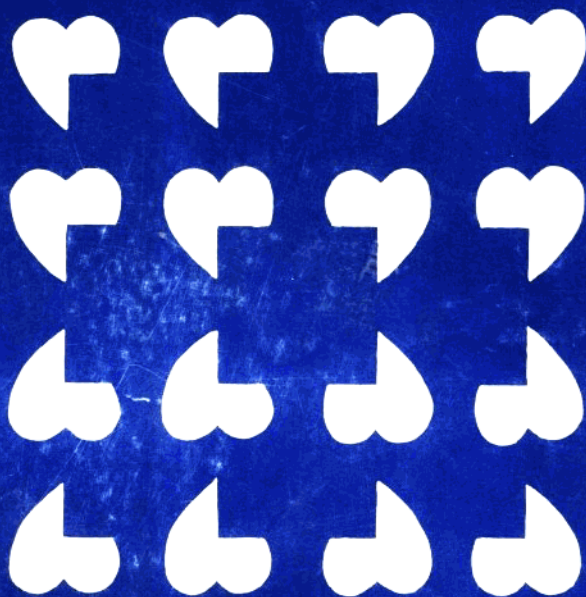


# 心脏康复

戴若竹 编著 郭炳章 审阅



CARDIAC REHABILITATION



暨南大学出版社

# 心脏康复

Cardiac Rehabilitation

戴若竹 编著 郭炳章 审阅

暨南大学出版社

## 内 容 提 要

心脏病是当今人类最危险的疾病之一,其死亡率居所有疾病之首,但心脏病并非不治之症,在精心的康复治疗后,不仅临床症状可得到控制和改善,生理功能、心理状态也可恢复正常,甚至有的病人可完成马拉松跑。本书分析介绍了达到这种惊人疗效的医疗及康复方法,内容包括冠心病、心绞痛、心肌梗塞、高血压病、慢性心衰的心功能评价、运动康复、心理康复、职业康复、气功康复、生活管理及药物和外科治疗等,并附有具体实用的运动处方、康复程序和冠心病康复操。

本书适于内科医生、从事心血管内外科的医护人员、康复医学工作者、运动医学工作者和医疗保健人员、医学院师生阅读,也适于各种心血管病患者及其亲属阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

心脏康复/戴若竹编著

—广州:暨南大学出版社,1996.4

ISBN 7—81029—528—4

I. 心…

Ⅱ. 戴…

Ⅲ. 心脏病

N. R541

暨南大学出版社出版

(510632 广州石牌)

福建惠安印刷厂印刷

新华书店经销

1996年4月第1版

1996年4月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:12

字数:310千 印数:1—2150册

定价:18.00元

# 目 录

题 辞

林传骧序

胡锡衷序

前 言

绪 论..... (1)

上篇 心脏康复中的心功能评价..... (3)

第一章 运动心电图..... (3)

第一节 运动心电图的应用与原理..... (3)

一. 历史回顾 ..... (3)

二. 应用 ..... (3)

三. 原理 ..... (3)

第二节 运动试验的方法学..... (5)

一. 台阶试验 ..... (5)

二. 踏车试验 ..... (7)

三. 活动平板试验..... (10)

四. 导联选择和电极位置..... (14)

第三节 运动试验的结果评定与注意事项 ..... (14)

一. 终止试验的指征..... (14)

二. 注意事项..... (17)

三. 结果判定..... (18)

第四节 运动试验的适应症及禁忌症 ..... (19)

第二章 其他心功能评价方法 ..... (22)

第一节 动态心电图在心脏康复中的应用 ..... (22)

一. 方法学..... (22)

二. 应用..... (22)

三. 注意事项..... (23)

第二节 超声心动图测定 ..... (23)

一. M / B 型超声心动图测定 ..... (23)

二. 运动超声心动图测定..... (24)

三. 多普勒超声心动图和负荷超声多普勒测定..... (25)

第三节 核素心功能试验 ..... (25)

中篇 心脏康复的手段 ..... (27)

第三章 运动康复医学 ..... (27)

第一节 运动的生理作用 ..... (27)

一. 运动的心血管效应..... (27)

