

职业因素组对钢铁工人颈动脉粥样硬化影响的病例对照研究

秦真威^{1,2} 苏亚娇^{1,2} 王海涛^{1,2} 朱红茹^{1,2} 张晓同^{1,2} 李婵^{1,2} 李小明^{1,2} 王朝阳³
袁聚祥^{1,2} 范红敏^{1,2}

¹华北理工大学公共卫生学院,唐山 063210; ²河北省煤矿卫生与安全重点实验室,唐山 063000; ³唐山市弘慈医院 063000

通信作者:范红敏, Email: fhm01@sohu.com

【摘要】 目的 探讨职业因素对钢铁工人颈动脉粥样硬化(CAS)的影响。方法 采用病例对照研究方法,选取2017年2—6月经超声检查诊断为CAS的1 033名工人为病例组,选择同期体检的1 033名正常工人为对照组。收集工人基本情况、饮食情况、行为生活方式、血生化指标和职业史等。利用单因素和多因素logistic回归分析职业有害因素对CAS的影响,利用环境风险评分(ERS)评估多种职业有害因素对CAS的联合作用。结果 高温、噪声、职业紧张、夜班天数增加罹患CAS的风险;随着高温、噪声、累积暴露量、职业紧张程度和夜班天数的增加,CAS的发生风险成上升趋势(趋势检验: $\chi^2=37.53, P<0.01$; $\chi^2=16.98, P<0.01$; $\chi^2=13.93, P<0.01$; $\chi^2=5.59, P<0.05$);与 P_{20} 组比,调整协变量后, P_{40} 、 P_{60} 、 P_{80} 、 P_{100} 组发生颈动脉危险分别为高温1.61(1.19~2.18)、1.69(1.25~2.30)、1.84(1.36~2.49)、2.43(1.77~3.34);噪声1.70(1.15~2.52)、1.68(1.20~2.35)、1.80(1.34~2.42)、2.23(1.53~3.26);职业紧张1.39(1.04~1.86)、1.41(1.06~1.89)、1.45(1.09~1.95)、1.48(1.10~1.98);夜班天数1.58(1.08~2.33)、1.66(1.12~2.47)、1.55(1.04~2.31)、1.76(1.17~2.64)。环境风险评分结果显示,随着ERS评分增加,患颈动脉硬化的风险增加(趋势检验 $\chi^2=51.61, P<0.01$);RCS结果显示,钢铁工人ERS与CAS之间存在相关性($P<0.01$),且呈线性关系(非线性检验 $P>0.05$)。结论 高温、噪声、职业紧张、夜班天数与CAS发生有关;ERS与钢铁工人CAS之间存在线性剂量-反应关系。

【关键词】 颈动脉粥样硬化; 钢铁工人; 职业因素

基金项目:国家重点研发计划(2016YFC0900605);河北省自然科学基金(H2016209058);河北省科技支撑项目(192777129D)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20190916-00677

A case-control study on effect of occupational factor exposures on carotid atherosclerosis in steel workers

Qin Zhenwei^{1,2}, Su Yajiao^{1,2}, Wang Haitao^{1,2}, Zhu Hongru^{1,2}, Zhang Xiaotong^{1,2}, Li Chan^{1,2}, Li Xiaoming^{1,2}, Wang Zhaoyang³, Yuan Juxiang^{1,2}, Fan Hongmin^{1,2}

¹School of Public Health, North China of Science and Technology University, Tangshan 063210, China;

²Hebei Provincial Coal and Safety Key Laboratory, Tangshan 063000, China; ³Tangshan Hongci Hospital, Tangshan 063000, China

Corresponding author: Fan Hongmin, Email: fhm01@sohu.com

【Abstract】 Objective To investigate the effect of occupational factor exposures on carotid atherosclerosis (CAS) in steel workers. **Methods** A frequency matched case-control study was conducted by age and factory proportion. A total of 1 033 workers with carotid atherosclerosis diagnosed by ultrasonography examination from February to June 2017 were selected as case group, and 1 033 workers without carotid atherosclerosis indicated by physical examination at the same time were selected as control group. The basic information of the workers, such as diet pattern, lifestyle, serum biochemical index and occupation history, were collected. The effects of occupational hazards on carotid atherosclerosis were analyzed by univariate and multivariate logistic regression analyses. The combined effects of various occupational hazards on carotid atherosclerosis were evaluated by environmental risk score (ERS). **Results** High temperature, noise, occupational stress and night shift

days increased the risk of CAS. With the increase of cumulative high temperature and noise exposure, occupational stress and night shift days, the risk of CAS increased (trend text: $\chi^2=37.53$, $P<0.01$; $\chi^2=16.98$, $P<0.01$; $\chi^2=13.93$, $P<0.01$; $\chi^2=5.59$, $P<0.05$). After adjustment of covariates, compared with P_{20} group, the risk of carotid artery in P_{40} , P_{60} , P_{80} and P_{100} groups were as follows: high temperature 1.61 (1.19–2.18), 1.69 (1.25–2.30), 1.84 (1.36–2.49), 2.43 (1.77–3.34); noise 1.70 (1.15–2.52), 1.68 (1.20–2.35), 1.80 (1.34–2.42), 2.23 (1.53–3.26); occupational stress 1.39 (1.04–1.86), 1.41 (1.06–1.89), 1.45(1.09–1.95), 1.48 (1.10–1.98); night shift days 1.58 (1.08–2.33), 1.66 (1.12–2.47), 1.55 (1.04–2.31), 1.76 (1.17–2.64). The results of the environmental risk score showed that the risk of carotid atherosclerosis increased with the increase of ERS (ERS trend text $\chi^2=51.61$, $P<0.01$); RCS results showed that there was a linear relationship between ERS and CAS in steel workers($P<0.01$). Linear dose-response relationship existed between ERS and CAS (nonlinear test $P>0.05$). **Conclusions** High temperature, noise, occupational stress and night shift days were related to carotid atherosclerosis. Linear dose-response relationship existed between ERS and CAS in steel workers.

