

- prothrombinase in cardiac microvascular endothelial cells of rats with type 2 Diabetes[J]. J Huazhong Univ Sci Technol, 2010, 30(5): 575 - 581
- 5 Su K, Chen F, Yan WM, *et al.* Fibrinogen - like protein 2/fibroleukin prothrombinase contributes to tumor hypercoagulability via IL - 2 and IFN - γ [J]. World J Gastroenterol, 2008, 14(39): 5980 - 5989
- 6 林旭红, 李永渝. 急性胰腺炎发病机制及相关治疗的研究进展 [J]. 中国病理生理杂志, 2010, 26(5): 1029 - 1032, 1040
- 7 Chan CW, Chan MW, Liu MF, *et al.* Kinetic analysis of a unique direct prothrombinase, FGL2, and identification of a serine residue critical for the prothrombinase activity [J]. J Immunol, 2002, 168: 5170 - 5177
- 8 Levy GA, Marsden R, Zhong EH, *et al.* Strategies to prevent thrombosis in xenotransplants [J]. Transplant Proc, 1998, 30: 458 - 2460
- 9 Ning Q, Sun Y, Han M, *et al.* Role of fibrinogen - like protein 2 prothrombinase/fibroleukin in experimental and human allograft rejection [J]. J Immunol, 2005, 174(11): 7403 - 7411
- 10 Zhu CL, Yun WM, Zhu F, *et al.* Fibrinogen - like protein 2 fibroleukin expression and its correlation with disease progression in murine hepatitis virus type 3 - induced fulminant hepatitis and in patients with severe viral hepatitis B [J]. World J Gastroenterol, 2005, 11(44): 6936 - 6940
- (收稿: 2012 - 02 - 05)
(修回: 2012 - 02 - 24)

中青年肥胖人群平板运动试验结果分析

陈 斓 谢 玮 胡伟航 张 磊 单米亚

摘 要 **目的** 通过平板运动试验, 分析比较中青年肥胖人群身体功能的相关指标。**方法** 在笔者医院体检中心体检的健康人群中选出 195 名志愿者 (18 ~ 59 岁), 根据 BMI 指数分为正常组和 BMI 轻、中、重度增高组, 用 Bruce 极量运动方案对每一个受试者进行极量平板运动试验。通过对每一个受试者的运动持续时间、极量心率、运动终止即刻代谢当量值 (MET)、身体活动评分、RPE 等指标分析, 对结果进行多元回归分析, 得出极量运动持续时间的回归方程。**结果** 到达极量运动时间的多元回归方程: $y = 166.947 + 45.433x_1 - 4.087x_2 - 0.696x_3 - 0.178x_4 + 0.452x_5$, x_1 为 METS, x_2 为极量 RPE, x_3 为 BMI, x_4 为极量收缩压, x_5 为身体活动评分, 校正 $r^2 = 0.932$, ($P < 0.01$)。**结论** 数据表明肥胖人群身体机能各项指标与正常对照组均有明显差异, 其原因在于他们之间运动耐量和体重的差别。

关键词 平板运动试验 肥胖症 身体功能 BMI 指数

Analysis of Results of Young and Middle - aged Obese People with Treadmill Exercise Test. Chen Lan, Xie Wei, Hu Weihang, *et al.* Hangzhou First People's Hospital, Zhejiang 310006, China

Abstract Objective To analyze and compare related indicators of physical function of young and middle - aged obese people by treadmill exercise test. **Methods** We selected 195 healthy population volunteers (18 - 59 years) from physical examination in our hospital medical center. According to the BMI index, the people is divided into normal group and BMI light, moderate and severe groups increased. We chose maximal treadmill exercise test for each subjects with Bruce maximal exercise program. The maximal exercise duration of regression equation can be resulted from the multiple regression analysis of each subject's exercise duration, maximal heart rate, exercise immediate termination of metabolic equivalent values (MET), physical activity score, RPE and other indicators. **Results** Time to reach maximal result of multiple regression equation: $y = 166.947 + 45.433 x_1 - 4.087x_2 - 0.696x_3 - 0.178x_4 + 0.452 x_5$, x_1 for the METS, x_2 for the most amount of RPE, x_3 for the BMI, x_4 for the maximal systolic blood pressure, x_5 for the physical activity score, corrected $r^2 = 0.932$, ($P < 0.01$). **Conclusion** Data show that obese people with normal body function indicators showed significant differences in the control group. The reason lies in the differences of exercise tolerance and the weight.

