



高等医学院校教材

供预防医学及相关专业使用

JUNDUI

主编 舒为群 钟 敏 朱俊东

WEISHENGXUE SHIYAN JIAOCHENG

军队卫生学 实验教程



第四军医大学出版社

军队卫生学

实验教程

主 编 舒为群 钟 敏 朱俊东

编 者 (以姓氏笔画为序)

许 川	许红霞	邱志群
陈济安	陈纯海	张广斌
张彦文	张建江	张乾勇
张 磊	罗教华	胡 冉
赵 清	曹 波	曾 惠
裴莉萍		

第四军医大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

军队卫生学实验教程/舒为群,钟敏,朱俊东主编. —西安:第四军医大学出版社,2006.2

ISBN 7-81086-243-X

I. 军… II. ①舒… ②钟… ③朱… III. 军队卫生学-实验-教材
IV. R821-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 007319 号

军队卫生学实验教程

主 编 舒为群 钟 敏 朱俊东

责任编辑 土丽艳 王 枫

出版发行 第四军医大学出版社

地 址 西安市长乐西路 17 号(邮编:710032)

电 话 029-84776765

传 真 029-84776764

网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>

印 刷 蓝田立新印务有限公司

版 次 2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 15.25

字 数 230 千字

书 号 ISBN 7-81086-243-X/R·186

定 价 28.00 元

(版权所有 盗版必究)

前 言

为适应新时期军队卫生学科的发展,满足军队医学院校教学的需求,第三军医大学军事预防医学院组织教学骨干在总结实验教学改革与实践经验的基础上,编写了这本《军队卫生学实验教程》。

本教程以理论与实践相结合为指导原则,根据当前军队卫生工作的实际需要,针对开展多年的众多实验内容,吸纳我国及我军劳动卫生学、环境卫生学以及营养与食品卫生学的新理论、新技术、新标准等进展,精心编写而成。内容安排注重了实用性、代表性和系统性,突出了军事特色。

全书共3篇54个实验,包括军队劳动卫生学实验、军队环境卫生学实验及军队营养与食品卫生学实验3部分的内容,供军队医学院校预防、临床、检验等专业学员使用或参考。书中涉及的各种卫生标准均采用最新国家标准,所有公式、单位、符号等均按照新的国际或国家规范表述。

本书在编写过程中得到第三军医大学训练部机关及军事预防医学院曹佳院长、刘勇副院长的大力支持,林海、许红霞两位老师为本书的编写做了大量协调工作。在此一并致谢!

由于编写水平有限,不妥之处在所难免,诚挚欢迎教师和学员批评指正。

编 者

2006年2月

目 录

上篇 军队劳动卫生学实验

实验 1	军人身体形态发育指标测量与评价	(2)
实验 2	军人体能测量方法与评价标准	(8)
实验 3	神经行为与心理素质测量	(14)
实验 4	环境热强度评价与高温作业生理反应检查	(23)
实验 5	冷习服程度评价方法与标准	(27)
实验 6	噪声测量及听力测定	(29)
实验 7	振动测量评价与振动作业者体检	(35)
实验 8	微波测量与评价	(41)
实验 9	高功率微波致伤效应观察	(46)
实验 10	激光眼损伤效应观察	(49)
实验 11	作业场所空气中化学推进剂的测定	(52)
实验 12	空气中氮氧化物的测定	(59)
实验 13	粉尘浓度分散度测定	(62)

中篇 军队环境卫生学实验

实验 1	环境样品的采集方法	(70)
实验 2	大气二氧化硫测定	(80)
实验 3	室内空气中甲醛测定	(85)
实验 4	水中化学耗氧量 (COD) 的测定	(88)
实验 5	水中亚硝酸盐氮的测定	(91)
实验 6	饮用水中汞的测定	(93)
实验 7	饮用水中细菌总数的检测	(96)
实验 8	饮用水中总大肠菌群的检测	(99)
实验 9	氢化物 - 原子荧光分析法测定全血中铅	(105)
实验 10	气相色谱法测定乳中滴滴涕残留量	(108)
实验 11	野外水源卫生侦察	(112)
实验 12	野外水质改善系统实验	(122)
【附录 1】	《室内空气质量标准》(GB / T 18883 - 2002)	(126)
【附录 2】	《生活饮用水水质卫生规范》(卫生部, 2001 年实施)	(128)

【附录 3】	《军队战时饮用水卫生标准》(GJB 651 - 89)	(135)
--------	-----------------------------	-------