【Key words】 Carotid atherosclerosis; Steel workers; Occupational factor

Fund programs: National Key Research and Development Program of China (2016YFC0900605); Natural Science Foundation of Hebei Province (H2016209058); Science and Technology Program of Hebei Province (192777129D)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20190916-00677

动脉粥样硬化(atherosclerosis)是一种严重危害人类健康的病理变化,是脑血管病、冠心病和血栓栓塞性疾病等缺血性心脑血管病的主要病理基础^[1]。研究表明,年龄、吸烟、饮酒、超重或肥胖、高脂饮食和高血压、糖尿病等与颈动脉粥样硬化(carotid atherosclerosis, CAS)密切相关^[2-5]。近年来,职业因素与CAS关系的研究越来越被重视,研究表明噪声、职业紧张、高温、一氧化碳(CO)、倒班等职业因素可能与CAS发生有关^[6-12]。既往研究多是分析单一职业有害因素暴露与否与CAS的关系,尚缺少职业有害因素累积暴露量及各种职业因素联合作用对CAS影响的研究。联合作用的评价方法有多种,环境危险因素评分方法(environmental risk score, ERS)是一种综合评价有害因素联合作用的方法^[13]。钢铁工人长期接触高温、噪声、粉尘等各种职业因素,是CAS的高危人群。既往研究结果表明CAS患病率高达37.8%^[14],因此本研究以钢铁工人作为研究对象,采用环境危险因素评分法分析职业因素的累积暴露量和联合作用对CAS的影响,为降低钢铁工人CAS发病风险提供理论依据。

对象与方法

1. 研究对象:2017年2—6月进行职业健康体检的某钢铁集团公司工作1年以上的在职职工,共有4 835名接受本次颈动脉超声检查,剔除资料不全439名,4 396名作为研究的源人群,他们主要来自于炼铁北、炼铁南、热轧、动力、检修等工厂,主要工种有炼钢工、轧钢工、点检工、连铸工、烧结工等。从4 396名接受颈动脉超声检查的工人中,根据颈动脉

超声诊断标准诊断为CAS的全部病例作为病例组,共1 033名;纳入标准:①年龄 ≥ 18.0 岁;②既往无心脑血管事件、肝肾疾病等重大疾病史。对照组的选择从经颈动脉超声检查未诊断为颈动脉粥样者的3 363人中,按照年龄、工厂频数匹配方法随机选取1 033名男性工人作为对照组;纳入标准:既往无心脑血管事件、肝肾疾病等重大疾病史。本研究经华北理工大学医学伦理委员会批准(编号:16040)。

2. 调查方法:经查阅文献、咨询专家设计《工人健康状况评估表》内容包括年龄、婚姻状况等一般信息、职业史(高温、噪声、倒班等)、职业紧张、吸烟、饮酒、饮食等行为因素、体力活动和疾病既往史、家族史等。体力活动采用国际体力活动量表(International physical activity scale)进行调查。职业紧张参照文献[7]进行评价。由华北理工大学流行病与卫生统计学硕士研究生采用面对面方式进行调查。

3. 体格检查:

(1)颈动脉超声检查:由具有超声职业资质的医师采用便携式彩色多普勒超声仪(深圳迈瑞M5)进行检查,探头频率5~12 MHz。诊断标准:根据2004年曼海姆会议确定的《CAS超声评估检测标准》,以内中膜厚度(intima-media thickness, IMT) ≥ 1.0 mm诊断为CAS。

(2)血压、身高、体重等测量:血压、身高、体重、腰围等均采用统一的标准进行测量;BMI=体重(kg)/身高(m)²,根据《中国成年人超重及肥胖判定标准》进行判定。高血压的判定标准依据2018年《高血压防治指南》进行判定。

4. 血生化指标的检测:采集研究对象晨起空腹肘静脉血 5 ml,由弘慈医院检验科统一检测 FBG, TG、HDL-C、LDL-C、TC 等。

5. 职业因素及相关因素的定义:①倒班:指不同工作人员或小组,通过交接班形式完成每天 8~24 h 的工作任务。根据国际劳工组织的定义,00:00-05:00 的工作为夜班作业。倒班加权指数(weight shiftwork index, WSI)是以时间为权数计算的工人夜间倒班作业,即 $WSI = \sum T = T_1 + T_2 \dots + T_n$,其中 T 为每年的夜班天数。②高温作业:参照 GBZ/T 229.3-2010《工作场所职业病危害作业分级第 3 部分:高温》将工作地点平均湿球黑球温度(WBGT)指数 ≥ 25 °C 的作业判定为高温作业。③噪声作业:根据 GBZ/T 229.4-2012《工作场所职业病危害作业分级第 4 部分:噪声》定义,噪声作业存在有损听力、有害健康或有其他危害的声音,且 8 h/d 或 40 h/周噪声暴露等效声级 ≥ 80 dB(A) 的作业。④CO 作业:参照 GBZ 2.1-2007《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分:化学有害因素》将职业接触限值以时间为权数规定的 8 h 工作日、40 h 工作周的平均容许接触浓度 ≤ 30 mg/m³,定义为 CO 暴露作业。⑤吸烟、饮酒定义均采用 WHO 标准。