Key words Treadmill exercise test; Obesity; Physical function; Body mass index

在我国, 随着社会经济水平的高速增长, 肥胖的发生率正逐年增加 (尤其是青年人中), 其危害性也

逐渐明朗化。单纯性肥胖不仅是冠心病、高血压、糖尿病、脑血管意外的危险因素, 还会降低人的自然寿命^[1~3]。而在青年人群中随着体重增加, 身体功能也随之下降^[4]。国外有研究表明身体功能是与心血管疾病的病死率呈负相关的^[5,6]。运动试验证实, 身体

功能较差的患者相对于身体功能较好的患者有较高的病死率^[7]。增加运动,提高身体功能是中青年人群控制肥胖症的优选方法^[8,9]。

运动负荷试验是一种简便实用的方法来评估中青年肥胖人群身体功能。它既可以监视受试者在运动时的各项生理指标,又可以指导他们选择适度的运动强度。本研究从杭州市第一人民医院体检中心的健康体检人群中选出 195 例志愿者,对他们进行 BRUCE 极量运动试验,对每一个受试者的运动持续时间、极量心率、运动终止即刻代谢当量值等指标分析之间身体功能的差异。

资料与方法

1. 研究对象:在笔者医院体检中心体检的健康人群中选出 195 名志愿者,年龄在 18~59 岁,男性和女性人数比例基本相等。根据 BMI 指数[BMI 指数=体重/身高²(kg/m²)]分为 BMI 正常(18kg/m²≤BMI≤22.9kg/m²)、BMI 轻度增高(23.0kg/m²≤BMI≤24.9kg/m²)、BMI 中度增高(25kg/m²≤BMI≤29.9kg/m²)、BMI 重度增高(BMI≥30kg/m²)共 4 组。排除有糖尿病、心血管疾病、高血压病史、运动性哮喘、静息心电图异常及在测试当天出现感冒、发热、腹痛等急症的受试者。

2. 研究方法:测试方法采用 Bruce 极量方案,共分为 7 个阶段:级别 1:0~3min,速度 2.74km/h,斜率 10%;级别 2:3~6min,速度 4.02km/h,斜率 12%;级别 3:6~9min,速度 5.47km/h,斜率 14%;级别 4:9~12min,速度 6.76km/h,斜率 16%;级别 5:12~15min,速度 8.05km/h,斜率 18%;级别 6:15~18min,速度 8.85,斜率 20%;级别 7:18~21min,速度 9.66km/h,斜率 22%。所有参加者在测试前 3h 禁食,12h 前禁止喝咖啡或含酒精成分的饮料。在平板运动试验室测量净身高和体重(要求脱去鞋子,穿少量衣服)。记录下运动前的静息心率,血压,十二导联的心电图。每位受试者从第一阶段开始,连续不间断测试,直至试验中止。试验中止适应证:心率达到极量心率或感到不适(如极度疲劳、气急、头晕,出现严重的胸痛,心电图出现 ST 段缺血性压低或抬高持续≥2min)

或出现血压异常(收缩压≥220mmHg,或运动中收缩压进行性下降 10mmHg)。运动试验阳性诊断标准:运动中或运动后于 J 点后 60~80ms 测量 ST 段水平型、下垂型压低或异常抬高≥1mm。ST 段异常抬高的标准为 J 点抬高≥1mm,且连续 3 个心脏搏动的 J 点后 60~80ms 处持续抬高≥1mm。测定指标:SUMSUNG 显示器连续显示受试者在运动中的心率,血压,十二导联心电图,平板的速度、斜率、MET 值。

