

·临床研究·

## 运动与吸烟对健康青壮年男性心率变异性的影响\*

艾磊<sup>1</sup> 罗维<sup>2</sup> 朱晓梅<sup>1</sup> 汤强<sup>1</sup> 刘凌<sup>1,3</sup>

### 摘要

**目的:**探讨每周训练时长与吸烟两个潜在的自主神经功能影响因子对健康青壮年男性心率变异性(HRV)的交互影响,为改善青壮年男性人群自主神经功能、降低心血管疾病发病率提供相应参考。

**方法:**本研究共选取了149例受试者,依据受试者吸烟指数的大小分为不吸烟组(N组,n=66例)、吸烟多组(M组,n=45例)以及吸烟少组(F组,n=38例),其中,N组、M组和F组依据每周训练时间的长短又都分为运动多和运动少两个亚组,分别为:不吸烟运动少组(NF组,n=28例)、不吸烟运动多组(NM组,n=38例)、吸烟多运动多组(MM组,n=22例)、吸烟多运动少组(MF组,n=23例)、吸烟少运动多组(FM组,n=18例)和吸烟少运动少组(FF组,n=20例)。HRV测试包括时域指标有SDNN、RMSSD、SDSD以及PNN50等,频域指标有TP、HF、LF、HFnu、LFnu、LF/HF以及VLF等。

**结果:**①不吸烟时,NM和NF组心率变异性的时域及频域各指标相差不大( $P > 0.05$ );吸烟相对较少时,FM组的TP、HF和LF等指标的值均大于FF组对应指标的值( $P < 0.05$ );吸烟相对较多时,MM组的LF/HF值大于MF组的LF/HF值( $P < 0.05$ )。②运动相对较少时,NF组的LF值大于MF组的LF值( $P < 0.05$ );运动相对较多时,NM组和FM组各时域及频域指标中除LF/HF和LFnu以外的其他各项指标的均值均大于MM组对应各指标的均值,其中,FM组的RMSSD和SDSD等的值与MM组对应两指标值的差异具有显著性意义( $P < 0.05$ )。

**结论:**①吸烟和缺乏规律性的健身活动(每周训练时间少于300min)都是影响心率变异性的风险因素。②吸烟指数少于200者,规律性的健身活动(每周总时长超过300min)对于心率变异性存在明显的改善作用。③吸烟指数大于200者,规律性的健身活动(每周总时长超过300min)未能干预吸烟对心率变异性形成的不良影响,必须戒烟。④运动强度作为影响心率变异性的一个重要因子,建议后续研究运动对于心率变异性影响时应作重点具体化考量。⑤吸烟引起心率变异性的变化是个急性效应,建议后续研究吸烟对于心率变异性的影响可以将每日吸烟支数作为影响因子。

**关键词** 吸烟;运动;心率变异性;自主神经;迷走神经

中图分类号:R541.7, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2017)-08-0916-07

The influence of exercise and smoking on young healthy men's heart rate variability/AI Lei, LUO Wei, TANG Qiang, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2017, 32(8): 916—922

### Abstract

**Objective:** To investigate the interactive influence of smoking and physical exercise time which are two possible impact factors of automatic function on health young men's heart rate variability (HRV).

**Method:** One hundred and forty nine health young men were divided into six group according to their smoking index and weekly physical exercise time: Group NF is no smoking and do less exercise (n=28), Group NM is no smoking and do more exercise (n=38), Group MM is smoking a lot and do more exercise (n=22), Group MF is smoking a lot but do less exercise (n=23), Group FF is smoking a little and do less exercise (n=18), Group FM is smoking a little and do more exercise (n=20); The index of HRV contains time domain indi-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.08.012

\*基金项目:江苏省体育局局管课题(ST14000203)

1 江苏省体育科学研究所,江苏省南京市栖霞区仙林大道169号,210033; 2 南京体育学院,南京,210014; 3 通讯作者  
作者简介:艾磊,男,助理研究员; 收稿日期:2016-03-21

cators which including RMSSD, SDNN, SDD and PNN50, and frequency domain indicators which including TP, HF, LF, HFnu, LFnu, LF/HF, and VLF, etc.