6. 职业有害因素累积暴露量的计算:

(1) 噪声累积暴露量的计算公式: $CNE = 10 \times \lg [\sum 10^{0.1 \times SPL_i} \times \text{噪声作业工龄 } i \times \text{每天噪声接触时间 } i / 480]$,式中 CNE 为累积噪声暴露量; SPL 为噪声声压级; i 为职业史中与噪声作业工龄或噪声接触时间相对应的噪声接触条件。

(2) 高温、粉尘、CO 累积暴露量的计算公式: $CE = \sum_j \sum_{ds}^{de} S_{jt}$; S_{jt} 为第 t 年 j 车间工种的年平均暴露剂量, ds 为某工人进入 j 车间开始某工种的年份, de 为该工人离开 j 车间某工种的年份。累积暴露剂量这一指标综合了暴露时间及浓度两方面信息。

(3) 未达到高温、粉尘、CO 等暴露岗位工人,按其所在车间的有害因素监测浓度的 1/4 估算个体累积暴露量,部分辅助工种按整个单位的有害因素检测浓度的 1/4 估算个体累积暴露量^[15]。

7. 统计学分析:核查调查问卷的完整性、正确性,剔除不合格问卷后,采用双人双录入 EpiData 3.1 软件建立数据库。采用 SPSS 23.0 软件包进行分析。年龄、工龄等定量资料,符合正态分布的采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,分类资料采用率或构成比描述,率或构成比比较采用 χ^2 检验, CAS 有害因素的筛选采用多因素非条件 logistic 回归分析。采用 ERS 评定工人职

业有害因素联合暴露,再进行 logistic 回归分析职业有害因素的作用大小。利用 SAS 9.4 软件,采用限制性立方样条(restricted cubic spline, RCS)模型分析 ERS 与 CAS 的剂量-反应关系。

结 果

1. 病例组与对照组均衡性检验:病例组工人年龄为 (49.8 ± 5.8) 岁,年龄范围为 24~60 岁;对照组为 (49.3 ± 5.4) 岁,年龄范围为 25~60 岁。病例组和对照组在年龄分组、民族、婚姻状况、家庭人均月收入、文化程度方面差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 病例组与对照组一般情况

变 量	病例组	对照组	χ^2 值	P 值
年龄组(岁)			0.00	1.00
<35	14(1.3)	14(1.3)		
35~	139(13.5)	139(13.5)		
45~	688(66.6)	688(66.6)		
55~	192(18.6)	192(18.6)		
民族			1.35	0.25
汉	1 011(97.9)	1 018(98.5)		
其他	22(2.1)	15(1.5)		
婚姻状况			0.57	0.75
未婚	5(0.5)	3(0.3)		
已婚	996(96.4)	1 000(96.8)		
其他	32(3.1)	30(2.9)		
文化程度			0.47	0.79
初中及以下	391(37.8)	376(36.4)		
中专及高中	540(52.3)	553(53.5)		
大专及以上	102(9.9)	104(10.1)		
家庭人均月收入(元)			3.39	0.18
<2 000	605(58.6)	564(54.6)		
2 000~	304(29.4)	337(32.6)		
3 000~	124(12.0)	132(12.8)		

注:括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%)

2. 职业有害因素与 CAS 的关系:

(1) 单因素分析:病例组与对照组在 BMI、腰围、高血压和高血脂家族史、食盐量、蔬菜、水果、肉、腌制食品、奶制品、动物内脏、TC 和 HDL-C 构成差异无统计学意义($P > 0.05$);病例组吸烟者、饮酒者所占比例大于对照组($P < 0.05$),血清中 TG 和 LDL-C 含量高于对照组($P < 0.05$);病例组工人年龄为 (29.4 ± 6.3) 年,工龄范围 2~42 年;对照组为 (29.0 ± 6.0) 年,工龄范围 2~43 年;两组人群工龄构成、用工性质、工作时间和防护措施使用方面,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

