

过度运动对大鼠左心室舒张功能的影响

李昭波^① 梁雁翔^②

摘要 本实验采用8项反映心室舒张功能血流动力学指标对20只大鼠力竭游泳运动后心脏功能变化进行测试研究。结果表明,力竭运动后,8项心室舒张功能指标发生明显改变($p < 0.01$),说明力竭运动对心脏的舒张功能有明显的损害作用。这一结果为运动伤病的防治提供了实验资料。

关键词 过度运动 舒张功能

0 引言

心脏是对过度训练最敏感的器官,容易遭受损伤^[1]。许多研究表明,当心脏受到损伤时,其舒张性能的改变较其收缩性能的改变出现早而明显^[2,3,4,5]。所以,探讨过度训练对心脏舒张功能的影响,对运动性心脏疾病的防治具有一定意义。

本实验通过对力竭运动后大鼠左心室舒张功能诸指标的测试、分析,努力为运动伤病的防治提供实验依据。

1 研究对象与方法

1.1 实验对象

健康、雌性S、D、大鼠20只,体重250—300g。随机分为两组。实验组:10只,实验前3天,每天进行适应性游泳3—5min。实验时,将大鼠放入有效体积 $60 \times 60 \times 100 \text{cm}^3$,水温 $31-33^\circ\text{C}$ 游泳池内游泳至力竭(协调运动消失,不能再返回水面上)^[6]后捞出,自然休息一小时后,再放入游泳池内游泳至力竭。捞出大白鼠,自然恢复一小时后,测试心脏舒张功能各指标。对照组:10只。与实验组在相同条件下分笼饲养,不进行游泳运动。

1.2 指标及测取方法

1.2.1 指标

$-dp/dt_{\text{max}}$:左室内压下降的最大速率;

$-d^2p/dt^2_{\text{ax}}$:左室内压下降的最大加速度;

$VcEa(-dp/dt_{\text{max}})$:心肌收缩成分在 $-dp/dt_{\text{max}}$ 时的延长速度;

$VCEa(-d^2p/dt^2_{\text{max}})$:心肌收缩成分在 $-d^2p/dt^2_{\text{max}}$ 时的延长速度;

T值:右心室内压下降的时间常数;
 $\frac{-d^2p/dt^2_{\text{max}}}{+dp/dt_{\text{max}}}$; $\frac{-d^2p/dt^2_{\text{max}}}{+d^2p/dt^2_{\text{max}}}$; $\frac{-dp/dt_{\text{max}}}{LVSP}$
等共8项指标^[2,3,4,5,6]。

1.2.2 手术方法

腹腔注射戊巴比妥钠(40mg/kg)麻醉大鼠。仰卧固定于实验台上,经股静脉注射肝素(3%,0.2ml/100g)。分离出右颈总动脉,用自制聚乙烯导管前端经大鼠颈总动脉插入左心室,导管后端与TP200T压力传感器(日本光电公司)相联。导管前端长2cm,内径0.5mm,外径0.9mm。导管后端长25cm,内径1.5mm,外径2.5mm。传感器接头及导管内用生理盐水充盈。压力信号输入RM-6000多道生理记录仪(日本光电公司)进行放大和微分。左心室内压曲线定标敏感度100mmHg/10mm;左室内压最低值及舒张末压定标敏感度10mmHg/10mm;左室一阶微

① 北京医科大学博士生 100083

② 西安体育学院 710068

收稿日期:1994—11—20

分曲线定标敏感度(200mmHg/s)/mm,时间常数 1ms;高频滤波 50Hz;二阶微分曲线定标敏感度(10000mmHg/s²)/mm,时间常数 1ms,高频滤波 50Hz。走纸速度 100mm/s,每只大鼠连续测量 6—8 个波形,取平均值^[3],稳定 5min 开始测定^[3](图 1)。

