

体育专业大学生与普通大学生心脏 Tei 指数比较

张福华¹, 何秀波²

(1.湖南师范大学 体育教学部, 湖南 长沙 410081; 2.湖南师范大学
附属医院(长沙市四医院), 湖南 长沙 410081)

摘 要: 运用多普勒超声心动图, 对体表面积无差别的体育专业与普通大学生 Tei 指数、收缩期左室流出道射流最高速度、心率进行对比研究。结果显示运动员的 Tei 指数较小、收缩期左室流出道射流最高速度较快、心率较慢, 有显著差异。结论: 体育专业大学生心脏的收缩、舒张整体功能比普通大学生明显增强, 具备着更高的搏出量储备和心率储备。

关键词: 运动医学; 心肌做功指数; 心脏功能; 体育专业大学生; 普通专业大学生
中图分类号: G804.49 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2009)11-0105-04

Comparative differences in the cardiac Tei index between students majoring in physical education and ordinary college students

ZHANG Fu-hua¹, HE Xiu-bo²

(1.Department of Physical Education, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;
2.The Fourth Hospital of Changsha, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

Abstract: By using Doppler ultrasonic cardiogram, the authors made a comparative study of the Tei index, maximum speed of the jet stream in the outflow tract of the left ventricle during contraction and heart rate of athletes and ordinary colleges students with an identical body surface area, and revealed the following findings: the Tei index of athletes is relatively small; the maximum speed of the jet stream in outflow tract of their left ventricle during contraction is relatively fast; their heart rate is relatively slow; all of which show a significant difference. The authors concluded that as compared with ordinary college students, the overall function of contraction and relaxation of the heart of athletes were significantly enhanced, and they had a higher level of cardiac stroke reverse and heart rate reserve.

Key words: sports medicine; Tei index; cardiac function; college student majoring in physical education; ordinary college student

心脏作为推动血液在人体内周而复始循环流动, 从而维持机体新陈代谢的动力来源, 其功能的强弱无疑是人体健康的重要标志。长期运动可促使心肌对不同形式的运动负荷在不同时期产生相应的适应性变化, 引起心脏形态和功能发生改变^[1]。有人认为这种心脏增大是运动员训练生理适应的结果, 而有人认为是病理性的征象, 也有人认为它介于生理和病理之间^[2]。我们知道, 运动员的训练有有氧运动与无氧运动, 而有氧运动是有利于心脏的运动方式, 那么我国现阶段对体育专业大学生的训练教育, 是否使他们的心脏整

体功能增强而优于普通专业大学生? 大量的医学临床发现传统反映左室收缩和舒张功能的指标受多种因素影响, 且将心功能分割评价, 无法显示代偿期病理状态下心功能不全者与生理状态下正常人之间的差异, 更无法企及生理状态下体育专业和普通专业大学生心功能的差异。近年来一种崭新的基于血液动力学基础上能综合评价心脏收缩与舒张功能的指标——Tei 指数(心肌做功指数), 已被大量的临床研究证实而广受青睐。Tei 指数能全面反映心脏收缩舒张的整体功能, 更适宜于评价生理状态下的心脏整体功能及反映出早

期的心功能减退,是识别心功能正常和心功能异常的最佳指标,但目前 Tei 指数只在临床上用于评价疾病状态下的各种心功能异常,国内外尚未有学者将 Tei 指数应用于体育专业大学生与普通专业大学生心功能的对比研究,本文将 Tei 指数引入该领域,意在解决人们关心的有关体育专业大学生心脏的好与坏等问题。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

研究对象为湖南师范大学体育学院体育专业男生 26 人,平均年龄 20 岁,平均训练年限在 2 年以上,运动等级均为 2 级运动员;普通专业男生 28 人,平均年龄 19.7 岁,且从未从事过专业体育训练、无锻炼身体的习惯。测试对象经全面常规体检为身体健康,无心脏病、高血压病史,体表面积均为 $(1.72 \pm 0.04) \text{ m}^2$ 。

1.2 研究方法

用美国 ACUSON 公司的 SEQUOIA-512 彩色超声仪(探头超声频率为 2.5~3.5 MHz 宽频探头)分别测量两组学生:(1)心率(HR)、(2)EF 斜率、(3)E 峰、(4)A 峰、(5)E/A 值、(6)心输出量(CO)、(7)最高射流速度、(8)Tei 指数。测定前先让受试者静息 5~10 min,然后进行测量。

1.3 Tei 指数测量方法

Tei 指数的定义:等容收缩期(ICT)与等容舒张期(IRT)之和除以射血时间(LVET)。而 $(\text{ICT}+\text{IRT})/\text{LVET}=(a-b)/b$ (a 为一个心动周期峰终点测量到下一个心动周期峰起点的时间; b 为心动周期主动脉瓣口血流开始至终止处的时间。)因此只要测定 a 和 b 就可计算出 Tei 指数,同时测量收缩期左室射流最高速度和心率。