**Result:** ①There is no obvious difference for frequency domain index and time domain index of HRV between group NM and group NF ( $P > 0.05$ ); These frequency domain indexes value including TP, HF, and LF of group FM are larger than them of group FF ( $P < 0.05$ ). The value of LF/HF of group MM is larger than that of group MF ( $P < 0.05$ ). ②If we compared each other these groups which do less exercise, we will find that value of LF of group NF is larger than it of group MF ( $P < 0.05$ ). However, as doing more exercise, all the value of HRV index in both the frequency domain and the time domain except the LF/HF and LFnu for groups NM and FM were larger than those of group MM. And for these time domain indexes including RMSSD and SDD of group FM are larger than those of group MM ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** ①Smoking and lack of regular physical exercise (weekly exercise time less than 300 minutes) are both two risk factors for HRV. ②For those smoking index less than 200, regular physical exercise (weekly exercise time more than 300 minutes) can significantly improve the value of HRV. ③For those smoking index larger than 200, regular physical exercise (weekly exercise time more than 300 minutes) cannot positively intervene the negative effect which caused by smoking, and must give up smoking. ④We suggested that who want to research the impact of exercise to HRV should take exercise intensity as an important factor. ⑤Smoking induced reaction of HRV is acute and we didn't find the duration of smoking can significantly influence the value of HRV, so we suggested take the number of cigarettes smoked per day as a potential impact factors in the further study.

**Author's address** Jiangsu Research Institute of Sports Science, Nanjing, 210033

**Key word** smoking; exercise; heart rate variability; autonomic; vagus nerve

吸烟已成为心血管疾病的一个重要的独立风险因子<sup>[1]</sup>。吸烟会导致血浆儿茶酚胺水平和去甲肾上腺素分泌水平急性增多,这些都是导致心律失常的潜在影响因素<sup>[2]</sup>。研究证明,吸烟会引起自主神经功能改变,吸烟后会引引起静息状态下迷走神经活性减弱而交感神经活性提高<sup>[2-4]</sup>。受损的自主神经活性已被公认为是心功能障碍的症状之一,并且和总体死亡率升高呈现出很强的相关性<sup>[5]</sup>。尼古丁是吸烟产生精神依赖的主要成分,它可能通过直接作用于中枢神经系统的尼古丁受体和间接释放多巴胺而影响自主神经功能<sup>[6]</sup>。

心率变异性(heart rate variability, HRV)是临床上用于无侵害评价自主神经功能的主要方法,它主要取决于迷走神经活性,心率变异性值(尤其是高频功率)会随着副交感神经活动的增强而升高,减弱而下降,而迷走神经活性下降、心率变异性降低是心血管事件的重要危险因素<sup>[7]</sup>。低的心率变异性值常常预示着较低的体适能水平及较高的死亡率<sup>[8]</sup>。

Levin等<sup>[9]</sup>在研究中发现吸烟年限大于10年,每天吸烟支数多于20支会引起心率变异性值明显降

低。长期的运动训练可提高心率变异性值,改善迷走神经的活性,防治心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)<sup>[10]</sup>。加强运动训练主要可以提高人体的肌肉功能和心肺适能(cardiorespiratory fitness, CRF)<sup>[11]</sup>。心肺适能不但是预测CVD发病率的有效因子,而且能够有益地干扰CVD的发病进程<sup>[12]</sup>。

青壮年人群在家庭中往往承担着最多的责任,赡养老人、教育子女责无旁贷,同时,在工作中也多处于事业的关键期;因此,吸烟多和少运动也被最多的联系到这类人群身上。所以,本研究的目的在于探讨吸烟和运动时长两个潜在的自主神经功能影响因子对于青壮年男性人群心率变异性的影响,为青壮年男性人群改善自主神经功能、降低心血管疾病发病率提供相应参考。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