①极量心率(次/分)=220-年龄;②SUNTECH 电子血压仪在每一阶段末(每 3min 的第 2min)开始测量血压,得到每一阶段的血压值;③在运动达到极量心率时,通过提问的方式得到 RPE 评分。《感觉尽力程度评级表》(rating of perceived exertion scale)是让参与者借运动时的自身感觉(心跳、呼吸、排汗、肌肉疲劳等),来估计运动时的强度。RPE 评级表的数值范围是由 6~20,6 代表完全没有用力的感觉,20 代表尽最大努力;④通过问卷调查方式得出身体活动评分(physical activity score)。这是根据过去一年从事的工作强度、业余参加的体育锻炼时间长短及闲暇时间的活动得出的分值,以此判定调查者的生活方式。要求调查者根据自己的情况真实的填写。总分为 100 分,得分越高,代表其生活方式非常活跃;⑤血脂检测:8:00~10:00AM 空腹静脉采集血标本 5ml,注入含 2% EDTA-Na 的试管中,3000r/min 离心 30min,分离血浆,采用过氧化物酶-终点法,生化分析仪采用日立公司 7170 自动生化分析系统,单位是毫克/分升(mg/dl)。

3. 统计学方法:SPSS 13.0 统计处理软件处理数据,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间的差异使用卡方检验,两变量间进行一元回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1.4 组身体活动评分、BMI 指数、甘油三酯、胆固醇、静息心率、静息收缩压比较:正常组身体活动评分高于其他 3 组。3 组肥胖组的胆固醇均比正常组明显增高。而在 4 组的甘油三酯中,只有轻度肥胖组与正常组接近,中、重度肥胖组都比正常组明显增高。重度肥胖组的静息心率要比其他 3 组都高(表 1)。

表 1 4 组身体活动评分、BMI 指数、甘油三酯、胆固醇、静息心率、静息收缩压比较

变量	年龄 (岁)	身体活动 评分	BMI (kg/m ²)	胆固醇 (mg/dl)	甘油三酯 (mg/dl)	静息时心率 (次/分)	静息时收缩压 (mmHg ^Δ)
正常组	37.87±9.531	45.387±9.0108■	21.100±1.2204◆■	127.33±19.712◆■	114.81±82.301■	82.00±11.460●	121.58±12.274
轻度肥胖组	38.33±9.780	40.972±9.1370	23.967±0.5099*■	189.82±18.761*	123.09±89.059	84.61±10.623	121.67±11.662
中度肥胖组	37.20±8.740	39.292±9.3210*	27.832±1.1447*◆●	191.43±35.098*	182.33±127.681*	82.83±10.667●	121.89±11.557●
重度肥胖组	36.09±10.433	38.689±8.4189*	32.618±2.5710*◆■	186.12±26.539*	203.60±150.032*	88.47±16.883*■	126.38±9.464■

与正常组比较,* $P < 0.05$;与轻度肥胖组比较,◆ $P < 0.05$;与中度肥胖组比较,■ $P < 0.05$;与重度肥胖组比较,● $P < 0.05$;^Δ1mmHg=0.133kPa

2.4 组到达极量时间、极量心率、极量运动量时的收缩压比较:重度肥胖组到达极量心率的时间在 4 组中是最短的,极量心率最快,收缩压最高。正常组

到达极量心率的时间最长,中度、重度肥胖组的极量心率比正常组和轻度肥胖组快,收缩压也要比这两组明显增高(表 2)。

表 2 4 组到达极量时间、极量心率、极量运动量时的收缩压比较

变量	到达极量时间(s)	极量心率(次/分)	极量收缩压(mmHg)
正常组	622.47 ± 108.072 ■	166.17 ± 12.678 ■	147.16 ± 26.474 ■●
轻度肥胖组	564.62 ± 98.251 ■	168.87 ± 12.855 ■●	145.06 ± 22.388 ●
中度肥胖组	560.87 ± 108.176 * ●●	175.66 ± 12.236 * ◆	159.55 ± 28.902 * ●
重度肥胖组	522.06 ± 142.688 ■	174.44 ± 12.540 ◆	174.07 ± 32.401 * ◆■●

与正常组比较,**P* < 0.05;与轻度肥胖组比较,◆*P* < 0.05;与中度肥胖组比较,■*P* < 0.05;与重度肥胖组比较,●*P* < 0.05

3.4 组运动终止时的代谢当量值、极量心率时 RPE 得分比较:正常组的代谢当量值(MET)是最高的,但是轻度肥胖组、中度肥胖组的代谢当量值差别不大,重度肥胖组的当量值最低。极量 RPE 得分只有中度肥胖组和重度肥胖组之间有明显差异性(*P* < 0.05,表 3)。

