐值取得与碱性苦味酸法一致的结果, 必须对其进行补偿校正。对检验科医师而言, 可通过回归方程将酶法测定的肌酐值直接计算成苦味酸法肌酐值, 然后再按照 WS/T265—2006 的要求出具尿汞报告, 此报告与苦味酸法测定的肌酐值报告有相同的可靠性^[4]。对临床医师而言, 看到酶法肌酐值的汞报告只需将其数值直接乘以系数 (0.63) 即可得到一个近似苦味酸法的汞报告^[4,5]。

值得注意的是, 不仅如前所述, 测定肌酐的方法很多, 而且测定肌酐的试剂、仪器也很多, 而不同方法、不同试剂、不同仪器测定肌酐值的偏差存在显著差异^[6]。本文提出的回归方程及提供的 $Cr \mu mol/L_{(酶法)} \rightarrow Cr \mu mol/L_{(苦味酸法)}$ 的换算系数 0.63 是根据碱性苦味酸法及肌氨酸氧化酶法在日立全自动生化分析仪上的尿液肌酐的检测结果而得, 其余转换系数是根

据肌酐及汞的分子量计算而得, 供其他医疗单位在应用及验证时参考, 各医疗单位应根据自己的肌酐检测系统建立相应回归方程及转换系数。

本文对常用尿液肌酐及汞的报告方式进行了解析, 希望能给临床医师实际工作中的应用及查阅文献资料时的比较提供方便。

参考文献:

[1] Bowers L D, Wong E T. Kinetic serum creatinine assays II. A critical evaluation and review [J]. Clin Chem, 1980, 26 (5): 555-561.
 [2] 石凌波. 消除胆红素对肌酐测定的负干扰 [J]. 国际检验医学杂志, 1999, 20 (1): 20-21.
 [3] Junge W, Wilke B, Halabi A, et al. Determination of reference intervals for serum creatinine, creatinine excretion and creatinine clearance with an enzymatic and a modified Jaffe method [J]. Clin Chim Acta, 2004, 344: 137-148.
 [4] 史善富, 陶松宁. 酶法与碱性苦味酸法测定尿肌酐值的差异及相关性研究 [J]. 中国工业医学杂志, 2011, 24 (4): 256-291.
 [5] 程海平. 血清中肌酐的检测方法及其进展 [J]. 检验医学与临床, 2009, 6 (20): 1682-1684.
 [6] Miller W G, Myers G L, Ashwood E R, et al. Creatinine measurement: state of the art in accuracy and interlaboratory harmonization [J]. Arch Pathol Lab Med, 2005, 129: 297-304.

(上接第 259 页)

参考文献:

[1] 赵一鸣, 刘和平. 噪声作业工人听力改变模型的探讨 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1997, 15 (2): 80-82.
 [2] 彭丽华, 郑建如, 徐增光, 等. 累积噪声暴露量与听力损伤的剂量反应关系 [J]. 公共卫生与预防医学, 2005, 16 (1): 58-59.
 [3] Sokas R K, Moussa M A, Gomes J, et al. Noise-induced hearing loss, nationality and blood pressure [J]. Am J Ind Med, 1995, 28 (2): 281-288.
 [4] Talbott E O, Findlay R C, Kuller L H, et al. Noise-induced hearing loss: a possible marker for high blood pressure in older noise-exposed populations [J]. J Occup Med, 1990, 32 (8): 690-697.
 [5] 王莹, 顾祖维, 张胜年. 现代职业医学 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996: 301-303.
 [6] 胡大一, 郭成年, 李瑞杰. 心率变异性的检测及临床意义 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998: 1-3.
 [7] Talbott E, Helmkamp J, Matthews K, et al. Occupational noise exposure, noise-induced hearing loss, and the epidemiology of high blood pressure [J]. Am J Epidemiol, 1985, 121 (4): 501-514.
 [8] Hirai A, Takata M, Mikawa M, et al. Prolonged exposure to industrial

noise causes hearing loss but not high blood pressure: a study of 2124 factory laborers in Japan [J]. J Hypertens, 1991, 9 (11): 1069-1073.
 [9] Tarter S K, Robins T G. Chronic noise exposure, high-frequency hearing loss, and hypertension among automotive assembly workers [J]. J Occup Med, 1990, 32 (8): 685-689.
 [10] Lees R E, Roberts J H. Noise-induced hearing loss and blood pressure [J]. Can Med Assoc J, 1979, 120 (9): 1082-1084.
 [11] Wu T N, Chou F S, Chang P Y. A study of noise-induced hearing loss and blood pressure in steel mill workers [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1987, 59 (6): 529-536.
 [12] Ni C H, Chen Z Y, Zhou Y, et al. Associations of blood pressure and arterial compliance with occupational noise exposure in female workers of textile mill [J]. Chin Med J (Engl), 2007, 120 (15): 1309-1313.
 [13] 何丽华, 廖小燕, 何作顺, 等. 噪声与高血压关系的 Meta 分析 [J]. 工业卫生与职业病, 2006, 32 (4): 219-223.
 [14] Fogari R, Zoppi A, Corradi L, et al. Transient but not sustained blood pressure increments by occupational noise. An ambulatory blood pressure measurement study [J]. J Hypertens, 2001, 19 (6): 1021-1027.