发放调查问卷,内容涉及个人基本信息、有无不良嗜好或不良生活习惯、睡眠质量、生存压力、是否久坐、有无心慌心悸、有无急慢性疾病、运动损伤史、

吸烟指数(吸烟指数=吸烟年限×每日吸烟支数)、训练年限、训练的方式、每周训练的频率以及每次训练的时长。纳入标准:20—44岁年龄段的青壮年男性人群,窦性心律在50—100次/分,要求无期前收缩,剔除非呼吸性或自觉有不适症状的窦性心律不齐受试者;受试者半年内未发现患有冠心病、高血压、糖尿病、高血脂、甲亢及其他心肺系统疾病,未有情绪障碍(抑郁、焦虑、恐怖、强迫等)或其他因素引起的自主神经功能紊乱,以及其他内科疾病者,除吸烟外无其他不良嗜好,同时,排除服用潜在可能对HRV有影响的药物或特殊滋补品的受试者;规律性训练1年以上,1年内无运动损伤史,每周训练频率及每次训练时长较为固定,训练的强度为中等强度及以上的有氧运动(最大心率的60%—80%)。如表1所示,本研究中将吸烟指数大于200的定性为吸烟相对较多者,吸烟指数小于200的定性为吸烟相对较少者;每周训练时间{每周训练时间=每周训练频率×每次训练的时长(min)}大于300定性为运动相对较多者,每周训练时间小于300的定性为运动相对较少者<sup>[13-14]</sup>。

本研究共选取了149例受试者,依据受试者吸烟指数的大小分为不吸烟组(N组,n=66例)、吸烟

多组(M组,n=45例)以及吸烟少组(F组,n=38例);其中,N组、M组和F组依据每周训练时间的长短又都分为运动多和运动少两个亚组,分别为:不吸烟运动少组(NF组,n=28例)、不吸烟运动多组(NM组,n=38例)、吸烟多运动多组(MM组,n=22例)、吸烟多运动少组(MF组,n=23例)、吸烟少运动多组(FM组,n=18例)和吸烟少运动少组(FF组,n=20例)。测试是在受试者处于静卧且呼吸平稳的状态下进行的,提前告知受试者整个实验流程,要求受试者在测试的前两天不进行任何形式的稍剧烈运动(基本保持心率在60—100次/分)、不熬夜(保证晚上10点以前休息)、不酗酒、不吸烟,未有明显的情绪波动,测试时勿空腹。受试者的基本情况见表1,其中,吸烟多组经独立样本t检验吸烟指数显著大于吸烟少组,同样的,运动多组经独立样本t检验每周训练时间显著长于运动少组;而且,吸烟多组或吸烟少组各亚组之间的吸烟指数差异无显著性意义,运动多组或运动少组各亚组之间的每周训练时间长短差异无显著性意义。以上各组受试者之间的年龄和身体质量指数(body mass index, BMI)经独立样本t检验不存在显著性差异。

## 1.2 研究方法

表1 受试者一般资料

( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	年龄(岁)	BMI	吸烟指数	每周运动时长(min)
不吸烟运动少组(NF组)	28	29.50±5.79	24.30±2.68	—	191.67±43.55
不吸烟运动多组(NM组)	38	29.83±5.56	22.90±1.83	—	370.00±67.53
吸烟多运动多组(MM组)	22	34.17±7.81	23.59±4.53	300.00±109.54	440.00±103.34
吸烟多运动少组(MF组)	23	33.83±6.65	23.67±1.05	375.00±154.11	210.00±50.20
吸烟少运动多组(FM组)	18	26.67±3.56	24.77±3.14	75.00±34.50	390.00±124.42
吸烟少运动少组(FF组)	20	27.00±4.34	22.40±2.82	86.67±43.67	195.00±82.16

本研究使用美国OmegaWave实时机能状态综合诊断系统进行测试,该系统是一种通过测试和分析受试者的心电及脑电变化,即时反馈受试者生理机能状况的监控设备。当受试者处于静卧及呼吸平稳的状态下,进行常规十二导同步体表连续记录5min的心电图,计算R-R间期,通过系统自带的分析软件(OmegaWave sport technology system)计算出HRV时域及频域的各项指标数值。

时域的指标包括:正常窦性R-R间期的标准差(SDNN),相邻N-N间期差值的均方根值(RMS-

SD),相邻N-N间期差值的标准差(SDSD),以及NN50占有N-N间期个数的百分数(PNN50)等。

频域的指标包括:5min总功率(TP),高频率范围内的功率(HF),标化的HF功率(HF<sub>m</sub>),低频率范围内的功率(LF),标化的LF功率(LF<sub>m</sub>),LF与HF之比(LF/HF),以及极低频率范围内的功率(VLF)等。