本研究结果显示,职业有害因素中,病例组职业紧张工人所占比例大于对照组($P < 0.05$);倒班情况、高温、噪声在两组中的构成不同($P < 0.01$),粉

表2 钢铁工人颈动脉粥样硬化的单因素分析

变量	病例组	对照组	χ^2 值	P值	OR值(95%CI)	变量	病例组	对照组	χ^2 值	P值	OR值(95%CI)
BMI(kg/m ²)			1.79	0.41		TC			1.30	0.25	
<24.0	298(28.9)	325(31.5)			1.00	正常	835(80.8)	855(82.8)			1.00
24.0~	462(44.7)	439(42.5)			1.11(0.91~1.37)	异常	198(19.2)	178(17.2)			1.81(1.43~2.31)
28.0~	273(26.4)	269(26.0)			1.07(0.85~1.35)	HDL-C			2.27	0.13	
腰围(cm)			0.44	0.51		正常	857(83.0)	882(85.4)			1.00
<90	485(47.0)	500(48.4)			1.00	异常	176(17.0)	151(14.6)			1.14(0.90~1.45)
90~	548(53.0)	533(51.6)			1.06(0.89~1.26)	LDL-C			27.37	<0.01	
高血压家族史			2.43	0.12		正常	809(78.3)	899(87.0)			1.00
否	723(70.0)	755(73.1)			1.00	异常	224(21.7)	134(13.0)			1.84(1.46~2.32)
是	310(30.0)	278(26.9)			1.16(0.96~1.41)	用工性质			0.09	0.76	
高血脂家族史			0.31	0.57		正式工	1 027(99.4)	1 088(99.5)			1.00
否	995(96.3)	990(95.8)			1.00	其他	6(0.6)	5(0.5)			0.83(0.25~2.74)
是	38(3.7)	43(4.2)			0.88(0.56~1.37)	工龄(年)			2.62	0.27	
食盐量			0.36	0.84		<20	60(5.8)	76(7.4)			1.00
偏淡	221(21.4)	224(21.7)			1.00	20~	490(47.4)	465(45.0)			0.75(0.52~1.08)
适中	434(42.0)	444(43.0)			0.98(0.78~1.23)	30~	483(46.8)	492(47.6)			0.80(0.56~1.15)
偏咸	378(36.6)	365(35.3)			1.04(0.82~1.32)	工作时间(h/d)			0.54	0.46	
蔬菜摄入			1.73	0.63		≤8	1 012(98.0)	1 007(97.5)			1.00
从不	13(1.3)	12(1.2)			1.00	>8	21(2.0)	26(2.5)			0.80(0.45~1.44)
偶尔	92(8.9)	76(7.3)			0.91(0.38~2.18)	通风除尘			0.41	0.52	
经常	391(37.8)	400(38.7)			0.74(0.32~1.72)	有	990(95.8)	984(95.3)			1.00
每天	537(52.0)	545(52.8)			0.76(0.33~1.76)	无	43(4.2)	49(4.7)			0.87(0.57~1.33)
水果摄入			2.57	0.46		降温用品			0.62	0.43	
从不	33(3.2)	31(3.0)			1.00	有	843(81.6)	829(80.3)			1.00
偶尔	426(41.2)	405(39.2)			1.03(0.62~1.71)	无	90(19.4)	104(19.7)			0.92(0.74~1.14)
经常	358(34.7)	393(38.0)			0.87(0.52~1.46)	口罩			0.19	0.66	
每天	216(20.9)	204(19.8)			1.04(0.61~1.76)	有	991(95.9)	987(95.5)			1.00
肉摄入			4.04	0.26		无	42(4.1)	46(4.5)			0.91(0.59~1.39)
从不	25(2.4)	14(1.3)			1.00	耳塞			2.55	0.11	
偶尔	386(37.4)	410(39.7)			0.49(0.25~0.97)	有	565(54.7)	601(58.2)			1.00
经常	448(43.4)	443(42.9)			0.53(0.27~1.05)	无	468(45.3)	432(41.8)			1.15(0.97~1.37)
每天	174(16.8)	166(16.1)			0.54(0.27~1.08)	高温接触			28.50	<0.01	
腌制食品摄入			4.48	0.21		从不	158(15.3)	255(24.7)			1.00
从不	103(10.0)	100(9.7)			1.00	既往	274(26.5)	246(23.8)			1.80(1.38~2.34)
偶尔	791(76.6)	800(77.4)			1.01(0.76~1.34)	现在	601(58.2)	532(51.5)			1.82(1.45~2.30)
经常	116(11.2)	122(11.8)			0.94(0.65~1.36)	噪声接触			28.08	<0.01	
每天	23(2.2)	11(1.1)			2.22(1.00~4.92)	从不	162(15.7)	259(25.1)			1.00
奶制品摄入			5.94	0.12		既往	258(25.0)	231(22.4)			1.79(1.37~2.33)
从不	169(16.4)	135(13.1)			1.00	现在	613(59.3)	543(52.5)			1.81(1.45~2.27)
偶尔	584(56.5)	590(57.1)			0.79(0.61~1.02)	粉尘接触			3.05	0.22	
经常	222(21.5)	253(24.5)			0.70(0.53~0.94)	从不	602(58.3)	640(62.0)			1.00
每天	58(5.6)	55(5.3)			0.84(0.55~1.30)	既往	203(19.6)	180(17.4)			1.20(0.95~1.51)
动物内脏摄入			0.68	0.88		现在	228(22.1)	213(20.6)			1.14(0.92~1.41)
从不	116(11.2)	109(10.6)			1.00	CO接触			0.27	0.86	
偶尔	736(71.3)	734(71.0)			0.94(0.71~1.25)	从不	729(70.6)	739(71.5)			1.00
经常	150(14.5)	161(15.6)			0.88(0.62~1.23)	既往	178(17.2)	170(16.5)			1.06(0.84~1.34)
每天	31(3.0)	29(2.8)			1.00(0.57~1.78)	现在	126(12.2)	124(12.0)			1.03(0.79~1.35)
吸烟状况			12.52	<0.01		职业紧张			131.67	<0.01	
从不	327(31.6)	403(39.0)			1.00	否	487(47.1)	743(71.9)			1.00
已戒烟	71(6.9)	69(6.7)			1.27(0.88~1.82)	是	546(52.9)	290(28.1)			2.87(2.39~3.45)
现在吸	635(61.5)	561(54.3)			1.40(1.16~1.68)	体力活动			1.47	0.48	
饮酒状况			5.96	0.05		低	240(23.2)	262(25.4)			1.00
从不	493(47.7)	541(52.4)			1.00	中	512(49.6)	506(49.0)			1.11(0.89~1.37)
已戒酒	36(3.5)	24(2.3)			1.65(0.97~2.80)	高	281(27.2)	265(25.6)			1.16(0.91~1.48)
现在饮	504(48.8)	468(45.3)			1.18(0.99~1.41)	倒班情况			8.80	<0.01	
TG			26.80	<0.01		从不	146(14.1)	166(16.1)			1.00
正常	826(80.0)	912(88.3)			1.00	曾经	226(21.9)	174(16.8)			1.48(1.10~1.99)
异常	207(20.0)	121(11.7)			1.18(0.94~1.48)	现在	661(64.0)	693(67.1)			1.08(0.85~1.39)