二. 运动对神经体液和激素的改变.....	(28)
三. 运动与脂质代谢.....	(28)
四. 运动对冠状动脉侧支循环的影响.....	(29)
第二节 运动锻炼的方式.....	(29)
一. 运动训练的类型.....	(29)
二. 有氧训练和无氧训练.....	(31)
第三节 运动强度的估测.....	(32)
一. 心率预测.....	(32)
二. 最大耗氧量.....	(33)
三. 代谢当量.....	(35)
四. 无氧阈.....	(36)
第四节 运动处方的制定.....	(38)
一. 定义.....	(38)
二. 制定程序.....	(39)
三. 运动的分期.....	(41)
四. 危险度分层及注意事项.....	(42)
第四章 心理(社会)康复.....	(44)
第一节 心理行为因素与心血管疾病.....	(44)
一. 心理行为因素与心血管疾病的发生.....	(44)
二. 心理行为因素与猝死.....	(45)
三. 社会心理因素与高血压.....	(45)
四. 社会心理变量与心血管疾病.....	(45)
五. A 型性格与心血管病.....	(46)
第二节 心理行为因素致心血管疾病的机制.....	(46)
第三节 行为治疗.....	(47)
一. 心理咨询.....	(48)
二. 生物反馈和松弛训练.....	(48)
三. 改变行为类型.....	(49)
四. 药物治疗.....	(49)
五. 运动.....	(49)
第五章 职业康复.....	(50)
第一节 重返工作的情况.....	(50)
第二节 影响复工的因素.....	(51)
一. 生理或疾病的因素.....	(51)
二. 个人因素.....	(51)
三. 社会环境因素.....	(51)
第三节 职业康复评定.....	(52)
一. 临床估价.....	(52)

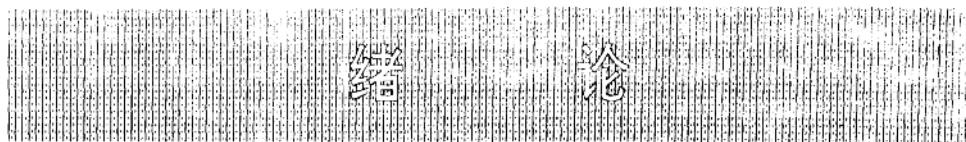
二、职业分析·····	(52)
三、运动试验·····	(54)
第四节 康复劝告·····	(54)
一、教育·····	(55)
二、运动计划·····	(55)
三、职业再训练·····	(55)
四、心脏康复和产业的相互作用·····	(55)
第六章 生活管理·····	(56)
第一节 饮食·····	(56)
一、总热量·····	(56)
二、碳水化合物·····	(56)
三、食物胆固醇和脂肪·····	(56)
四、蛋白质·····	(57)
五、纤维素·····	(57)
六、维生素·····	(57)
七、无机盐和微量元素·····	(58)
〔附〕 我国常用食物的成份含量·····	(59)
第二节 日常生活活动·····	(62)
一、居住环境·····	(62)
二、日常生活·····	(64)
三、社交活动及其他·····	(64)
第三节 吸烟·····	(65)
一、流行病学调查情况·····	(65)
二、吸烟对心脏和外周循环的影响·····	(66)
三、戒烟与冠心病·····	(67)
四、吸烟心血管的机制·····	(67)
五、被动吸烟与心血管疾病·····	(68)
第四节 饮酒·····	(69)
一、乙醇与缺血性心脏病·····	(69)
二、乙醇与高血压·····	(70)
三、饮酒与心律失常·····	(71)
第五节 性生活·····	(71)
一、正常人的性生理反应·····	(72)
二、正常人性交时的心血管反应·····	(72)
三、心血管疾病患者性活动时的心血管反应·····	(73)
四、心血管病患者的性生活情况·····	(74)
五、指导和咨询·····	(75)
第七章 宣传教育·····	(77)

第一节 概述 .....	(77)
一. 教育的意义 .....	(77)
二. 教育和家庭支持 .....	(77)
第二节 宣传教育活动对心脏病患者的作用 .....	(77)
第三节 康复教育计划 .....	(78)
第四节 教育的技术和方法 .....	(80)
一. 教育的方法 .....	(80)
二. 教育方案和设施 .....	(80)
三. 其他 .....	(80)
第八章 气功在心脏康复中的应用 .....	(81)
第一节 传统医学中气功康复的理论基础 .....	(81)
一. 概述 .....	(81)
二. 原理 .....	(81)
第二节 气功治疗心血管疾病的机制 .....	(81)
一. 气功对神经系统的影响 .....	(81)
二. 气功对血脂的影响 .....	(82)
三. 气功对血液动力学的影响 .....	(82)
第三节 气功在心血管疾病康复医疗中的作用 .....	(83)
<b>下篇 各种心血管疾病的康复及康复护理</b> .....	(84)
第九章 慢性冠心病及心绞痛的康复 .....	(84)
第一节 运动康复 .....	(84)
一. 运动方式 .....	(84)
二. 运动强度 .....	(84)
三. 运动时间 .....	(85)
四. 运动次数 .....	(85)
五. 测量与计数 .....	(85)
六. 注意事项 .....	(85)
第二节 生活管理 .....	(86)
一. 剔除易患因素 .....	(86)
二. 保持情绪稳定 .....	(86)
三. 饮食 .....	(86)
四. 其他事项 .....	(86)
五. 体育运动 .....	(86)
六. 性生活及日常活动 .....	(86)
第三节 药物治疗 .....	(86)
一. 硝酸甘油类 .....	(87)
二. $\beta$ 阻滞剂 .....	(87)
三. 钙拮抗剂 .....	(87)