## 1.3 统计学分析

所有实验结果的数据均采用均数±标准差表示,用SPSS 13.0统计软件进行处理,分析吸烟一致

时运动的多少对HRV的影响采用独立样本t检验;分析运动一致时吸烟的多少对HRV的影响采用单因素方差分析。

## 2 结果

### 2.1 吸烟情况一致时运动对HRV的影响

**2.1.1 不吸烟时运动对HRV的影响:**不吸烟时,NM和NF组心率变异性的时域各项指标相差不大,两组各项指标值之间的差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。见表2。

不吸烟时,NM和NF组心率变异性的频域各项指标相差也较小,NM组的HF和HFnu的均值要大于NF组对应两个指标的均值,其他各指标的均值要小于NF组对应各指标的均值,但两组各项指标值之间的差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。见表3。

**2.1.2 吸烟少时运动对HRV的影响:**吸烟相对较少时,FM和FF组心率变异性的时域各项指标的均值相差不大,FM组各指标的均值要大幅度大于FF组对应各指标的均值,由于对应的标准差也相对较大,所以两组间各项指标值的差异均无显著性意义( $P > 0.05$ );不过,两组之间的RMSSD和SDSD等指标的值经独立样本t检验 $P < 0.1$ ,提示两组之间上述两指标的值可能存在较大差异。见表2。

吸烟相对较少时,FM组和FF组之间的TP、HF和LF等指标值的差异均有显著性意义( $P < 0.05$ )。HFnu和LFnu的均值相差不大,而LF/HF和VLF的均值虽相差较大,但由于它们相对较大的标准差,所以两组之间上述两指标值的差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。见表3。

**2.1.3 吸烟多时运动对HRV的影响:**吸烟相对较多时,MM组的心率变异性时域指标SDNN均值大于MF组对应指标的均值,而其他各项时域指标的均值都小于MF组对应各指标的均值,但差异均无显

著性意义( $P > 0.05$ )。见表2。

吸烟相对较多时,MM组和MF组之间的LF/HF值的差异有显著性意义( $P < 0.05$ ),MM组的HF、LFnu和VLF等的均值小幅大于MF组对应各指标的均值,TP和LF的均值大幅大于MF组对应两指标的均值,但MM组HFnu的均值要大幅小于MF组对应指标的均值,由于上述指标相对较大的标准差,两组之间上述各项指标值之间的差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。不过,两组之间的HFnu和LFnu等值经独立样本t检验 $P < 0.1$ ,提示两组之间上述两指标的值可能存在较大差异。见表3。

### 2.2 运动情况一致时吸烟对HRV的影响

**2.2.1 运动少时不吸烟及吸烟多少对HRV的影响:**运动少时,对NF、MF和FF三组的HRV时域指标SDNN、RMSSD、SDSD以及PNN50等分别进行单因素方差分析,结果发现三组HRV时域各指标值之间的差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。见表2。

运动相对较少时,NF、MF及FF三组之间HRV频域各项指标的单因素方差分析中,仅有NF组和MF组之间的LF值的差异有显著性意义( $P < 0.05$ );同时,NF和MF两组之间的TP值经单因素方差分析 $P < 0.1$ ,提示两组之间的TP值可能存在较大差异。见表3。

**2.2.2 运动多时不吸烟及吸烟多少对HRV的影响:**运动相对较多时,NM、MM和FM三组之间HRV时

表2 吸烟和运动对HRV时域的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )

分组	例数	SDNN(ms)	RMSSD(ms)	SDSD(ms)	PNN50(%)
NF组	28	55.05±13.54	44.49±18.97	56.94±24.58	11.06±9.36
NM组	38	57.21±9.18	45.53±13.67	58.73±18.05	14.35±7.95
MM组	22	43.31±29.54	23.14±18.35	29.34±23.26	4.09±7.17
MF组	23	37.53±15.29	33.20±20.82	43.47±27.88	7.28±9.96
FM组	18	66.04±21.74	54.20±23.63 <sup>①</sup>	68.54±29.72 <sup>①</sup>	14.65±9.66
FF组	20	46.67±16.23	31.42±10.58	40.11±13.25	6.65±5.74