1.4 统计学处理

数据采用均数 \pm 标准差表示,以 SPSS 13.0 统计软件处理,两组间比较用 t 检验,以 $P<0.05$ 为检验水准。

2 研究结果与分析

2.1 多普勒超声心动图血液动力学参数检查结果

体育专业学生组 Tei 指数为 0.33 ± 0.04 ,收缩期左室流出道射流最高速度(left ventricular systolic max velocity)为 $(1.42 \pm 0.08) \text{ m/s}$,心率为 $(50 \pm 5) \text{ 次/min}$;普通专业学生组 Tei 指数为 0.42 ± 0.03 ,收缩期左室流出道射流最高速度为 $(1.16 \pm 0.07) \text{ m/s}$,心率为 $(69 \pm 6) \text{ 次/min}$,两组间差别有统计学意义($P<0.05$)。可认为体育专业学生 Tei 指数较普通学生小、收缩期左室流出道射流最高速度明显高于普通专业学生,心率也明显比普通专

业学生低。

2.2 左心舒张功能传统 M 型及多普勒超声心动图测量参数检查结果

体育专业大学生的 EF 斜率为 94.0 ± 18.2 ,E/A 值为 1.85 ± 0.28 (E 峰为 $(1.07 \pm 0.14) \text{ m/s}$;A 峰为 $(0.59 \pm 0.10) \text{ m/s}$);普通专业大学生 EF 斜率为 95.0 ± 17.5 ,E/A 值为 1.74 ± 0.24 (E 峰为 $(1.17 \pm 0.18) \text{ m/s}$,A 峰为 $(0.69 \pm 0.07) \text{ m/s}$)。此两项参数差异均无显著性。

3 讨论

3.1 心脏功能的评价

通过测定左室 EF、SV、CO 等心脏收缩功能指标和舒张功能指标 E/A 值、DT 等,可为临床心功能评价提供依据。但是,这些传统指标是对心脏收缩功能和舒张功能的分割评价,只是片面地反映了心功能的单一方面情况,不是心脏的整体功能,因此与运动耐量、患者的临床表现及心肌氧耗量并不完全平行,有时甚至难以解释。实际上,心脏的收缩和舒张功能异常绝大部分是相伴而行,综合评价心脏的整体功能更加合理。且收缩功能指标 LVEF、SV、CO 受到心室形态局限性、房室瓣反流的影响,舒张功能指标受到心率、血压、透声条件、心脏前后负荷、操作技术等因素的影响,其诊断准确性大受影响^[3],其应用价值尚存在争议。本研究结果显示体育专业大学生和普通专业大学生的 E/A 值大于 1,差异无显著性。E/A 值是判断左心室舒张功能的综合指标,正常成人 E/A 值维持在 1.3~2.0,此值过高或过低均视为舒张功能异常。本测试结果体育专业大学生和普通大学生的 E/A 值都在这一范围,因此无法说明体育专业大学生心脏的舒张功能更好。

3.2 Tei 指数评价心脏功能的原理

左心的 Tei 指数 $=(\text{ICT}+\text{IRT})/\text{LVET}$,ICT、IRT 和 LVET 均为心动周期中非常重要的时相,其中 ICT 和 IRT 尤为重要,因为 ATP 的利用和 Ca^{2+} 的内流与外流均发生于这两个时相,所以说 ICT、IRT 和 ET 可以反映心脏收缩功能或舒张功能,但它们均在一定程度上受到心率、血压和心脏负荷的影响,而 Tei 指数是上述时间间期的比值,影响分子、分母的各种因素相互抵消,其结果反而不受心率、心室几何形态和心脏负荷的影响,综合考虑了心室收缩与舒张,能够全面反映心脏整体功能,是识别正常心功能和异常心功能的最佳指标,在测量 Tei 指数的状态下,还可以同时测量出收缩期左室射流最高速度和心率,此时,在心尖五腔切面下声束与收缩期左室流出道的血流方向角度极小几乎接近平行,获得的多普勒频移转换出的血流

流速与实际血流速度情况是高度吻合的。

3.3 体育专业与普通专业大学生心脏功能比较分析

本研究结果显示: 体育专业组和普通专业学生组的 3 个指标相比较, 运动员的 Tei 指数较小、收缩期左室流出道射流最高速度较大, 心率较慢, 反映出体育专业组学生的心脏整体功能较强, 等容收缩期(ICT)和等容舒张期(IRT)较短。