四. 其他 .....	(87)
第四节 外科治疗 .....	(87)
〔附〕各种康复操及预热活动 .....	(88)
第十章 急性心肌梗塞的康复 .....	(95)
第一节 心肌梗塞的运动康复 .....	(95)
一. 历史回顾 .....	(95)
二. 运动生理学 .....	(96)
三. 运动康复的对象及注意事项 .....	(96)
四. 康复方案 .....	(97)
五. 康复程序 .....	(101)
第二节 心功能评定 .....	(107)
一. 早期运动负荷试验 .....	(107)
二. 动态心电图监测 .....	(108)
第三节 生活管理 .....	(109)
一. 家庭环境 .....	(109)
二. 饮食 .....	(110)
三. 吸烟 .....	(110)
四. 性生活 .....	(110)
五. 旅游、度假 .....	(111)
六. 社交活动 .....	(112)
第四节 AMI 的心理康复 .....	(112)
一. AMI 的心理社会因素 .....	(112)
二. 梗塞后的心理社会适应 .....	(113)
三. 梗塞后的心理反应 .....	(114)
四. AMI 的心理康复治疗 .....	(114)
第五节 AMI 的职业康复和宣传教育 .....	(116)
第十一章 心脏手术后的康复 .....	(119)
第一节 心脏手术后的康复医疗的效果 .....	(119)
第二节 康复程序 .....	(120)
第三节 术后康复的心理问题及教育 .....	(126)
第四节 职业康复 .....	(127)
第十二章 高血压病的康复 .....	(128)
第一节 运动康复训练 .....	(128)
一. 运动的降压效果 .....	(128)
二. 运动锻炼的处方 .....	(129)
三. 适应症及注意事项 .....	(129)
第二节 生活管理 .....	(130)
一. 规律的生活方式 .....	(130)



二. 饮食.....	(130)
三. 吸烟与饮酒.....	(131)
四. 运动.....	(131)
第三节 行为心理康复.....	(131)
一. 行为与高血压.....	(131)
二. 行为类型的纠治.....	(131)
第四节 药物治疗.....	(132)
一. 利尿剂.....	(132)
二. $\beta$ 阻滞剂.....	(132)
三. 钙通道阻滞剂.....	(133)
四. 血管扩张剂.....	(133)
五. 神经节阻断剂或神经末梢递质耗竭剂.....	(133)
六. 转换酶抑制剂.....	(133)
〔附〕 高血压的实用运动处方.....	(133)
第十三章 慢性心衰的康复.....	(134)
第一节 运动锻炼对慢性心衰的作用.....	(134)
第二节 心衰康复时的心功能评估.....	(135)
一. 运动试验.....	(135)
二. 心脏功能分级.....	(135)
第三节 心衰的康复治疗.....	(136)
一. 运动康复.....	(136)
二. 物理疗法.....	(136)
三. 其他.....	(136)
第十四章 心血管疾病的康复护理.....	(137)
第一节 概论.....	(137)
一. 康复护理的定义.....	(137)
二. 康复护理的特点.....	(137)
三. 康复护理的内容.....	(138)
第二节 各种心血管疾病的康复护理.....	(144)
一. 慢性冠心病的康复护理.....	(144)
二. 急性心肌梗塞的康复护理.....	(146)
三. 心脏手术的康复护理.....	(149)
四. 心血管疾病康复护理的其他问题.....	(151)
附录:中国心肌梗塞康复程序参考方案.....	(152)
参考文献.....	(164)
索引.....	(177)



康复(rehabilitation)意为使之恢复体质,香港译为“复康”,台湾译为“复健”。康复医学(rehabilitation medicine)的目的是使患者的功能复原,即针对身体疾病和损伤造成的功能障碍,使之尽可能地恢复到原来的状态,最大限度地恢复生活和劳动能力,使他(她)和其他人一样,参与社会生活,分享社会财富的快乐。1969年世界卫生组织(WHO)康复专家委员会给康复下的定义是:康复是指综合地和协调地应用医学、社会、教育和职业等措施,对患者进行培训或再训练,使其生活和工作能力达到尽可能高的水平。1981年11月在耶路撒冷召开的世界第二届心脏康复大会,从WHO的定义出发,提出了广义的心脏康复概念,即心脏康复(cardiac rehabilitation)是为了保证病人达到可能最好的体力、精神和社会状况所需要进行的各种活动的总和,目的是使病人通过自己的努力能够在社会生活中尽可能地恢复正常作用,即最大限度地恢复生活和工作能力。