下篇 军队营养与食品卫生学实验

实验 1	食品中水分的测定	(138)
实验 2	食品中灰分的测定	(142)
实验 3	微量凯氏定氮法测定食品中蛋白质	(144)
实验 4	食品中脂肪的测定	(147)
实验 5	直接滴定法测定食品中还原糖	(150)
实验 6	酸水解法测定食品中的淀粉	(153)
实验 7	高效液相色谱法测定食品中的维生素 A 和维生素 E	(155)
实验 8	食品中硫胺素(维生素 B ₁)的测定	(159)
实验 9	食品中抗坏血酸的测定	(163)
实验 10	EDTA 滴定法测定食品中的钙	(167)
实验 11	食品中总磷的测定	(169)
实验 12	食品中铁、锌的测定	(171)
实验 13	氢化物原子荧光光谱法测定食品中的硒	(173)
实验 14	膳食调查	(176)
实验 15	人体营养水平鉴定	(180)
实验 16	体格检查、营养不足或缺乏的临床检查及分析	(182)
实验 17	营养调查结果的综合评价与资料分析	(186)
实验 18	营养状况评价的实验室检查	(189)
实验 19	食谱编制及营养软件的应用	(199)
实验 20	食品微生物检验	(205)
实验 21	食品微生物快速检测(纸片法)	(215)
实验 22	动物性食品中挥发性盐基氮的测定	(218)
实验 23	油脂过氧化值的测定	(220)
实验 24	油脂酸价和酸度的测定	(222)
实验 25	食品中有机磷农药残留量的测定	(225)
实验 26	食品中合成色素的测定	(227)
实验 27	白酒中甲醇和杂醇油的测定	(230)
实验 28	食品中亚硝酸盐含量的测定	(234)
实验 29	常见化学性食物中毒物质的快速检验	(236)
参考文献		(238)

上 篇

军队劳动卫生学实验

实验 1 军人身体形态发育指标测量与评价

目的

1. 了解军人身体形态发育评价常用指标；
2. 掌握指标的测量与评价方法。

学时 4 学时。

内容 身体形态发育测量包括：①长度指标（身高、坐高、上下肢长等）；②围度与重量指标（体重、胸围、腰围、臀围等）；③宽度指标（肩宽等）；④体型指标（身高体重指数、身高胸围指数、维尔维克指数等）；⑤身体成分（皮下脂肪厚度、体脂含量、去脂体重等）；⑥骨龄及性发育指标。

一、测量仪器

1. 身高坐高计
2. 带游标的直钢尺、带尺
3. 杠杆式体重称
4. 钳式皮脂厚度计
5. 测径规

二、测量方法

（一）身体长度指标

1. 身高 颅骨顶点至地面的垂距。身高主要反映骨骼发育情况，是人体生长发育的重要指标之一。使用身高计或身高坐高计测量。测量时，男性被测者穿短裤赤脚，女性穿短裤和背心或短袖衫，赤脚，立正姿势站在身高坐高计的底板上，上肢自然下垂，足跟并拢，足尖分成 60° 角，要求足跟、骶骨部及两肩胛间与支柱相接触。两眼平视前方，保持耳屏上缘与眼眶呈一水平线。躯干自然挺直，头颈正直，但不靠支柱。测试人员站在受试者右侧面，将水平压板下滑轻压受试者头顶。测试人员两眼与水平压板呈水平进行读数，测试误差不得超过 0.5cm 。

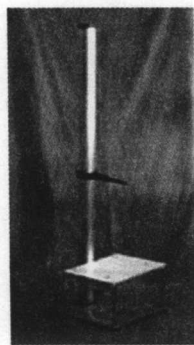


图 1-1-1 身高坐高计

在基层部队，如无标准的身高计，可用简便的金属或变化小的卷尺测量与地

面垂直的墙壁，并标明刻度，全长 2m，与标准尺的误差不得大于 0.5cm。测量时让被试者的身体紧贴墙壁站立，但头颈保持正直，不得靠墙壁，测试者用一三角板，一边贴于墙上，自然下滑轻压于头顶部，然后读数。

注意：人体的身高在一日中有约 1~2cm 的变化，早晨较高，下午较低。测量身高最好固定在一天的一个时间，以早晨测量较为准确。

2. 坐高 坐姿时颅骨顶点至座位平面的垂距。坐高一般表示躯干的长度（近似值，因躯干长是从胸骨上端到耻骨联合点的距离），与身高相比可以反映躯干和下肢的比例。使用身高坐高计测量。测量时，让被测者坐于身高坐高计的坐板上，使骶骨部和两肩胛间紧靠支柱，躯干自然挺直，头部正直，两眼平视前方，上肢自然下垂，两腿并拢。测试人员站在受试者的右侧面，将水平压板轻轻下滑压住头顶点。测试人员两眼与水平压板呈水平读数。误差不得超过 0.5cm。注意头发蓬松者要轻轻压实。