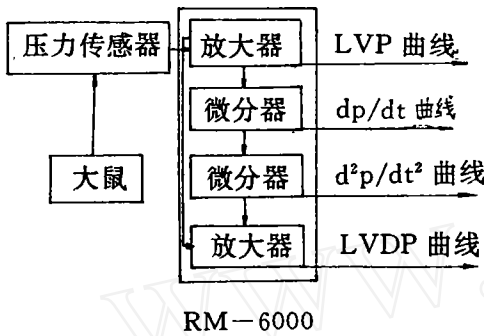


图 1. 实验装置图

表 1 过度运动对左心室舒张功能影响比较

指 标	对 照 组	实 验 组	P
-dp/dtmax(mmHg/s)	4414.00±180.77	2354.77±311.68	※
-d²p/dt²max (x10²mmHg/s²)	863.13±86.38	522.88±31.18	※
VCEat(-dp/dtmax) (s)	54.06±5.80	40.30±3.59	※
VCEat(-d²p/dt²max) (s)	32.82±5.03	17.08±2.05	※
T(ms)	19.21±1.38	29.72±3.08	※
$\frac{-dp/dtmax}{+dp/dtmax}$	0.85±0.06	0.84±0.02	
$\frac{-d²p/dt²max}{+d²p/dt²max}$	0.79±0.03	0.76±0.07	
$\frac{-dp/dtmax}{LVPS}$	26.71±0.45	19.70±1.58	※

※ P<0.01

3 分析讨论

3.1 对本文采用 8 个反映心脏舒张功能指

1.3 统计方法

全部数据用平均值±标准误表示。采用成对 t 检验。P 值取 0.05,0.01 两个界值。

2 研究结果

研究结果表明,力竭运动后,-dp/dt-max,-d²p/dt²max,VCEat(-dp/dtmax),VCEat(-d²p/dt²max)和 $\frac{-dp/dtmax}{LVSP}$ 等 5 项指标比对照组分别下降了 46.65%,39.42%,25.95%,47.95%和 26.24%。T 值延长 54.71%。反映“舒—缩协调”指标 $\frac{-dp/dtmax}{+dp/dtmax}$ 和 $\frac{-d²p/dt²max}{+d²p/dt²max}$ 值同时对照组相比无明显变化,这说明在本实验条件下,左心室舒张功能和收缩功能均受到影响(表 1)。

标的讨论

为了较全面估价力竭运动对左心室舒张功能的影响,本实验采用了 8 项参数综合评

定,从而避免了采用单一指标评估带来的缺点。下面对这 8 项指标作一简要讨论。

3.1.1 $-dp/dt_{max}$: $-dp/dt_{max}$ 与 $+dp/dt_{max}$ (左心室内压上升的最大速率)和 EF (心脏射血分数)呈正相关,是反映心脏舒张功能的重要指标。但 $-dp/dt_{max}$ 值受 LVSP (左心室内压峰值)和 HR (心率)等心室“内外”因素的影响^[5]。力竭运动后, LVSP 和 HR 均会发生明显改变。例如在本实验中,大鼠力竭游泳后, LVSP 下降了 27.23%。所以,采用 $-dp/dt_{max}$ 参数来评价力竭运动后心脏舒张功能的变化就受到 LVSP 变动的影 响,是不够全面的。

3.1.2 $-dp/dt_{max}/LVSP$: 用 $\frac{-dp/dt_{max}}{LVSP}$ 来评估心脏舒张功能,就可避免因 LVSP 的变动对 $-dp/dt_{max}$ 值所产生的影响。有些学者认为该比值更能直接反映心脏舒张功能的变化^[4]。显然,用这一指标来评估力竭运动后 LVSP 变化幅度较大情况下的心脏舒张功能是比较合适的。

3.1.3 T 值:许多实验研究都表明, T 值不受 LVSP 和 AP (主动脉压)等因素的影响,与 EF 呈负相关。T 值延长,说明心脏舒张功能下降。虽然在计算方法上学者们提出了一些不同的看法^[6],但仍不失为研究力竭运动后心室舒张功能良好指标。

3.1.4 VCEat ($-dp/dt_{max}$)和 VCEat ($-d^2p/dt^2_{max}$): VCE 是心肌纤维收缩成分缩短或延长速度。本文采用的这两个 VCE 参数是代表着心肌收缩成分在 $-dp/dt_{max}$ 和 $-d^2p/dt^2_{max}$ 时刻瞬间的延长速度。实验证明, VCE 类指标比 dp/dt_{max} 更少受前、后负荷影响^[4,22],是反映心室舒张功能更直接的指标。其缺点是敏感性与 dp/dt_{max} 较低。