注:括号外数据为人数,括号内数据构成比(%)

尘、CO 与体力活动情况在两组中构成差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

(2) 职业有害因素组对颈动脉硬化影响的多因素分析: 职业有害因素累积暴露量按照百分位数法五分分 (P_{20} 、 P_{40} 、 P_{60} 、 P_{80} 、 P_{100}) 后作为半定量资料, 以 P_{20} 组累积暴露量为参照, 采用多因素非条件 logistic 回归分析职业有害因素对 CAS 的影响。在多种职业有害因素模型中, 结果显示: 高温、噪声、职业紧张和 WSI 是 CAS 发生的危险因素。 P_{100} 组与对照组相比, 接触高温、噪声的工人罹患 CAS 风险分别是对照组工人的 2.43 倍 (95% CI: 1.77 ~ 3.34)、2.23 倍 (95% CI: 1.53 ~ 3.26)。见表 3。职业紧张者、长期夜班的工人罹患 CAS 风险分别是对照组工人的 1.48 倍 (95% CI: 1.10 ~ 1.98)、1.76 倍 (95% CI: 1.17 ~ 2.64)。见表 4。

趋势 χ^2 检验结果显示, 随着高温、噪声、累积暴露量、职业紧张程度、夜班天数的增加, CAS 的发生风险呈增加趋势 (趋势检验: $\chi^2 = 37.53, P < 0.01$; $\chi^2 = 16.98, P < 0.01$; $\chi^2 = 13.93, P < 0.01$; $\chi^2 = 5.59, P < 0.05$)。

3. 采用环境风险评分法分析职业有害因素组与 CAS 的关系: 根据多因素 logistic 回归分析结果, 以模型中有害因素 10 倍的回归系数作为构建 ERS 的权重, 纳入高温、噪声、职业紧张、WSI 构建多种职业有害因素模型环境风险评分, 记为 ERS (0.0 ~ 26.5)。

将 ERS 按百分位数法五分分后, 进行二分类多因素非条件 logistic 回归分析, 调整基本协变量后, 将 ERS 引入 logistic 回归模型, 以 P_{20} 组作为对照。职业有害因素模型中, P_{100} 组的工人罹患 CAS 的风险是对照组的 3.52 倍 (95% CI: 2.59 ~ 4.79)。见表 4。

趋势检验结果显示, 随着 ERS 评分增加, 患颈动脉硬化的风险增加 (趋势检验 $\chi^2 = 51.61, P < 0.01$)。

4. 环境风险评分与 CAS 的剂量-反应关系: 使用 RCS 模型分析 ERS 与 CAS 的剂量-反应关系, 当模型中引入 3 个节点 (即 RES 的 25%、50%、75%) 时对应的赤池信息准则 (Akaike information criterion, AIC) 与贝叶斯信息准则 (Bayesian information criterion, BIC) 最小。调整年龄、性别、文化程度、家庭人均月收入、吸烟、饮酒、饮食、血脂异常、高血压、高血脂家族史以及防护用品发放情况等混杂因素后, ERS 与 CAS 存在相关性 ($\chi^2 = 49.01, P < 0.01$), 且呈线性关系 ($\chi^2 = 0.23, P > 0.05$), 随着 ERS 分数的增加, CAS 患病风险呈增加趋势。见图 1。