过去五十余年对心脏病参加体育活动的的作用、效果的认识发生了巨大的变化。既往曾认为心绞痛及伴有其他临床症状的心脏病人不适宜参加任何体育运动,心肌梗塞病人要卧床6~8周心肌坏死才开始修复,因此对心肌梗塞绝对禁止上下楼梯、驾驶汽车等活动,认为活动可导致室壁瘤形成甚至心脏破裂。自40年代的美国学者Levien的“椅子疗法(chair treatment)”之后,打破了这些禁锢。经过这五十余年的研究和实践,阐明了体育运动疗法对心脏病患者的益处,突破了这些陈旧的观点和认识。现在,不但是冠心病、心绞痛病人可以参加象长跑、游泳、球类等具有一定强度的体育锻炼,即使是慢性心衰也可参加适当的运动锻炼。实践证明体育运动能够对心脏病病人康复带来生机和希望。1974年,Kavavagh及其同事报道一些心肌梗塞病人在精心的康复治疗之后完成了波士顿的马拉松赛跑,1986年又首例报道了心脏移植后的患者完成了全程马拉松跑,这些惊人的范例是以科学资料为依据的,预示着心脏病病人经过缜密的康复锻炼之后其心脏潜能力可以得到大大提高和发挥。经过二、三十年的发展,现在对心脏病病人的普遍观点是应鼓励其参加体育运动在内的各种活动,这样有利于其心脏功能的进一步恢复、改善。

心脏康复的含义不仅包括临床症状得到控制和改善,也包括患者生理功能的恢复、心理状态的健康和恢复或接近以往的社会工作和能力。因此,作为康复医学分支的心脏康复学,不仅包括了运动康复锻炼,还涉及到心身医学、社会医学、营养卫生学、环境医学、老年医学等领域,包括了心理社会康复和职业康复等问题。心脏康复的意义还在于有二级预防的作用,包括通过宣传教育和心理咨询等康复手段,以及劝诫戒烟、控制饮酒和改变不良习惯清除因患病而产生的心理思想负担及各种焦虑、抑郁情绪等来达到控制易患因素的目的,从而降低发病率。

卧床安静休息,可使基础代谢率降低,有利于疾病的恢复,这是疾病早期的一般处理原则。但长期卧床或静养,不仅使病人各类生理功能受到损害和影响,而且还因长期带来心肺功能的下降,引起废用性综合症(disuse syndrome),长期卧床后最显著的变化就是体力工作能力(以下简称体能)的降低。有报道,正常人卧床3周后其体能减少20~25%,且要恢复卧床前水平

又需锻炼3周。而长期卧床还会发生明显的心动过速、体位性低血压、肺底盘状肺不张、贫血、肌肉废用性萎缩、血栓和栓塞率增加。据 Hyatt、Bonner 等报道,卧床一周后循环血量可减少700~800ml,由于血容量减少,血粘稠度增加,易发生血栓栓塞;同时肌肉收缩能力下降10~15%,时间延长可发生骨质疏松,甚至关节挛缩固定。此外,长期卧床还会造成食欲减退、食量减少和肠蠕动减弱、便秘或因老年人括约肌功能不全引起的大小便失禁,造成氮质平衡破坏。由于长期卧床,还会引起老年人褥疮、患者出现心理活动衰退,甚至精神抑郁、性格改变、痴呆等精神变化。由于长期卧床造成了病人机体功能的这些严重损害和心理负担,也加重了患者的经济负担。而长期的体育锻炼可以扩张冠脉口径,改善侧支循环,增加心肌血供,同时还会减慢心率、降低动脉压、改善葡萄糖耐量、降脂减肥、减少血小板聚集和提高纤维溶解活性,体育锻炼尚可通过神经体液调节神经,增加机体和心脏对应激的负荷能力,从而减少心律失常和心脏事件的发生率。自60年代著名的心脏康复专家 Wenger 开展以急性心肌梗塞程序康复为代表的血管康复以来,经过近二、三十年的发展已逐渐形成一个完整的医学体系,被世界各地康复医学界所承认。现在普遍认为,心脏康复的开展,对于改善患者心脏功能,促进机体功能提高,增加患者的生活信心和乐趣,缩短住院时间、减少住院及治疗费用等方面有很好的作用。

我国的康复医学起步较晚,特别是心脏康复迄今仍未引起心脏专科医生及康复科医生的高度重视,这和我国逐年增高的心血管疾病发病率是很不相称的。在西方发达国家尤其是美国,这方面的研究和应用已取得了很大的进展,获得良好的社会和经济效益。在亚洲,日本、新加坡、菲律宾等也有了较广泛深入的研究。继1977年在德国汉堡成立了世界心脏康复大会之后,1986年在菲律宾马尼拉召开第三届世界心脏康复大会的同时,成立了亚太地区心脏康复学会,这无疑对我国和世界心脏康复医学起了巨大的推动作用。Burchell 在回顾1940—1982年心脏病学大事记时,把康复与锻炼作为与本专科突出的发展并驾齐驱重大进展之一。在我国,早在1981年,著名心脏病专家吴英铠教授曾拟文敦促各界对心脏康复加以重视。但自1986年河北省医院的曲镭教授在国内首次报道急性心肌梗塞的康复医疗以来,以急性心梗为代表的心脏康复的开展仍为数不多,迄今国内仅有十余个医疗单位能开展这一技术。1991年,在国内一些著名专家的关心和支持下,中国康复医学会在福州成立了心血管专业委员会并于1992年6月召开首届全国心血管康复学术会议,在1994年召开的第二届全国心血管康复学术会议上,中国康复医学会心血管专业委员会公布了《中国心肌梗塞康复程序参考方案》,从第一届到1995年的第三届会议的短短的三年多时间里,开展心梗康复的医疗单位从一两家增加到一、二十家,而且除了三、四周康复程序之外,河北省医院及福建省泉州市第一医院已在国内率先开展了两周康复程序,接近发达国家的水平。同时国内也有少数单位开展了心脏手术后的康复、心绞痛的体育疗法、经皮冠状动脉成形术(PTCA)的康复等,取得了一定的成效。虽然我国心脏康复事业起步较晚,但相信随着临床及社会各界认识的进一步加深和重视,心脏康复这门新兴的学科一定会蓬勃发展。康复,这既令医生又让病人神往的科学,必将开出绚丽的花朵。