①MM组与FM组相比: $P < 0.05$

表3 吸烟和运动对HRV频域的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	TP(ms <sup>2</sup> )	LF/HF	HF(ms <sup>2</sup> )	HFnu(nu)	LF(ms <sup>2</sup> )	LFnu(nu)	VLF(ms <sup>2</sup> )
NF组	28	1069.75±694.95	2.24±1.07	315.08±228.25	33.42±9.95	615.43±428.99 <sup>③</sup>	66.58±9.95	139.24±83.54
NM组	38	987.06±433.16	2.11±2.70	396.00±301.97	46.13±21.80	441.67±226.66	53.87±21.80	149.40±226.65
MM组	22	603.40±602.51	3.18±1.71 <sup>②</sup>	210.74±263.43	29.78±17.88	327.87±334.74	70.22±17.88	64.79±46.71
MF组	23	388.71±366.98	1.25±0.66	193.51±275.29	47.70±14.35	136.48±83.25	52.30±14.35	58.72±26.33
FM组	18	1377.41±656.55 <sup>①</sup>	1.60±0.65	467.30±251.66 <sup>①</sup>	40.60±10.10	673.50±265.79 <sup>①</sup>	59.40±10.10	236.62±219.79
FF组	20	626.01±392.04	2.84±2.08	161.93±129.69	33.46±17.83	321.64±203.18	66.54±17.83	142.44±168.18

①FM组与FF组相比: $P < 0.05$ ;②MM组与MF组相比: $P < 0.05$ ;③MF组与NF组相比: $P < 0.05$

域各项指标的单因素方差分析中,FM组的RMSSD与SDSD等指标的值均分别大于MM组对应两个指标的值( $P < 0.05$ )。见表2。

运动相对较多时,MM、FM及NM三组之间HRV频域各项指标的单因素方差分析中,发现三组之间各项HRV频域指标值的差异均无显著性意义( $P > 0.05$ );不过,MM和FM两组之间的TP值经单因素方差分析 $P < 0.1$ ,提示两组之间的TP值可能存在较大差异。见表3。

### 3 讨论

心率变异性长期以来一直作为心脏猝死和糖尿病自主神经病变的风险预测因子。近些年来,心率变异性的时域和频域各项指标被越来越广泛应用到运动训练科学中来,常用来无侵害评价体育训练或竞技体育训练中急性及长期耐力运动引起的自主神经功能变化。心率变异性还被用来作为诊断疲劳和过度训练的指标<sup>[14]</sup>。在时域分析指标中,SDNN用以度量自主神经系统的张力水平,RMSSD和PNN50是度量迷走神经张力水平的敏感指标<sup>[15]</sup>。在频域分析指标中,HRV频域指标HF值较高表示迷走神经活性较高,意味着生理状况相对健康,相反地,低的HF值和高的LF/HF值反映了因自主神经平衡性降低而导致的病理状态<sup>[16]</sup>。当然,也有研究认为较高的HF值与病理状态相关<sup>[17]</sup>。TP代表自主神经系统活动水平,VLF主要反映交感神经系统活动水平,HFnu和LFnu为高频段功率与低频段功率的归一化值,更能直接反映迷走、交感神经调节的变化<sup>[18]</sup>。

关于运动引起心率变异性的变化还存在一定争议,争议可能源于大多数研究都发现规律性的运动可以显著改善慢性退行性疾病人群(如高血压、肥胖和糖尿病患者等)的自主神经功能,但其对于普通健康人群的影响定论不一<sup>[19]</sup>。本研究中,不吸烟时,运动相对较多的NM组的HRV时域各指标均值都小幅大于NF组对应各指标的均值,频域指标HF值大于NF组的,而LF和LF/HF等指标的均值都小于NF组对应两个指标的均值,但均无显著性意义。说明不吸烟时,相对于每周训练时间较短者,每周训练时间的延长对于提高健康青壮年男性心率变异性有一定的积极效应,但对于改善自主神经平衡和提高迷