3.1.5 d^2p/dt^2_{max} :从以上讨论可以看出,虽然 $-dp/dt_{max}$ 是反映心室舒张功能的重要参数,但受 LVSP 值的影响, VCE 尽管比其它指标更能直接反映心室舒张功能变化,但其敏感性又较差。有些学者尝试用 d^2p/dt^2

类指标来评价心肌收缩性能和舒张性能^[8]。一些实验结果表明, d^2p/dt^2_{max} 对心肌变力作用的敏感性比 dp/dt_{max} 高出 $\frac{1}{3}$,而 dp/dt_{max} 又与 $-dp/dt_{max}$ 是正相关。这充分说明了 $-d^2p/dt^2_{max}$ 在反映心室舒张功能方面的潜力。本实验的结果正证实了这一点。

3.1.6 $\frac{-dp/dt_{max}}{+dp/dt_{max}}$ 和 $\frac{-d^2p/dt^2_{max}}{+d^2p/dt^2_{max}}$ 通过这两个比值的测算,不仅可以了解到力竭运动后心室舒张功能的变化情况,而且还可以看出心脏收缩性与舒张性变化比值的大小,两者的协调和有序化程度的高低。这对进一步了解心脏舒张功能改变在整个心动周期中的地位和作用有一定的意义。

通过以上对这 8 项参数的简单分析,可以看出,综合采用多项指标对力竭运动后心脏舒张功能进行观察研究,就能够较全面地、公正地、可靠地反映其变化规律。

3.2 对力竭运动后心脏舒张功能变化的讨论

力竭运动后,反映心脏舒张功能诸指标均发生明显降低,说明心脏舒张功能受到较为严重的损伤。我们认为这与力竭运动后造成的心肌病理损伤有着密切关系。采用病理和酶组织化学方法研究力竭运动后大鼠心肌病变特点发现,心肌损害的改变是以毛细血管持续损伤为中心,心肌细胞缺氧性损害为特点的病理改变。^[12]由于肌浆网膜摄取 Ca^{+} 是逆浓度差进行的,需要消耗能量,心肌细胞缺血缺氧时,能量不足,导致肌浆网从收缩蛋白活性部位移除 Ca^{+} 障碍,使肌质中 Ca^{+} 浓度不能迅速降至足以使肌动——肌球蛋白完全脱离失活状态,从而影响心室舒张充盈。另外,当 ATP 不足时,一方面使 Na—K 泵运转障碍,促使 $Ca^{+}-Na^{+}$ 交换加强;另一方面,儿茶酚胺—CAmP 系统激活 Ca^{+} 通道,这两方面都是使 Ca^{+} 内流增加,并在肌质中蓄积,而影响心脏舒张性能^[4,5,7]。此外,力竭运动导致心肌闰盘损伤等,也可影响心脏舒张功能。由于本实验是在载体条件下测定

大鼠心脏功能的,所以,力竭运动对其它系统和器官产生的不同程度损伤和变化也会间接影响心脏舒张功能的改变。例如:力竭运动后大鼠脑啡肽含量明显增加,就有可能影响心血管系统,使其活动失调。

许多研究表明,当心肌急性缺血缺氧时,心脏舒张功能的改变较其收缩性能的改变出现的早而明显,主要表现在 $-dp/dt_{max}$ 明显降低和T值延长。^[4,5]本实验中, $\frac{-dp/dt_{max}}{+dp/dt_{max}}$ 和 $\frac{-d^2p/dt^2_{max}}{+d^2p/dt^2_{max}}$ 两值力竭运动后没有明显改变,未能反映出 $-dp/dt_{max}$ 变化“早而明显”的特点。其原因可能与指标的测试时间有关。本实验指标测试是在力竭后1h进行的,故仅能说明这一瞬间的心脏机能变化,未能全面反映出“早、晚”等随时间变化参数值的变化规律。可见有必要对这一问题进行动态观察。从两值变化不明显来看,力竭运动后1h左右这一时刻(在本实验条件下),可能正是心脏收缩性和舒张功能受损比值大致相同的一个点。