# 第一章 运动心电图

心电图的运动负荷试验(exercise stress testing)或运动心电图试验(exercise electrocardiogram test)也称分级负荷运动试验(grade exercise test,GXT),是指一定负荷的情况下心电图改变的一种检查方法,最先用于诊断冠心病,以后逐渐在运动医学和康复医学等领域用作人体心脏功能评价。

## 第一节 运动心电图的应用和原理

### 一. 历史回顾

1929年Master发表了第一篇有关运动试验的论文,开创了运动心电图的先河。但在评定心功能时,当时仅测定血压和脉搏两项指标,在他之前的Feil等(1928)已推测慢性冠心病运动ST段下降是由于冠脉血流减少所致。1941年,Master和Jaffe第一次以运动前后心电图的改变的比较来检测冠状动脉机能不全。1941年Johnson等在Master梯级试验的基础上,在哈佛大学疲劳实验室内把它发展成“哈佛梯级试验(Harvard step test)”,该试验在体育界被广泛应用于评价运动员的体格健康情况,并在运动结束后的恢复期内,采用脉搏数作为衡量体格水平的指标。1956年以后,世界各地广泛地采用了电机驱动的活动平板或自行车功率计来作为心电图的运动负荷试验,为评价冠心病的机能和评定内外科治疗效果提供了有益的资料。近二、三十年来,GXT作为评定心脏功能而广泛地应用于康复医疗中。

### 二. 应用

在康复医疗中,GXT用于病人住院或治疗前进行体力活动的评价,用于评价心肌缺血的速度、范围及运动耐量(功能等级)的进展变化,评价剩余冠脉供血储备,评价陈旧性或早期急性心肌梗死病人的预后,进行危险度分层,检出远离梗塞区的缺血心肌,并对指导运动计划和运动处方的制定提供可靠的资料。其应用参见表1。

### 三. 原理

GXT主要有两个作用,第一是通过体力活动时的心肌的需(耗)氧量增加,判断冠脉循环是否有增加心肌供氧的能力(冠状动脉储备,coronary artery reserve),也即心电图上的

表 1 运动试验在心脏康复中的应用

- 住院过程中体力活动的评价
- 出院前评价(包括梗塞早期 1~3 周)
  - 了解左室功能
  - 运动处方
  - 估计预后(危险度判断分层)
- 梗塞后 3~6 周
  - 制定运动方案
  - 预告危险(危险度判断分层,包括检出心律失常、评价是否多支病变)
  - 药物和手术疗效
  - 确定运动锻炼时所需的程序(包括是否监测或医护人员监护)
  - 职业康复指导和评定
- 随访检查内容的一部分
  - 调整运动方案
  - 判断药物和运动治疗的疗效
  - 评定是否 PTCA 或 CABG
  - 职业康复评定
- 基础研究
  - 导管室内心脏分流、心室内压力、冠脉血流等

ST-T 是否表现缺血性改变。运动时心肌耗氧量是随收缩压、心肌收缩力和心率的增加而增加的,如果原有冠脉狭窄,当心肌耗氧量增加时则出现心肌缺血,即表现为心电图上的 ST-T 改变。运动是唯一使机体达到心肌最大耗氧量的方法,这时冠脉血流即使轻度异常也能检出,其他一些心血管异常也能在运动时发现。第二个作用是对病人运动能力的估测。假如没有贫血、肺