走神经兴奋性的效果可能并没有那么明显。

当吸烟较少时,运动相对较多的FM组的TP、HF和LF等的值明显大于运动相对较少的FF组各对应指标的值,说明吸烟较少时,相较于运动较少组,多运动会引起自主神经系统活动水平增加,交感神经和迷走神经兴奋。一般来说,交感神经和副交感神经在不断的变动以保持自主神经平衡,“交感迷走平衡”通常通过心率变异性的频域指标LF/HF的比值来评定<sup>[20]</sup>。LF/HF值增大可能代表了交感神经占优势而迷走神经受抑制<sup>[21]</sup>。与FM组相比,FF组LF/HF的值相对较大,表明虽然运动多会同时引起交感神经和迷走神经兴奋,但FM组的自主神经平衡性倾向于迷走神经兴奋占优势。所以,在吸烟较少(吸烟指数小于200)的情况下,相较于少运动组(由表1可知,三组少运动组每周运动时间平均在200min左右),多运动(由表1可知,三组多运动组每周运动时间平均在400min左右)会提高心率变异性值和自主神经兴奋性,而且自主神经兴奋性提高倾向于迷走神经兴奋占优势,能有效预防心血管事件的发生。

当吸烟较多时,运动较多的MM组的LF/HF值明显大于运动相对较少的MF组对应指标的值,同时,MM组的HFnu均值低于MF组的,而LFnu均值却大于MF组的,且两组之间的HFnu和LFnu值经统计分析存在较大差异,说明吸烟多时,相较于运动少组,运动较多引起的自主神经平衡性变化可能倾向于交感神经占优势而迷走神经受抑制。交感神经过于活跃而迷走神经功能减弱引起的自主神经功能改变常被认为和病理状态相联系,如冠状动脉疾病,死亡率升高以及应激反应受损等<sup>[22]</sup>。有研究发现中低强度运动时,心率变异性在运动后几分钟就能恢复到运动前水平,但当运动强度增大到中高强度时,心率变异性的恢复速度明显减慢<sup>[23]</sup>。运动强度越大,体适能水平越低,运动后心率变异性的恢复速度就越慢<sup>[24]</sup>。进一步查阅调查问卷我们发现,每周训练时间较多组受试者有63%的人选择持续性有氧运动,而每周训练时间相对较少组受试者有69%的人选择强度相对较大的间歇性对抗类运动项目。结合前人研究,我们认为本研究中出现吸烟较多时每周训练时长对于心率变异性影响不明显,以及每周训

练时间相对较多时,反而出现迷走神经兴奋性抑制的原因可能在于:一方面,每周训练时长较长组受试者与每周训练时长较短组受试者所选择的训练项目的负荷强度可能有所差异,进而导致训练后心率变异性的恢复速度以及对心率变异性的改善效果有所不同,这也提示我们在后续研究运动对于心率变异性影响时应将不同运动项目的负荷强度作重点具体化考量;另一方面,当吸烟较多时,每周训练时间的长短可能已经无法干预吸烟对心率变异性形成的不良影响。

吸烟一致时,总结每周训练时间的长短对于心率变异性的影响发现小部分研究结果还有待商榷。结合前人的研究,我们认为可能的原因有三点:①心率变异性受运动强度的影响较大,而每周训练时间的长短对心率变异性的影响相对较小;②本研究设计的运动较少组(每周平均训练时间在200min左右)的每周训练时长已达到引起心率变异性变化的阈值,训练时间的延长(每周平均训练时间在400min左右)对于心率变异性的影响作用不大,所以今后的研究也应以此为鉴;③当吸烟较多时,每周训练时间的长短很难改善吸烟对心率变异性形成的不良影响。

研究发现,吸烟会引起HF值下降,LF/HF值升高,从而使自主神经平衡性受到破坏<sup>[4,22]</sup>。而且,戒烟后会使得迷走神经功能改善并减弱对交感神经的刺激<sup>[25]</sup>。Nicholas等<sup>[6]</sup>发现受试者在一次性口服4mg尼古丁含片后,LF值在摄入后的15—30min显著升高,HF值明显降低,而LF/HF值则明显升高( $P < 0.01$ )。Barutcu等<sup>[3]</sup>的研究也发现吸烟会导致健康受试者LF/HF比值升高,SDNN和RMSSD等值降低。本研究中,当每周训练时间较少时,不吸烟NF组的心率变异性时域各指标的均值都大于多吸烟的MF组和少吸烟的FF组对应各指标的均值;在频域指标中,不吸烟NF组和少吸烟FF组的TP与HF等指标的均值虽大于MF组对应两指标的均值,但上述两组的LF、VLF与LF/HF等指标的均值也大于MF组对应各指标的均值,而且,NF组与MF组之间的LF值经统计学分析P值较小,提示可能存在较大差异,表明了NF组与FF组的自主神经兴奋性倾向于交感神经占优势;以上结果说明运动较少时,相