1) 心率差异原因。

本研究中体育专业学生心率(50 ± 5) 次/min, 普通专业学生为(69 ± 6) 次/min, 体育专业学生心率明显小于普通专业学生, 二者差异具有显著性($P < 0.05$)。究其原因在于体育专业学生的心率储备比普通人大。成年人的心率平均为 75 次/min, 正常变动范围一般为 60 ~ 100 次/min。而运动员安静时心率可低于 60 次/min, 某些有训练的运动员心率最多可减少到 36 ~ 40 次/min, 这种现象在运动生理学上称窦性心动徐缓。窦性心动徐缓同训练程度、运动项目和运动年限有关, 运动年限越长、训练程度愈高, 这种现象也越明显。运动员出现窦性心动徐缓现象是多年的训练过程中, 控制心脏活动的迷走神经紧张性增强, 交感神经紧张性减弱的结果。

2) 左室收缩期最高射流速度差异原因。

体育专业学生收缩期左室流出道射流最高速度(Left ventricular out tract systolic max velocity)为(1.42 ± 0.08) m/s, 普通专业学生为(1.16 ± 0.07) m/s, 两者之间存在明显差异($P < 0.05$)。静息状态下左室收缩期左室流出道最高射流速度取决于左心室心肌泵血的能力。现有资料证明, 心脏后负荷的增加是引起室壁增厚的主要原因。后负荷表现为心脏射血的阻抗, 取决于外周阻力及舒末压。力量性或静力性运动中, 运动员常伴有憋气、肺内压升高, 造成回心血量减少, 胸内压升高造成外周阻力增加, 使心脏收缩的后负荷增加。据研究, 心脏后负荷的刺激对心肌细胞合成代谢比前负荷明显^[4]。此外, 我们已经从大量的研究中发现运动员心室舒张末期容积的增加是机体在长期运动中机能需要所产生的一种反应, 心肌与骨骼肌亦相同, 长期的锻炼无疑会使心肌的肌纤维增粗、心室壁增厚, 这就导致运动员心室腔较常人大、心肌亦较常人肥厚, 心室腔扩大意味着运动员的心室的舒张末期容积大, 提高心脏的泵血储备^[5], Frank-Starling 定律揭示了此规律: “心室舒张末期容积在一定范围内增大可增强心室收缩力”, 而较肥厚的心肌又意味心肌不依赖于前负荷和后负荷而能改变其力学获得(包括收缩的强度和速度)的内在特性——心肌收缩能力的增强, 心肌收缩能力增强可使心室功能曲线向左上方移位, 表明在同样的

前负荷条件下, 每搏功增强, 心脏泵血功能增强, 这就是体育专业大学生收缩期左室流出道最高射流速度明显快于普通专业大学生的主要原因。

3) Tei 指数差异原因。

(1) ICT 和 IRT 两大时相的差异。

我们已经从大量的研究中发现运动员心室舒张末期容积的增加是机体在长期运动中机能需要所产生的一种反应, 心肌收缩能力增强可使心室功能曲线向左上方移位, 表明在同样的前负荷条件下, 每搏功增强, 心脏泵血功能增强, 也就是等长调节(homometric regulation)能力强, 促进心室排空, 这些都将导致等容收缩期(ICT)的缩短和左心室射血时间(LVET)的相对延长, 我们知道等容收缩期越短、左心室射血时间的延长反映心肌的收缩能力的增强, 而心室舒张的势能来自心室的收缩, 心室收缩末期由于心室几何结构的改变可产生一种促使心室复位的舒张势能, 心室收缩越好这种势能就越大, 对心室的舒张也就越有利^[6], 这使得等容舒张期(IRT)缩短, 计算公式中分子(ICT、IRT)变小、分母(LVET)增大, Tei 指数自然就小。

(2) 心肌耗氧量的差异。

生理学和病理生理学早已揭示, 心肌耗氧量与 3 个因素有关: ①心率的快慢: 心率快, 心肌耗氧大, 反之耗氧量小; ②心肌肥厚程度: 心肌肥厚心肌耗氧大, 反之耗氧量小; ③左室舒张末期容积: 左室舒张末期容积大心肌耗氧量大, 反之耗氧量小。可见运动员的心率较慢导致心肌的耗氧较低, 但是运动员的心肌较肥厚, 且左室内径较大预示着较大的舒张末期容积, 它们又导致了心肌耗氧量的增大。在高血压所导致的左心改变以及高心病代偿期的患者同样具有这些心肌向心性肥厚直至离心性扩大的特征, 这些特征导致了他们的心肌耗氧量增大、心肌相对性缺血的状态。那么运动员心脏就与高心病代偿期的患者等同了吗? 当然不同, Tei 指数给出了明显差异的答案, 近几年临床医学研究已经发现, 高血压所导致的心脏病患者的 Tei 指数明显大于常人^[6], 而本研究发现运动员的 Tei 指数是小于常人的。由此可见运动员心脏的等容收缩期及等容舒张期明显较代偿期高心病人短, 等容收缩期较短使得左室舒张末期容积较大的高耗氧状态维持时间短, 且运动员左心面对的阻力负荷明显小于高心病患者的阻力负荷, 使得运动员心肌的耗氧量进一步降低, 而正由于心肌耗氧量的降低, 使得心肌舒张功能能维持在一个极佳的状态, 且舒张早期弹性回复势能大导致了等容舒张期的缩短。诠释了体育专业大学生心脏的肌原纤维的收缩性能更强、后负荷更低、心肌耗氧量相对较小, 最终导致了 Tei 指数的缩小。