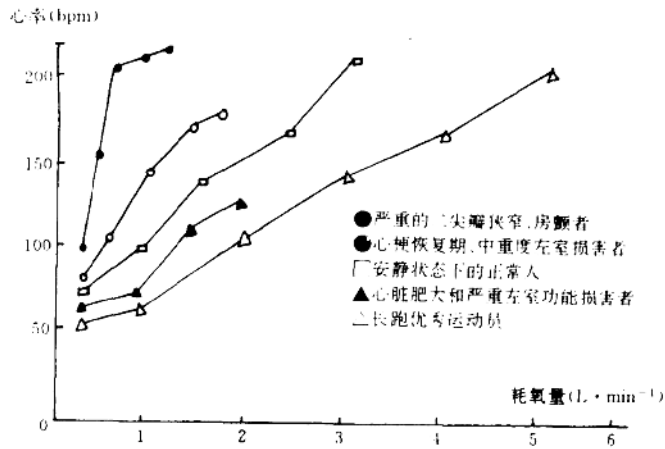


图 1 极量、次极量运动和休息时的心率

疾患、内分泌代谢疾病、周围血管及神经系统改变,运动能力只取决于心脏增加心输出量的能力。体力活动时,由于儿茶酚胺分泌增多,心率增快、血压上升、心肌内张力和心收缩力增加,导致心肌耗氧量增加,成年人极量运动时,心排出量从 5L/min 增加到 25L/min,骨骼肌血管床开放,外周血管阻力降低,平均动脉压增加,相应地引起心收缩力增强。而每搏心肌耗氧量主要取决于心肌张力和心肌收缩状态,心肌收缩性能反映为心肌张力形成的速度和缩短率,临床上实际不可能测定,而以心率和收缩压的乘积(rate-pressure product, RPP)来代表心肌耗

氧。在血压正常的个体,运动引起血压轻度升高且较稳定,而心率增加同耗氧量增加呈线性关系(见图1),心率值反映心肌耗氧,达到最大心率时即反映了最大的心肌耗氧,因此,心率可作为运动时心肌耗氧量估价及估测心脏功能的指标。

## 第二节 运动试验的方法学

### 一. 台阶试验

自 Master 发明二级梯以来,它已在全世界广泛应用。虽然近三十年来各地广泛地应用踏车功率计及电动跑台来取代,但二级梯试验在我国仍在基层医院广泛采用,因而我们有必要在介绍几种梯级试验时复习一下二级梯试验。

1. Master 二级梯试验(Master two-step test) 采用二级梯(每级 23cm)按秒表或节拍器进行负荷试验。其规定运动量按年龄、性别、体重而定(可查表而得,见表2)并采用秒表或节拍器控制运动时间和速度,运动后立即平卧,于即刻、2分钟、4分钟、6分钟描记 I、II、avL、V<sub>1</sub>、V<sub>5</sub> 导联心电图,有阳性改变者连续记录 8分钟、10分钟心电图,直至心电图恢复正常为止。

表2 简化单程二级梯测验登梯次数表

年龄 性别 次数 体重	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69
	男/女	男/女	男/女	男/女	男/女	男/女	男/女	男/女	男/女	男/女
40-44	29/28	29/28	28/27	27/26	27/24	26/23	25/22	25/21	24/21	23/20
45-49	28/27	28/26	27/25	26/24	26/23	25/22	25/22	24/21	23/20	22/19
50-54	28/26	28/26	27/25	26/24	25/23	25/22	24/21	23/20	22/19	22/18
55-59	27/25	27/25	26/24	25/23	25/22	24/21	23/20	23/19	22/18	21/18
60-64	26/24	27/24	26/23	25/22	24/21	23/20	23/19	22/19	21/18	20/17
65-69	25/23	26/23	25/22	24/21	23/20	23/19	22/19	21/18	20/17	20/16
70-74	25/21	25/22	24/21	24/20	23/19	22/19	21/18	20/17	20/16	19/16
75-79	24/21	25/20	24/20	23/19	22/19	21/18	20/17	20/16	19/16	18/15
80-84	23/20	24/19	23/19	22/18	22/18	21/17	20/16	19/16	18/15	18/14
85-89	22/19	23/18	23/18	22/17	21/17	20/16	19/16	18/15	18/14	17/13
95-99	20/17	22/16	21/16	21/16	20/15	19/15	18/14	17/13	16/13	15/12
100-104	19/16	21/15	21/15	20/15	19/14	18/14	17/13	16/13	16/12	15/11

2. 哈佛梯级试验(Harvard step test) 是一种简单的定量运动试验。受试者要求试验时在 50.8cm(女性 42cm)的台阶上每分钟上下三次,连续运动 5 分钟后,测其运动后第 2、3、5 分钟的前 30 秒脉搏,再以公式求指数(见公式 1)。

$$\text{指数} = \frac{\text{运动时间(秒)}}{3 \text{ 次 } 30 \text{ 秒脉搏之和} \times 2} \times 100 \quad (\text{公式 } 1)$$