于多吸烟的人,不吸烟或少吸烟并没有明显引起自主神经功能和迷走神经活性的改善或提高。有研究发现,吸烟之后的1天,降低的心率变异性会迅速升高,暗示了吸烟可能引起自主神经控制的急性效应<sup>[26]</sup>。Omer等<sup>[27]</sup>对比健康吸烟受试者和健康不吸烟受试者之间的心率变异性差异,发现吸烟组受试者的LF和LF/HF等值明显高于不吸烟组的受试者,而SDNN、SDANN、RMSSD和HF等值却低于不吸烟组受试者,并且,研究者认为心率变异性各参数指标可能与每日吸烟支数相关。值得注意的是,考虑年龄因素在内,运动较少时,相较于少吸烟组,多吸烟组受试者的迷走神经活性反而相对较高,而且不吸烟组与吸烟多或吸烟少组受试者的其他心率变异性频域及时域各项指标的差异也不大,以上结果说明,每周训练时间较少时,相较于多吸烟的人,不吸烟或少吸烟对于改善健康青壮年男性自主神经功能和提高迷走神经活性的效果并不明显。结合前人研究,我们认为出现上述结果的主要原因可能在于吸烟引起心率变异性各指标的变化是个急性效应,后续研究吸烟对于心率变异性的影响可以考虑将每日吸烟支数作为影响因子。

当运动较多时,不吸烟的NM组和少吸烟的FM组的各时域指标的均值均大于多吸烟的MM组对应各指标的均值,同时,在所有频域指标中,除LF/HF和LFnu两个与交感神经兴奋性呈正相关的指标以外,NM和FM两组其他各项频域指标的均值均大于MM组对应各指标的均值;其中,少吸烟FM组的SDSD和RMSSD等的值要明显大于吸烟相对较多的MM组对应两个指标的值,此外,FM组的TP值也大于MM组的TP值且统计结果显示存在较大差异。上述结果说明,在每周训练时间相对较多时,不吸烟和少吸烟组受试者的自主神经功能以及迷走神经张力水平要高于多吸烟组的受试者,尤其是多吸烟会明显降低迷走神经张力水平。

综上所述,吸烟和缺乏规律性的健身活动(每周训练时间少于300min)都是影响心率变异性的风险因素。吸烟指数小于200者,规律性的健身活动(每周总时长超过300min)对于心率变异性存在明显的改善作用。吸烟指数大于200者,规律性的健身活动(每周总时长超过300min)未能干预吸烟对心率