4 结论

本实验通过对力竭运动后大鼠左心室舒

张功能测试研究发现,力竭运动对心脏的舒张功能有明显的损害作用。这一研究结果为运动心脏疾病的防治提供了基础参考。

参考文献

- [1] 步斌、过度训练对心肌影响的模拟实验病理和酶组化学研究 第二届全国体育科学学术报告会议文摘要汇编 中国体育科学学会编 1987:220。
- [2] 吴之威等,急性心肌缺血时心室舒张功能的改变。中国循环杂志 1986;1(2):73。
- [3] 王俊宏等,心肌梗塞后大鼠左心室舒张性能和顺应性的动态改变。中国应用生理学杂志,1987;3(1):316。
- [4] 李云霞等,急性心肌缺血对心肌收缩性能和左心室舒张功能的影响,湖南医学院学报 1981;6(4):267。
- [5] 卢兴等,心脏舒张性异常及其临床意义、生理学进展。1985;16(4):323。
- [6] 李玉琳,运动生理学的动物实验中国运动医学杂志,1986;5(1):40。
- [7] 李昭波 运动性心脏心肌收缩性现代研究,西安体育学院学报,1994;11(1):68。
- [8] Li Zhao Bo et al, Effects of exercise on the second derivative of left ventricular Pressures in rats. Second Ioc world Congress on sport Sciences. Barcelona 1991:166。

新书介绍

《体育应用高等数学》是在全国体育数学专业委员会和国家体委有关领导的支持下,由西安体院统计计算机教研室程致屏牵头,联合北京、上海、武汉、成都、山东、南京、广州等体育院校和北京、陕西、华中、曲阜、湖北等师范院校共同编写而成。

该书具有鲜明体育特色,内容非常丰富、密切结合体育实际,深入浅出、通俗易懂,含有大量的体育应用实例。可做为体育专业研究生和本科生教材,也可做为体育工作者及其它专业人员自学用书和参考书。

该书内容包括一元及多元微积分、微分方程,向量代数和空间解析几何,线性代数、模糊数学、灰色系统等十一章,30多万字,大32开,将于近期正式出版,定价约8.50元。

**Experimental Analysis of the Effects of Qigong
Exercises on the Aged's Bone Density**

Yin Hui et al

(Xi'an Institute of Physical Education Xi'an China 710068)

By applying the SPA—4 type bone—ore analyser and using the miniphotonn absorption approach, some important indexes and relationship were obtained about the bone density of the aged practiced the scented Qigong, through the quantitive investigation and statistical treatment, this paper also explored several elements which affected the aged bone density from the views of some sciences such as Chinese and Western medicine, sports biology and sports theory.

Key words: *Qigong exercises the aged bone density*

**Effect of Overload Exercise on Left Ventricular
Diastolic Function in Rats**

Li Zhaobo et al

(Xi'an Institute of Physical Education Xi'an China 710068)

To reveal impairment of left ventricular diastolic function after overload exercise, 8 indices of left ventricular diastolic function were measured in 20 intact, anestheized, close chest and female rats by left ventricular diastolic fuction was impaired seriously after overload exercise. These data supply new evidence to prevent and cure impairment of heart after overload exercise.

Key words: *diastolic function overload exercise*

**Preliminary Research of Physiology of
Male Judo Athletes Living on low—land during Their Training
on the Plateau at 2366m above Sea—Level**

Lei Xin et al

The training of endurance of athletes has already got good results on the plateau. Judo has attached treat attention at home and abroad. For it is a kind of energy provided by anaerobic glycolysis Whether the training can get good results on the plateau is the main purpose of our research. 19 male Judo athletes have been chosen for the observation and physiological research in breathe, LA, urinalysis, weight, fat, the power of speed during the training on the plateau at the altitude of 2366m above sea—level in QingHai Duo Ba Training Center. Through the research of this item we found that the plateau training can also get good results for male Judo. During the training on the plateau, the weight and fat of athletes have naturally dropped, but increase in ability of enduring LA, as well as the athletes' power of speed have also experienced a continual rise. This increasing will create a stable condition for athletes to get a good competition result on the plain. This item has under taken a process of gradual adaptation for about 5 to 6 weeks, including 2 weeks for daptation training, 2 to 3 weeks for intense training and the last week for regulating training. The training on the Plateau is not only beneficial for the item of energy provided with adequate oxygen but also for those lacking in sufficient oxygen.

Key words: *training on the plateau anaerobic glycolysis male Judo adaptation*