其心功能评定查表而得(见表3)。

表3 Harvard 台阶试验的心功能评价

测得指数
<55
55-64
65-79
80-89
>90

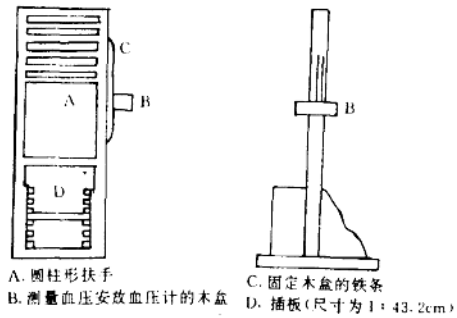


图2 分级台阶的式样

儿童、少年、老年对台阶的高度不适宜,故又有许多人提出了改良的哈佛梯级试验法,如30、35、40、45cm的台阶,且为了节省时间,利用哈佛指数表(见表3),只需在运动负荷后一分钟测一次30秒脉搏,然后根据实际完成的运动时间直接查表,不需计算即可查得指数。

3. 分级台阶试验(grade step test) Sharrock(1972)根据梯级试验的原理发明了渐进性台阶试验,并得到美国田纳西州心脏协会的承认。我国上海学者毛国英氏(1986)按这种原理设计了一种台阶与扶手形成一体的台阶,可自由搬动,并附有监测血压用的血压计升降架(见图2)使试验能够逐级增加运动强度,同时监测运动时的心电图和血压,具备有现代运动试验的特点。由于Master 二级梯的运动试验强度较低(6.8METs),故应用受限,并且因为多次旋转和无扶手,老年人使用易失衡或造成心理影响,并且对测量血压、心率、 $\dot{V}O_2$ 、观察运动时的ECG困难较大,而毛氏这种方法正可以避免上述缺点,又同自行车功率计的效果相近,故笔者认为这种心脏病人的心功能评定,确不失为一种简单、经济、易于基层医院推广的方法。

台阶试验功率的计算: 如何计算台阶试验的功率呢?梯级试验主要同体重、台阶高度、运动速度和持续时间有关,其计算公式如下:

$$\text{功率}(kg \cdot m/min) = \frac{\text{体重}(Kg) \times \text{台阶高度}(m) \times \text{上下台阶总次数}}{\text{上下台阶总时间}(min)} \quad (\text{公式2})$$

此公式仅为上台阶作的功,加下台阶的功(约为上台阶功的1/3)即为总功率。分级台阶试验的运动强度也可以查表而得(见表4)。

表4 分级台阶试验各级的运动强度

运动强度 单位	阶高(cm)										
	平地走	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
$Kg \cdot m/kg \cdot min$		1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0	
METs		2.5	3.0	3.8	4.5	5.3	6.2	6.8	7.6	8.3	9.1

\* 上下台阶18次/分,节拍器控制在72次/分。

## 二. 踏车试验(bicycle ergometer testing)

踏车试验以瑞典的 Monark 自行车功率计最常用。在欧洲,用此法测定心功能要比活动平板做得多。踏车试验是通过在自行车功率计上的骑速阻力和时间来计算出功率的。我国素有自行车王国之称,目前我国已研制出自己设计的功率自行车,且踏车试验较活动平板要经济得多,非电机驱动而病人易于自己控制,故此法在我国的应用有广阔的前景。

### 1. Åstrand法(1970)

男性从 98 W/min(相当于 600 公斤·米/分, Kg·m/min)开始骑车,女性从 49 W/min(300 Kg·m/min)开始,每隔 6 分钟增加 25 W/min(150 Kg·m/min),靶心率为 20~29 岁达 170 次/分,30~39 岁达 160 次/分,40~49 岁达 150 次/分。

### 2. Hellerstein法(1960)

从 75 W/min(450 Kg·m/min)开始,每级运动 6 分钟后休息 4 分钟,然后每级增加 25 W/min(150 Kg·m/min)直至心率达到 150 次/分。

### 3. Wingate法(1970)

这是以色列 Wingate 体育研究院运动研究室提出的全力骑车试验,共 30 秒钟,以确定最大无氧功和能力,可以用下肢完成,此法在国内外获得一定的推广和应用,方法如下:

(1)准备活动:受试者骑车 2~4 分钟,使心率达到 150~160 次/分,其中 2~3 次(每次持续 4~8 秒钟为全力蹬车。

(2)准备活动后休息 3~5 分钟。

(3)正式试验:发出口令后受试者尽力快骑,同时阻力递增,以便在 2~4 秒内达到指定负荷(下肢指定负荷:成人男 0.083~0.092;儿童和女性 0.075;上肢指定负荷:成人男 0.058~0.067,女 0.050~0.058。单位:/公斤),达到指定负荷后,开始计算圈数,并持续作 30 秒钟最大快速骑,每 5 秒钟记录骑速和心率一次。

(4)结束:放松蹬骑 2~3 分钟,需经 45~60 分钟后才能重测。

(5)结果评定:使用 Monark 功率计时,可采用下列公式计算每 5 秒钟的功率:

$$\text{功率}(W) = \text{指定负荷}(Kg) \times \text{转周} \times 11.765 \quad (\text{公式 } 3)$$