3. 上肢长 上肢自然下垂，肩峰外侧缘中点至中指指尖的直线距离。上肢长包括上臂长、前臂长和手长。使用带有游标的直钢尺测量。测量时被测者两脚分开与肩同宽，自然站立，臂伸直自然下垂，五指并拢下垂，手指伸直，不要斜肩，并使前臂、掌、指成一条直线，测试人员站在被测者右侧后方，尺的固定齿端对准肩峰外侧缘中点后，移动尺的游标，使其抵触中指点。记录读数，其误差应小于 0.5cm。

4. 下肢长 股骨最高点大转子至地面的垂直距离。使用带有游标的直钢尺测量。测量时令受试者赤脚呈立正姿势站立，测量大转子上缘至地面的距离。这个高度应再加 2.3cm。

5. 小腿加足高 小腿变曲与大腿骨呈 60°角，胫骨内侧踝上缘至搁足面的垂距。使用带有游标的直钢尺测量。受试者站立，体重落在左脚上，右脚抬起，屈膝将脚踩于凳上，全脚掌贴于凳面，小腿于凳面垂直。测试人员面对被测者，游标钢尺与小腿胫骨纵轴平行，尺的固定齿端触凳面，移动钢尺游标，使其对准胫骨内侧踝上缘。量胫骨内侧踝上缘至凳面的距离。注意小腿要严格与凳面垂直，钢尺要与小腿胫骨平行。测量误差不得大于 0.5cm。

图 1-1-2 游标直钢尺

(二) 重量和围度指标

1. 体重 人裸体重量。体重是反映人体营养状况和骨骼、肌肉发育程度以及脂肪含量的重要指标，也是人体围、宽、厚度发育状况的整体指标。使用杠杆式体重计（0~120 kg）测量。使用前先进行零点校正，误差不超过 0.1%。受试者空腹、穿短裤、女军人穿背心或短袖汗衫，赤脚轻轻踏上秤台，自然站立在台中央，身体直立。测量误差不得超过 0.1kg。

注意：人的体重在一日内早晨最轻，午饭后最重，晚睡前开始下降。体重测量最好在早晨空腹进行。

2. 胸围 肩胛下角下缘至乳头上缘的水平围长。胸围是人体宽度和厚度最有代表性的测量值，是生长发育的重要指标之一，且在一定程度上反映呼吸器官的发育情况。使用带尺进行测量。测量时要求受试者自然站立，两腿分开与肩同宽，两肩放松，两上肢自然下垂，不要挺胸、驼背或深吸气。测试时将带尺上缘绕过背部肩胛骨下角下缘至胸前，带尺经乳头上缘至胸部中央，对于女军人，卷尺经过第四胸肋关节处，测平静状态胸围，在呼气末开始读数。误差应小于 0.5cm。此外，还可以分别测量深吸气末和深呼气末的胸围，计算胸围差（或称呼吸差），用以评价肺功能。注意测量胸围差时，躯干部应与测平静胸围一样，不要挺胸和弯背。

3. 上臂紧张和放松围 上臂二头肌最大限度收缩（紧张）和放松时的围长。它是反映上臂肌肉发达程度和营养状况的重要指标。用带尺测量。测量时，令受试者自然站立，两腿分开与肩同宽，右上臂向斜前方（约 45°角）平举；掌心向上握拳，用力屈肘。测试人员面对受试者，将带尺绕肱二头肌最粗处量上臂紧张围，带尺位置不变，令受试者上肢保持不动，将前臂伸直，手指放松，量上臂放松围。上臂松紧围差 = 紧张围 - 放松围。测量误差应小于 0.5cm。

4. 大腿围 大腿臀肌皱纹下经腿间水平绕至前面的围长。用带尺测量。测量时，令受试者自然站立，两腿分开与肩同宽。测试人员站在受试者右侧，带尺由右腿臀肌皱纹下经腿间水平绕至大腿前面，量其围度并读数。测量误差应小于 0.5cm。

5. 腰围 腰围是经过脐点的水平围度。它可以反映腰腹部皮下脂肪沉积和肌肉发育状况。用带尺测量。测量时，令被测者自然站立，目视前方。测量者将卷尺置于脐点，以水平位绕腰一周，在被测者呼气末、吸气末开始时读数。测量误差不得超过 1.0cm。注意被测者勿用力挺胸或缩腹，要保持自然呼吸状态。