4. 对极量时间与重要因子之间的多元回归分析:到达极量时间的多元回归方程: $y = 166.947 + 45.433x_1 - 4.087x_2 - 0.696x_3 - 0.178x_4 + 0.452x_5$, x_1 为 MET, x_2 为极量 RPE, x_3 为 BMI, x_4 为极量收缩压, x_5 为身体活动评分,校正 $r^2 = 0.932$ (*P* < 0.01)。影

响排序为 MET > 极量 RPE > BMI > 极量收缩压 > 身体活动评分(表 4)。

表 3 4 组运动终止时的代谢当量值、极量 RPE 比较

变量	METS	极量 RPE
正常组	12.233 ± 2.0320 ■	13.63 ± 1.450
轻度肥胖组	11.20 ± 1.9553 ■	13.60 ± 1.056
中度肥胖组	11.03 ± 2.0459 * ●●	13.20 ± 1.646 ●
重度肥胖组	10.489 ± 2.7263 ■	14.22 ± 1.969 ■

与正常组比较,**P* < 0.05;与轻度肥胖组比较,◆*P* < 0.05;与中度肥胖组比较,■*P* < 0.05;与重度肥胖组比较,●*P* < 0.05

表 4 到达极量时间的多元回归分析结果

到达极量时间	偏回归系数(B)	标准误(SE)	标准偏回归系数(β)	<i>F</i>	<i>P</i>
常数项	166.947	38.033		4.389	0.000
MET	45.433	1.798	0.875	25.263	0.000
极量 RPE	-4.087	1.453	-0.071	-2.812	0.006
BMI	-0.696	0.042	-0.060	-2.719	0.007
极量收缩压	-0.178	0.068	-0.056	-2.638	0.009
身体活动评分	0.452	0.228	0.043	1.981	0.049

讨 论

平板运动试验是通过一定负荷量的生理运动,了解受试者生理及病理参数的技术。因其最符合生理负荷的情况且具有安全方便的特点,所以临床上应用最广泛。同时也是评估运动耐量的一种简单、安全、有效的方法。本研究通过平板运动试验达到极量心率时,仪器自动显示的 MET 值来评估不同体重指数受试者之间运动耐量的差别,并结合其他反映生理功能的指标来客观评价一个人的身体素质。

从上述表格中可以发现,肥胖组的身体活动评分明显要低于正常组,并随着体重指数的增加,身体活动评分降低(表 1)。3 组肥胖组的最大运动 MET 值均低于正常组,其中重度肥胖组是 4 组里最低的,到达极量心率的时间也是明显短于正常组,RPE 得分和运动终止即刻的收缩压最高(表 2、表 3)。从多元回归方程得出,MET 值与到达极量心率时间的影响

最大(表 4)。运动试验做功量用 MET 来代表生理活动时的能量消耗。1MET 相当于坐位基础状态时的能量消耗值,约为 3.5ml/(kg · min)氧摄入量。在平板运动实验中,根据受试者活动的即刻时间,在显示屏上可以反映出当时的即刻 MET 值。从第 1 级 ~ 第 7 级,MET 值是逐级递增的。到达极量心率的时间长,即在平板上活动时间相应延长,MET 值也越高,反映了运动者的能量消耗越大,运动耐量越好。本研究显示 MET 值与到达极量心率时间是呈正比关系的。

极量 RPE 的数值代表了受试者到达极量运动心率时的自我感觉疲劳程度,通常分值越高,代表疲劳程度越高。将 RPE 值乘以 10 大致可以反映当时的极量心率。许多学者研究发现,RPE 与 HR、VO₂、肺通气量和乳酸水平呈线性相关(相关系数达 0.80 ~ 0.90)^[10]。在进行相同量运动时,RPE 得分低的人比