三个指标:

a. 5 秒钟最大的功(往往是第一阶段)是最大无氧功。

b. 6 次的 5 秒钟功则为平均功,表示磷酸肌酸和糖原无氧酵解时的最大能力。

c. 功量的递减率为表示疲劳速率的指数,公式如下:

$$\text{疲劳} \% \quad \text{功量递减率} = \frac{\text{最大功量} - \text{最小功量}}{\text{最大功量}} \times 100 \quad (\text{公式 } 4)$$

Wingate 试验的重复可信度为 0.95。

### 4. PWC<sub>170</sub>和 PWC<sub>120</sub>

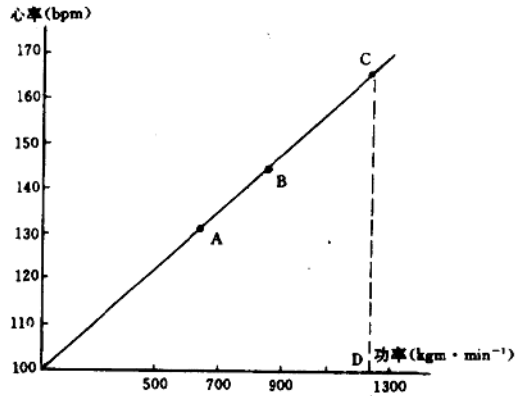
PWC 即体力工作能力(physical work capacity)的简称。PWC<sub>170</sub>表示达到 170 次/分心率时身体所作的功,为 Sjostrand 提出的运动试验法,方法简便。

采用二次负荷,每次负荷 3~5 分钟(以负荷中心率相对稳定为准,一般 3 分钟即可)两次负荷之间休息 5 分钟,第一次负荷心率在 120 次/分左右,第二次负荷功率可根据第一次负荷



后的心率来确定,以达到 170 次/分心率的负荷为宜。

PWC<sub>170</sub>的计算方法有两种,一种是直接法(也称座标法,如图 3)。假设第一次负荷时的功率为 500Kg · m/min, HR 为 130bs/min,分别标于坐标上,相交于 A 点;再将第二次负荷前所作的功和心率分别标出,相交于 B 点,连接 AB 连线并延长之,使之在心率 170 次/分一水平线同 AB 延长线交于 C 点,通过 C 点垂直线于横轴的 D 点即为 PWC<sub>170</sub>时所作的功。第二种方法为间接法(Капишман 提出的卡普曼公式):



$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \left( \frac{170 - P_1}{P_1 - P_2} \right)$$

(公式 5)

图 3 PWC 的座标计算法

$W_1$  为第一次负荷功率(Kg · m/min),  $W_2$

为第二次的负荷功率,  $P_1, P_2$  分别为第一、二次负荷的心率(beats/min)。此法亦简便。

由于心脏病人难于达到这一 170 次/分的心率极限,许多学者又提出 PWC<sub>150</sub>、PWC<sub>120</sub>,属低能量(次极量,功率负荷从男 15W/min,女 10W/min 始,递增男 15W/min,女 10W/min 直至达到 85%HRmax,踏车频率控制在 50~60rpm),二者也可较准确估计病人的心脏功能。

5. Jones 法(1985)

Jones 等报告 100 例正常人采用自行车功率计,每分递增 100kpm(16.1W),回归方程为:

$$W_{max} = 20.4 \times \text{身高}(cm) - 8.74 \times \text{年龄}(\text{岁}) - 288(\text{男}0, \text{女}1) - 1.909(kpm/min)$$

(公式 6)

$$VO_{2max}(L/min) = 0.046(cm) - 0.021(\text{年龄}) - 0.62(\text{男}0, \text{女}1) - 4.31$$

(公式 7)

$$HR_{max}(beats/min) = 202 - 0.72(\text{年龄})$$

(公式 8)

$$VO_2/HR_{max}(ml/beat) = 0.28(cm) - 3.3(\text{男}0, \text{女}1) - 26.7$$

(公式 9)

6. 陈宝元法(1987)

国内陈宝元于 1987 年测定了 104 例正常值的功率自行车运动,每隔 2 分钟增加 25W,其计算方程为:

$$VO_{2max}(L/min) = 0.025(cm) + 0.473(\text{男}1, \text{女}0) - 0.018(\text{年龄}) - 1.36$$

(公式 10)

$$HR_{max}(beats/min) = 223 - 1.028(\text{年龄})$$

(公式 11)

$$VO_2/HR_{max}(ml/beat) = 0.148(cm) + 1.979(\text{男}1, \text{女}0) - 12.458$$

(公式 12)

7. 张韵龙法(1989)

1989 年,国内张韵龙氏选用功率自行车,每隔 3 分钟增加 25W,共测定 127 例正常人,回归方程为:

$$VO_{2submax}(ml/Kg \cdot min) = 34.91 - 0.173(y) + 3.26(\text{男}1, \text{女}0) - 0.231(Kg) + 1.06(T)$$

(公式 13)

8. 赵连云法(1989)