变异性形成的不良影响,必须戒烟。

### 参考文献

- [1] Guilbert JJ. The world health report 2002 - reducing risks, promoting healthy life[J]. Educ Health (Abingdon), 2003, 16(2):230.
- [2] Narkiewicz K, van de Borne PJ, Hausberg M, et al. Cigarette smoking increases sympathetic outflow in humans[J]. Circulation, 1998, 98(6):528—534.
- [3] Barutcu I, Esen AM, Kaya D, et al. Cigarette smoking and heart rate variability: dynamic influence of parasympathetic and sympathetic maneuvers[J]. Ann Noninvasive Electrocardiol, 2005, 10(3):324—329.
- [4] Kobayashi F, Watanabe T, Akamatsu Y, et al. Acute effects of cigarette smoking on the heart rate variability of taxi drivers during work[J]. Scand J Work Environ Health, 2005, 31(5):360—366.
- [5] Bilchick KC, Fetics B, Djoukeng R, et al. Prognostic value of heart rate variability in chronic congestive heart failure (Veterans Affairs' Survival Trial of Antiarrhythmic Therapy in Congestive Heart Failure)[J]. Am J Cardiol, 2002, 90(1):24—28.
- [6] Sjoberg N, Saint DA. A single 4 mg dose of nicotine decreases heart rate variability in healthy nonsmokers: implications for smoking cessation programs[J]. Nicotine Tob Res, 2011, 13(5):369—372.
- [7] Hynynen E, Vesterinen V, Rusko H, et al. Effects of moderate and heavy endurance exercise on nocturnal HRV[J]. Int J Sports Med, 2010, 31(6):428—432.
- [8] Reland S, Ville NS, Wong S, et al. Does the level of chronic physical activity alter heart rate variability in healthy older women?[J]. Clin Sci (Lond), 2004, 107(1):29—35.
- [9] Levin FR, Levin HR, Nagoshi C. Autonomic functioning and cigarette smoking: heart rate spectral analysis[J]. Biol Psychiatry, 1992, 31(6):639—643.
- [10] Melanson EL, Freedson PS. The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males [J]. Eur J Appl Physiol, 2001, 85(5):442—449.
- [11] Timpka S, Petersson IF, Zhou C, et al. Muscle strength in adolescent men and risk of cardiovascular disease events and mortality in middle age: a prospective cohort study[J]. BMC Med, 2014, (12):62.
- [12] Kodama S, Saito K, Tanaka S, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis[J]. JAMA, 2009, 301(19):2024—2035.
- [13] 王光辉,杨军,丁赛良.吸烟指数与冠状动脉病变程度及预后相关研究[J].心血管病防治知识(学术版),2012,(03):4—7.
- [14] Hottenrott K, Hoos O, Esperer HD. Heart rate variability and physical exercise. Current status[J]. Herz, 2006, 31(6):544—552.
- [15] 高嵩,吕巍,张仲远.32例冠心病患者心率变异性(HRV)指标SDNN、rMSSD、pNN50的临床研究[J].中国现代医生,2009,(25):124—125.
- [16] Ashare RL, Sinha R, Lampert R, et al. Blunted vagal reactivity predicts stress-precipitated tobacco smoking[J]. Psychopharmacology (Berl), 2012, 220(2):259—268.
- [17] Egizio VB, Eddy M, Robinson M, et al. Efficient and cost-effective estimation of the influence of respiratory variables on respiratory sinus arrhythmia[J]. Psychophysiology, 2011, 48(4):488—494.
- [18] Dinas PC, Koutedakis Y, Flouris AD. Effects of active and passive tobacco cigarette smoking on heart rate variability[J]. Int J Cardiol, 2013, 163(2):109—115.
- [19] Dutra SG, Pereira AP, Tezini GC, et al. Cardiac autonomic modulation is determined by gender and is independent of aerobic physical capacity in healthy subjects[J]. PLoS One, 2013, 8(10):e77092.
- [20] Malliani A, Montano N. Heart rate variability as a clinical tool[J]. Ital Heart J, 2002, 3(8):439—445.
- [21] Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology[J]. Circulation, 1996, 93(5):1043—1065.
- [22] Thayer JF, Yamamoto SS, Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors[J]. Int J Cardiol, 2010, 141(2):122—131.
- [23] Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, et al. Can HRV be used to evaluate training load in constant load exercises? [J]. Eur J Appl Physiol, 2010, 108(3):435—442.
- [24] Martinmäki K, Rusko H. Time-frequency analysis of heart rate variability during immediate recovery from low and high intensity exercise[J]. Eur J Appl Physiol, 2008, 102(3):353—360.
- [25] Lucini D, Bertocchi F, Malliani A, et al. Autonomic effects of nicotine patch administration in habitual cigarette smokers: a double-blind, placebo-controlled study using spectral analysis of RR interval and systolic arterial pressure variabilities[J]. J Cardiovasc Pharmacol, 1998, 31(5):714—720.
- [26] Minami J, Ishimitsu T, Matsuoka H. Effects of smoking cessation on blood pressure and heart rate variability in habitual smokers[J]. Hypertension, 1999, 33(1 Pt 2):586—590.
- [27] Alyan O, Kacmaz F, Ozdemir O, et al. Effects of cigarette smoking on heart rate variability and plasma N-terminal pro-B-type natriuretic peptide in healthy subjects: is there the relationship between both markers?[J]. Ann Noninvasive Electrocardiol, 2008, 13(2):137—144.