6. 臀围 臀围是臀部向后最突出部位的水平围度。它可以反映骨骼、肌肉和皮下脂肪的发育情况。用带尺测量。测量时，令被测者自然站立，臀部放松，目视前方。测量者将卷尺置于臀部向后最突出部位，以水平位绕臀一周测量。测量误差不超过 1.0cm。

（三）宽度指标

1. 肩宽 左右肩峰点之间的直线距离。它是反映躯干上部骨骼和肌肉发育程度的横径指标，也是反映人体型特征的指标之一。用测径规测量。测量时，令被测者自然站立，两肩放松。测试人员站在被测者背面，先用两手指沿肩胛骨向外摸到肩峰外侧缘中点，用测径规量肩峰间的距离。测试误差不得超过 0.5cm。测量时受试者不要斜肩。

2. 骨盆宽 两髂嵴外缘最远点之间的直线距离。它是反映躯干下部骨盆及其周围肌肉发育程度的横径指标，也是反映体型特征的指标之一。用测径规测量。

测量时,令被测者站立姿势,测试人员用食指摸到髂嵴外缘(骨盆最宽处),用测径规量两髂嵴外缘点间的距离。测试误差不得超过0.5cm。注意测量时受试者身体重量要均匀落在两脚上,避免骨盆倾斜。

(四) 体型测量

体型是身体各部位大小比例的形态特征,又称身体类型。常用身体指数表示。身体指数是指用一定数学公式将两项或两项以上测量指标联系起来,计算成某种指数,表示人体各部位之间的比例和相互关系,用以评价身体发育水平、匀称度(体型)和营养状况。具体计算方法如下:

比体重 = 体重(kg) / 身高(cm) × 100

比胸围 = 胸围(cm) / 身高(cm) × 100

维尔维克指数 = [体重(kg) + 胸围(cm)] / 身高(cm) × 100

(五) 皮褶厚度与体脂含量

1. 皮褶厚度 皮肤和皮下组织褶起的厚度。皮褶厚度的测量采用皮脂厚度计测量。

(1) 仪器的校正

1) 调整零点:使用前须将圆盘内指针调整到圆盘刻度表上的“0”位。

2) 校正压力:指针调至“0”位后,须将皮脂厚度计两个接点间的压力调节到国际规定的10g/mm²的范围。

3) 校正方法:左手持皮脂厚度计呈水平位置,在皮脂厚度计的下方测试臂顶端的小孔上挂200g重量的砝码。再将皮脂厚度计下方弓形臂的根部与该臂顶端的接点呈一水平线,此时观察圆盘内指针偏离情况。如指针处在15~25mm范围内,说明两接点压力符合10g/mm²要求,无须调节旋钮。如果指针处于25mm以上,说明接点压力不足,须通过向左侧方向转动旋钮增加压力,直至指针调至15~25mm范围内为止。反之,则调节旋钮向右侧方向转动减少压力调至指针在规定范围内(15~25mm)。指针有±5mm的差异不会影响测量结果。

(2) 测定部位

1) 三头肌部:上臂后面,三头肌表面,测量肩峰与鹰嘴之连线中点处,与臂长轴平行的皮褶厚度(以mm表示)。

2) 肩胛下部:肩胛下角的内下方,与躯干成45°角的皮褶厚度。

(3) 测量方法:右手持测量器手柄,紧握手柄打开钳口,左手拇、食指捏起测量器部位的皮褶(皮肤及皮下部分),两指相距3cm。皮褶较厚处可适当放宽。为确定褶起部分确实是两层皮肤并在其下有脂肪,此时将手放开,留下自然的张力线。如果重复则可得到确切的厚度,也可捏起皮褶后向上提两下(以免将肌肉提



图 1-1-3 皮脂厚度计

起)。

右手把打开的钳头放在左手捏点稍下方(约1cm),但注意卡钳不能接近皮褶底部,也不要接近顶部,左手捏皮压力要保持恒定,然后右手放松两柄,并在两秒钟内读数。测量时应采用重复测试的办法,两次误差在5%以内,取其平均值。

2. 体脂含量 人体脂肪的百分含量。

(1) 体脂含量的计算

$$F\% = 0.91137 S1 + 0.17871 S2 + 0.15381 S3 - 3.60146$$

式中 F: 体脂含量 (%); S1: 三头肌皮褶厚度 (mm); S2: 肩胛角下皮褶厚度 (mm); S3: 髂部皮褶厚度 (mm)。

(2) 人体总脂肪的计算: 人体总脂肪量 = 体重 × 体脂%

(3) 去脂体重的计算: 去脂体重 = 体重 - 总脂肪量

附: 士兵身体形态发育评价标准

附表 1 战士身体发育基础测量值 (cm) (GJB1102 - 1991)