(3)心力储备的差异。

心力储备表示心输出量随机体代谢水平的需要而产生相应变化的能力,是评价心功能适应能力的重要指标^[7]。本研究结果显示体育专业大学生的收缩期左室流出道射流最高速度较快、心率较慢。收缩期左室流出道射流最高速度反映左室收缩力的大小,与每搏输出量呈紧密正相关,该值来源于多普勒型超声心动图,较传统的M型超声心动图得出的CO更直接准确,且不易出现测量误差,一般健康成年人在静息状态下,心输出量约5L,剧烈运动时,动用心力储备,心输出量可增加到安静时的5~6倍,而训练有素的运动员,安静时的心输出量与一般健康人无明显差异,但心脏的最大心输出量却远较一般人大,为安静时的心输出量的7倍以上,原因在于运动员心脏的搏出量储备与心率储备较一般人大,运动员的心肌纤维增粗,心肌收缩能力增强,因此收缩期储备增强;同时,由于心肌收缩能力增强,可使心室收缩和舒张的速度都明显加快,能使心输出量随心率加快而增多的最高心率将可提高到200~220次/min,而运动员的基础心率本身就较一般人慢,因此心率储备就明显增加,而一般人能使心输出量随心率加快而增多的最高心率为160~180次/min,由此可见,运动员的静息状态下每搏输出量较大,而基础心率较慢,使得心输出量维持着一般健康人的状态,但具备着更高的搏出量储备和心率储备。

(4)内分泌环境的差异

此外,Tei指数的降低与心脏内分泌调节有关。人体运动时,交感神经兴奋性增强,儿茶酚胺分泌增多,腹腔内脏血管收缩,骨骼肌血管舒张,血液重新分配;肌肉物质代谢加强,CO₂、乳酸等代谢产物积累,促使肌肉血管舒张外周阻力下降,从而降低了后负荷;心脏冠状动脉因心脏活动加强,代谢产物增多,继发性引起血管舒张,心脏供血增加;运动骨骼肌的收缩对静脉的挤压作用,促使静脉血流量增多,使心舒末容积增加,心室充盈压升高,增加了心脏的前负荷^[8];此

外,长期运动的中心脏心钠素水平、降钙素基因调节肽、内皮素、血管紧张素水平均增高,有利于增强细胞内肌原纤维的功能^[9]。这些内分泌环境的改变,都有利于运动员心脏的收缩、舒张运动,使得搏出量及搏出量储备增加,导致Tei指数变小。

参考文献:

- [1] 常芸. 运动心脏理论与实践[M]. 北京:人民体育出版社, 2008: 196-232.
- [2] Tei C, Ling L H, Hodge D O, et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function: a study in normal and dilated cardiomyopathy[J]. J Cardiol, 1995, 26(6): 357.
- [3] 贾清秀. 短期运动训练对运动员心脏功能的影响[J]. 河南师范大学学报:自然科学版, 2007, 47(3): 146-148.
- [4] 王新建,王颖. 运动疗法对改善心功能不全的效果[J]. 体育学刊, 2004, 11(4): 56-58.
- [5] 侍勇. 不同强度的运动对心脏的影响[J]. 南京体育学院学报:自然科学版, 2004, 3: 22-25.
- [6] 周全,张文萍,孔祥玲. 多普勒超声心动图评价运动对左心室舒张功能的作用[J]. 现代康复, 2001(5): 34-35.
- [7] 步斌. 运动员心功能储备中心肌收缩力变化与心率变化的相关研究[J]. 中国体育科技, 2008, 44(6): 79-83.
- [8] 马延超,常芸,张纓. 运动性心脏肥大发生过程中心房肌内皮素基因的表达[J]. 体育学刊, 2006, 13(3): 47-50.
- [9] 赵海军,邓树勋. 运动心脏及其形成机制[J]. 体育学刊, 2002, 9(2): 121-123.

[编辑: 郑植友]