表 3 职业因素累积暴露量与钢铁工人颈动脉粥样硬化关系的多因素非条件 logistic 回归分析

职业因素	病例组	对照组	β	P 值	OR 值(95%CI)
高温(℃·年)					
<179	154	259			1.00
179 ~	202	211	0.47	<0.01	1.61(1.19 ~ 2.18)
234 ~	213	200	0.53	<0.01	1.69(1.25 ~ 2.30)
572 ~	220	193	0.61	<0.01	1.84(1.36 ~ 2.49)
796 ~	244	170	0.89	<0.01	2.43(1.77 ~ 3.34)
噪声[dB(A)·年]					
<83.7	169	244			1.00
83.7 ~	204	210	0.53	<0.01	1.70(1.15 ~ 2.52)
84.6 ~	211	201	0.52	<0.01	1.68(1.20 ~ 2.35)
99.1 ~	223	190	0.59	<0.01	1.80(1.34 ~ 2.42)
100.7 ~	226	188	0.80	<0.01	2.23(1.53 ~ 3.26)
粉尘(kg/m ³ ·年)					
<2.6	207	206			1.00
2.6 ~	206	207	-0.21	0.22	0.81(0.58 ~ 1.14)
4.0 ~	208	205	-0.24	0.28	0.79(0.52 ~ 1.21)
5.2 ~	199	214	-0.32	0.91	0.98(0.61 ~ 1.55)
16.9 ~	213	201	-0.22	0.98	1.00(0.60 ~ 1.64)
CO(kg/m ³ ·年)					
<4.5	210	203			1.00
4.5 ~	192	221	-0.13	0.45	0.88(0.63 ~ 1.23)
5.8 ~	227	186	-0.24	0.34	1.23(0.80 ~ 1.88)
7.7 ~	191	222	-0.03	0.19	0.73(0.45 ~ 1.17)
15.5 ~	213	201	-0.005	0.39	0.80(0.48 ~ 1.33)
职业紧张					
<0.8	168	247			1.00
0.8 ~	209	206	0.33	0.03	1.39(1.04 ~ 1.86)
0.9 ~	202	193	0.35	0.02	1.41(1.06 ~ 1.89)
1.0 ~	222	189	0.38	<0.01	1.45(1.09 ~ 1.95)
1.1 ~	232	198	0.39	<0.01	1.48(1.10 ~ 1.98)
体力活动(min/周)					
<686	194	219			1.00
686 ~	207	206	0.20	0.17	1.23(0.92 ~ 1.64)
1 166 ~	195	218	0.01	0.93	1.01(0.76 ~ 1.36)
1 636 ~	214	199	0.22	0.15	1.24(0.92 ~ 1.67)
2 346 ~	223	191	0.33	0.03	1.39(1.03 ~ 1.87)
WSI(d)					
<265	176	237			1.00
265 ~	217	196	0.46	0.02	1.58(1.08 ~ 2.33)
1 422 ~	207	206	0.51	<0.01	1.66(1.12 ~ 2.47)
2 192 ~	210	203	0.44	0.03	1.55(1.04 ~ 2.31)
2 593 ~	223	191	0.57	<0.01	1.76(1.17 ~ 2.64)

注: 模型中调整的协变量, 包括二分类: 民族、家族史、腰围、TG、TC、HDL-C、LDL-C; 有序多分类: 年龄、家庭人均月收入、文化程度、BMI、食盐量、蔬菜、水果、肉; 无序多分类: 婚姻状况、吸烟状况、饮酒状况; 二分类以不暴露为参照, 有序多分类以最低剂量作为参照, 婚姻状况以未婚为参照, 吸烟、饮酒以从不为参照

讨 论

动脉粥样硬化是一种常见且影响严重的病理变化, 其发生受多种因素的影响。本研究结果显示, 吸烟、饮酒、TG 和 LDL-C 仍是 CAS 发生的危险因素, 这与既往研究基本一致^[16-17]。研究结果显示: 高温

表4 职业有害因素多因素风险评分与颈动脉粥样硬化的多因素非条件logistic回归分析

环境危险因素评分	偏回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P值	OR值(95%CI)
<9.6	-	-	-	-	1.00
9.6~	0.92	0.15	37.41	<0.01	2.51(1.87~3.38)
16.7~	0.96	0.15	39.48	<0.01	2.60(1.93~3.51)
19.0~	1.00	0.15	43.10	<0.01	2.74(2.03~3.70)
21.1~	1.26	0.16	64.60	<0.01	3.52(2.59~4.79)

注:模型中调整的协变量,包括二分类:民族、家族史、腰围、TG、TC、HDL-C、LDL-C;有序多分类:年龄、家庭人均月收入、文化程度、BMI、食盐量、蔬菜、水果、肉;无序多分类:婚姻状况、吸烟状况、饮酒状况;二分类以不暴露为参照,有序多分类以最低剂量作为参照,婚姻状况以未婚为参照,吸烟、饮酒以从不为参照

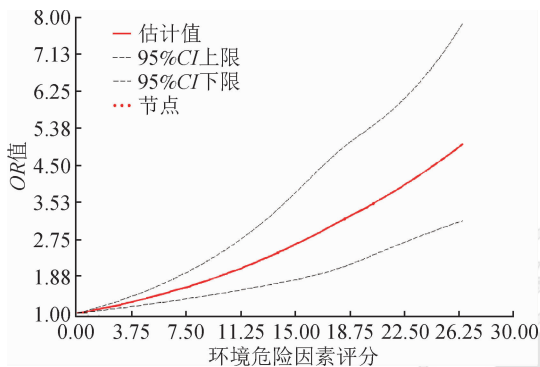


图1 环境危险因素评分与颈动脉粥样硬化的剂量-反应关系

是动脉粥样硬化的危险因素,与钟皓成等^[18]的研究基本一致。高温工作时,由于机体内大量水分的丢失,会使有效血容量减少,循环系统长期处于紧张状态,会使血液黏度增加、血管外周阻力增高、血管弹性下降^[19-20],导致动脉粥样硬化发生概率的增加。本研究结果表明,长期接触噪声与动脉粥样硬化发生有关,与德国关于交通噪声和动脉粥样硬化的队列研究结果相似^[21]。噪声对心血管疾病影响主要是刺激机体的自主神经和内分泌系统影响动脉粥样硬化的发生^[6,22]。研究结果显示职业紧张和倒班是CAS的职业有害因素,与已有研究结果基本相同^[23-24]。一项纳入14项前瞻性队列研究的Meta分析结果显示,高工作压力和被动工作可能会导致心血管疾病的发生^[12]。田婷等^[25]的Meta分析结果显示,职业紧张程度越高,心血管疾病发病风险越大。机体在职业紧张和昼夜节律紊乱等各种应激因素长期作用下,会使下丘脑-垂体-肾上腺轴激活,交感神经兴奋,使工人产生一系列的生理和心理问题^[10-12,26]。