得分高的人有更好地耐力,更加容易坚持达到极量心率。由于自身负重增加,肥胖组的人员往往体力水平下降,身体素质和心肺功能水平较差,从事相同运动时的自我疲劳感较强。当然 RPE 得分是根据受试者的主观感受而做出的自我评分,这其中存在有误差。而 MET 值是代表了即刻的能量消耗值,比 RPE 得分更加客观反映出运动耐量。所以对达到极量心率的时间来看,MET 值的影响要大于 RPE 得分。从研究看出重度肥胖组的 RPE 得分是 4 组里最高的,说明他们的疲劳程度高于其他 3 组,到达极量的心率也是最快的,这与 RPE 得分基本一致。到达极量心率的时间在 4 组中最短,可见是与 RPE 得分呈反比关系。在回归方程中,BMI 指数的影响要小于 MET 值和 RPE 得分,原因可能为:随着当前国人饮食结构的改变,蛋白质的摄入要大于脂肪,同时对体育锻炼和健身的重视,虽然体重指数超过正常,但是身体结构中肌肉组织比例大于脂肪组织。所以只测量体重指数,对肥胖的评价可能有点片面。

正常组的身体活动评分比其他 3 组都高,代表了这组受试者的生活方式是相对活跃的,在业余生活中注重参加体育锻炼,所以在平板运动试验中的各项生理指标都要好于其他 3 组。机制在于:运动训练能增加骨骼肌和毛细血管的密度,氧化酶含量,肌红蛋白的浓度及线粒体的数量和大小,从而提高骨骼肌和心肌的血液灌注量和摄取氧的效率。同时,运动训练能降低静息时和亚极量运动的心率与血压,心率与血压的乘积减少,使心肌氧耗减少^[11]。由此说明,体育运动可以使每搏排出量增加,经常锻炼者的心脏以较大的每搏排出量和较小的心率泵出比非锻炼者略多的血液,使得心脏本身的能量消耗减少。因而经常运动的人的心肌能更有效的利用能量,可以安静时较低的心率来满足机体代谢的基本要求。本研究支持这样

的观点和分析。

总的来说,肥胖人群和正常体重人群在平板运动试验中体现出来的生理指标的差别是和体重增加及运动量减少有关。可见肥胖人群只有长期坚持规律的运动,把体重控制在正常范围内,才能提高生理功能。

参考文献

- 1 李宪科. 肥胖的危害与防治[J]. 中国保健,2007,257:66-67
- 2 Lazar MA. How obesity causes diabetes; not a tall tale[J]. Science, 2005,307:373-375
- 3 Giovannucci E, Michaud D. The role of obesity and related metabolic disturbances in cancers of the colon, prostate, and pancreas[J]. Gastroenterology,2007,132:2208-2225
- 4 Sidney S, Sternfeld B. Seven-year change in graded exercise treadmill test performance in young adults in the CARDIA study[J]. Med Sci Sports Exerc,1998, 30(3):427-433
- 5 Hein HO, Suadicani P. Physical fitness or physical activity as a predictor of ischaemic heart disease? a 17-year follow-up in the Copenhagen Male Study[J]. J Intern Med,1992,232(6):471-479
- 6 Sandvik L, Erikssen J. Physical fitness as a predictor of mortality among healthy, middle-aged Norwegian men[J]. N Engl J Med, 1993,328(8):533-537
- 7 Steven NB, Harold WK. Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men[J]. JAMA,1995, 273(14):1093-1098
- 8 Phinney SD. Exercise during and after very low calorie dieting[J]. Am J Clin Nutr, 1992,56(1Suppl):190S-194S
- 9 李丹,于海强. 肥胖及其运动处方的制定[J]. 世界体育:学术版, 2008,1:93-94
- 10 Monzillo LU, Hamdy O. Effect of life style modification on adipokine levels in obese subjects with insulin resistance[J]. Obes Res,2003, 11(9):1048-1054
- 11 励建安. 老年血管病康复进展[J]. 实用老年医学,2006,20(2):82-86

(收稿:2011-11-20)

(修回:2011-12-05)

芦丁对糖尿病肾病大鼠的保护作用及其机制探讨

王素琴 汤玲君 王 艳

摘 要 目的 研究芦丁对糖尿病肾病(diabetic nephropathy,DN)大鼠的保护作用。**方法** 采用腹腔注射链脲霉素(streptozotocin,STZ)的方法复制 DN 大鼠模型,分为正常组(NS组)、DN 模型组(DN组)、芦丁低剂量治疗组(RL组,10mg/kg)、芦丁中剂量治疗组(RM组,30mg/kg)、芦丁高剂量治疗组(RH组,90mg/kg)、卡托普利对照组(CAP组,剂量为10mg/kg),每组10只,灌