评估暴露多种有害因素的健康效应的重要性已被人们所认识,但是可能由于方法存在共线性、测量误差、潜在作用以及潜在非线性关系的影响,目前关于多种因素联合作用的研究较少,并且大部分集中

在多种环境污染物方面^[27]。ERS作为多种有害因素的方法能整合来自多个有害因素对健康较小的影响^[13]。本研究采用ERS综合评价方法对工人高温、噪声、职业紧张和夜班天数进行联合评价,计算环境风险评分,分析职业因素的总体暴露水平与CAS的剂量-反应关系。结果显示,接触多个职业因素的工人,CAS得病风险大于接触单一职业因素工人,且随着累积暴露量的增加,CAS发生的可能性越大。本研究结果可用于识别钢铁工人CAS的高危人群,针对暴露于多种有害因素,暴露时间越长的人群进行重点防治。

本研究采用的环境风险评分法只分析了因素间的联合作用,不能揭示因素之间的交互作用。所采用方法是病例对照研究,无法避免回忆偏倚。因此今后应采用前瞻性队列研究方法避免回忆偏倚,若要进一步揭示因素间的交互作用,还需要采用相加、相乘等模型进一步分析。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 刘俊田. 动脉粥样硬化发病的炎症机制的研究进展[J]. 西安交通大学学报:医学版, 2015, 36(2): 141-152. DOI: 10.7652/jdyxb201502001.
- [2] Liu JT. Progress in inflammatory pathogenesis of atherosclerosis [J]. J Xi'an Jiaotong Univ: Med Ed, 2015, 36(2): 141-152. DOI: 10.7652/jdyxb201502001.
- [3] Martinic-Popovic I, Simundic AM, Dukic L, et al. The association of inflammatory markers with cerebral vasoreactivity and carotid atherosclerosis in transient ischaemic attack [J]. Clin Biochem, 2014, 47(16/17): 182-186. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2014.07.010.
- [4] Djoussé L, Myers RH, Province MA, et al. Influence of apolipoprotein E, smoking, and alcohol intake on carotid atherosclerosis: national heart, lung, and blood institute family heart study [J]. Stroke, 2002, 33(5): 1357-1361. DOI: 10.1161/01.STR.0000014325.54063.1A.
- [5] Morita S, Mizuno Y, Harada E, et al. Differences and interactions between risk factors for coronary spasm and atherosclerosis-smoking, aging, inflammation, and blood pressure [J]. Int Med, 2014, 53(23): 2663-2670. DOI: 10.2169/internalmedicine.53.2705.
- [6] Mahe G, Carsin M, Zeeny M, et al. Dietary pattern, a modifiable risk factor that can be easily assessed for atherosclerosis vascular disease prevention in clinical practice [J]. Public Health Nutr, 2011, 14(2): 319-326. DOI: 10.1017/S1368980010001862.
- [7] 马崇淇, 廖雅静, 秦真威, 等. 钢铁工人累积噪声暴露量对颈动脉内膜中膜厚度影响 [J]. 中国职业医学, 2019, 46(1): 50-54, 60. DOI: 10.11763/j.issn.2095-2619.2019.01.010.
- [8] Ma CQ, Liao YJ, Qin ZW, et al. Effect of cumulated noise exposure on the intima-media thickness of carotid artery in steel workers [J]. China Occup Med, 2019, 46(1): 50-54, 60. DOI: 10.11763/j.issn.2095-2619.2019.01.010.

- [7] 高雪娟, 范红敏, 丛龙学, 等. 接触噪声、高温和倒班与男性钢铁工人正常高值血压发生和高血压患病的关系[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(9): 765-771. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17213.
Gao XJ, Fan HM, Cong LX, et al. Relationships of exposures to noise, high temperature, and shift work with high-normal blood pressure and hypertension in male steel workers [J]. *J Environ Occup Med*, 2017, 34(9): 765-771. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17213.
- [8] 李榕, 闫琪, 刘继文. 新疆沙漠石油作业人员职业紧张与高血压关系的队列研究[J]. 新疆医科大学学报, 2019, 42(7): 943-947. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5551.2019.07.026.
Li R, Yan Q, Liu JW. Cohort study on the relationship between occupational stress and hypertension of Xinjiang desert oil workers [J]. *J Xinjiang Med Univ*, 2019, 42(7): 943-947. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5551.2019.07.026.
- [9] 陈思枝, 赵娜, 李宏玲, 等. 倒班对石油化工企业男性工人心血管病常见危险因素的影响[J]. 中国职业医学, 2018, 45(3): 316-320.
Chen SZ, Zhao N, Li HL, et al. Influence of shift work on common risk factors of cardiovascular disease in male workers in petrochemical enterprises [J]. *China Occup Med*, 2018, 45(3): 316-320.
- [10] Landsbergis PA, Diez-Roux AV, Fujishiro K, et al. Job strain, occupational category, systolic blood pressure, and hypertension prevalence: the multi-ethnic study of atherosclerosis [J]. *J Occup Environ Med*, 2015, 57(11): 1178-1184. DOI: 10.1097/JOM.0000000000000533.
- [11] Charles LE, Fekedulegn D, Landsbergis P, et al. Associations of work hours, job strain, and occupation with endothelial function: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA) [J]. *J Occup Environ Med*, 2014, 56(11): 1153-1160. DOI: 10.1097/JOM.0000000000000311.
- [12] Xu SX, Huang YL, Xiao JP, et al. The association between job strain and coronary heart disease: A Meta-analysis of prospective cohort studies [J]. *Ann Med*, 2015, 47(6): 512-518. DOI: 10.3109/07853890.2015.1075658.
- [13] Park SK, Tao YB, Meeker JD, et al. Environmental risk score as a new tool to examine multi-pollutants in epidemiologic research: an example from the NHANES study using serum lipid levels [J]. *PLoS One*, 2014, 9(6): e98632. DOI: 10.1371/journal.pone.0098632.
- [14] 张东平, 李晋芳, 胡长林, 等. 重庆市中老年钢铁工人颈动脉粥样硬化的流行病学调查[J]. 中华流行病学杂志, 2009, 30(4): 322-325. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2009.04.004.
Zhang DP, Li JF, Hu CL, et al. Prevalence and correlation factors of carotid atherosclerosis among the middle and old aged workers in an Iron and Steel corporation, Chongqing [J]. *Chin J Epidemiol*, 2009, 30(4): 322-325. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2009.04.004.
- [15] 张敏. 汽车铸造作业工人职业接触与健康损害研究[D]. 北京: 中国协和医科大学, 2009.
Zhang M. Morbidity and mortality among workers exposed to occupational hazards at an automobile foundry in Hubei [D]. Beijing: China Union Medical University, 2009.
- [16] 胡炜, 谢昕. 1 483 例健康体检人员颈动脉粥样硬化超声检查情况分析[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2016, 19(22): 68-69. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5110.2016.22.041.
Hu W, Xie X. Ultrasonic examination of carotid atherosclerosis in 1 483 healthy people [J]. *Chin J Pract Nerv Dis*, 2016, 19(22): 68-69. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5110.2016.22.041.
- [17] 翁根龙, 徐怡芬, 陆建林. 社区老年人群颈动脉粥样硬化危险因素调查[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(10): 1331-1333.
Weng GL, Xu YF, Lu JL. Risk factors of carotid atherosclerosis among community elderly in Suzhou city: a cross-sectional study [J]. *China J Public Health*, 2018, 34(10): 1331-1333.
- [18] 钟皓成, 陈静, 周银姬, 等. 高温作业工人颈动脉粥样硬化病变调查[J]. 预防医学, 2018, 30(2): 184-185. DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2018.02.020.
Zhong HC, Chen J, Zhou YJ, et al. Investigation of carotid atherosclerosis in workers exposed to high temperature [J]. *J Prev Med*, 2018, 30(2): 184-185. DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2018.02.020.
- [19] 黄世超, 杨红珍, 丁维良, 等. 高温作业工人的血粘度和血循环功能调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1992, 10(2): 94-96, 100.
Huang SC, Yang HZ, Ding WL, et al. Investigation on blood viscosity and blood circulation function of workers exposed to high temperature [J]. *Chin J Occup Dis Labor Health*, 1992, 10(2): 94-96, 100.
- [20] 崔伟, 刘培良, 马俊芳. 长期高温作业对钢铁厂工人心血管系统的影响[J]. 工业卫生与职业病, 2009, 35(5): 290-292.
Cui W, Liu PL, Ma JF. Effect of long-term heat exposure on cardiovascular system of steel workers [J]. *Ind Health Occup Dis*, 2009, 35(5): 290-292.
- [21] Kälsch H, Hennig F, Moebus S, et al. Are air pollution and traffic noise independently associated with atherosclerosis: The Heinz Nixdorf Recall study [J]. *Eur Heart J*, 2013, 35(13): 853-860. DOI: 10.1093/eurheartj/ehd426.
- [22] Babisch W. The noise/stress concept, risk assessment and research needs [J]. *Noise Health*, 2002, 4(16): 1-11.
- [23] Jankowiak S, Backé E, Liebers F, et al. Current and cumulative night shift work and subclinical atherosclerosis: results of the Gutenberg Health Study [J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 2016, 89(8): 1169-1182. DOI: 10.1007/s00420-016-1150-6.
- [24] Skogstad M, Mamen A, Lunde LK, et al. Shift work including night work and long working hours in industrial plants increases the risk of atherosclerosis [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(3): 521. DOI: 10.3390/ijerph16030521.
- [25] 田婷, 柴茹, 彭江波, 等. 职业紧张对高血压患病影响的 Meta 分析 [J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(5): 1054-1057. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2018.05.012.
Tian T, Chai R, Peng JB, et al. Meta analysis of the effect of occupational stress on hypertension [J]. *Chin J Gerontol*, 2018, 38(5): 1054-1057. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2018.05.012.
- [26] Wilson MD, Conroy LM, Dorevitch S. Occupational stress and subclinical atherosclerosis: a systematic review [J]. *Int J Occup Environ Health*, 2014, 20(4): 271-280. DOI: 10.1179/2049396714Y.00000000076.
- [27] Sun ZC, Tao YB, Li S, et al. Statistical strategies for constructing health risk models with multiple pollutants and their interactions: Possible choices and comparisons [J]. *Environ Health*, 2013, 12: 85. DOI: 10.1186/1476-069X-12-85.

(收稿日期: 2019-09-16)

(本文编辑: 万玉立)