测量项目	$\bar{x} \pm s$	百 分 位 数						
		1	5	10	50	90	95	99
长 度								
身 高	168.7 ± 4.7	159.3	161.5	163.0	168.4	175.0	177.0	180.3
上肢长	72.2 ± 3.2	64.3	67.0	68.0	72.0	76.0	77.4	80.0
下肢长	86.8 ± 4.2	77.8	80.5	81.8	86.6	92.2	93.9	97.3
坐 高	90.6 ± 3.4	81.0	84.0	86.5	91.0	95.0	96.0	98.0
小腿加足高	43.8 ± 2.4	38.4	40.0	40.9	43.6	47.0	48.1	49.6
宽度和围度								
体 重(kg)	58.9 ± 5.2	48.5	51.0	52.5	58.5	66.0	68.0	72.5
胸 围	84.9 ± 3.9	76.0	79.0	80.0	85.0	90.0	91.0	94.0
胸围差	5.6 ± 2.1	1.2	2.0	3.0	5.5	8.3	9.0	11.0
肩 宽	38.0 ± 2.4	32.0	34.0	34.9	38.0	41.0	42.0	43.0
骨盆宽	26.6 ± 2.0	22.0	23.3	24.0	26.6	29.0	29.9	31.5
上臂紧张围	29.2 ± 1.8	25.0	26.0	27.0	29.0	31.5	32.4	33.5
上臂放松围	26.0 ± 1.6	22.2	23.5	24.0	26.0	28.0	29.0	30.0
上臂松紧围差	3.2 ± 0.9	1.0	2.0	2.0	3.0	4.5	5.0	5.5
大腿围	49.0 ± 2.9	42.0	44.5	45.4	49.0	53.0	54.0	56.0
体脂含量								
三头肌皮褶厚度(mm)	8.0 ± 2.7	3.5	4.0	5.0	8.0	12.0	13.0	15.0
肩胛下皮褶厚度(mm)	9.8 ± 2.5	5.0	6.0	7.0	10.0	13.0	14.0	15.0
体脂含量(%)	12.7 ± 2.2	8.9	9.6	10.1	12.3	15.5	16.5	18.4
身体指数								
比体重	34.9 ± 2.8	29.4	30.6	31.5	34.7	38.6	39.7	42.1
比胸围	50.3 ± 2.5	44.7	46.4	47.2	50.3	53.5	54.3	56.5
维尔维克指数	85.3 ± 4.6	74.6	78.0	79.4	85.1	91.3	92.9	96.9

附表2 战士身高发育状况评价标准
(GJB 1102 - 1991)

评价等级	身高(cm)
优 秀	176 ~ 180
良 好	172 ~ 175
中 等	166 ~ 171
较 差	162 ~ 165
差	158 ~ 161

附表3 身体发育匀称程度评价标准
(GJB 1102 - 1991)

体型匀称度	维尔维克指数
体型粗壮	88 ~ 92
体型匀称	82 ~ 87
体型细长	78 ~ 81

附表4 身体发育综合评价
(GJB 1102 - 1991)

评价等级	条 件
优 秀	身高优秀,体型粗壮或匀称
良 好	1. 身高良好,体型粗壮或匀称 2. 身高中等,体型粗壮 3. 身高优秀,体型细长
中 等	1. 身高中等,体型匀称 2. 身高较差,体型粗壮或匀称 3. 身高良好,体型细长
较 差	1. 身高差,体型粗状或匀称 2. 身高较差,体型细长 3. 身高中等,体型细长
差	身高差,体型细长

实验2 军人体能测量方法与评价标准

目的

1. 熟悉体能测量与结果评价的常用方法;
2. 掌握踏阶法测量 PWC_{170} 与结果评价;
3. 掌握下蹲法测心功能指数的方法与结果评价。

学时 4 学时。

内容 军人体能评价包括生理功能评价和身体素质及运动能力评价。生理功能评价主要包括体能和心肺功能, 主要指标有: 最大摄氧量 $VO_{2\max}$ 、 PWC_{170} 、台阶指数、心功能指数和肌力等。 $VO_{2\max}$ 和 PWC_{170} 用于评价有氧耐力和体力劳动能力; 台阶指数和心功能指数与人的 $VO_{2\max}$ 、 PWC_{170} 和耐力项目运动成绩高度相关, 既是心脏功能评价指标, 又可用于体力耐力的评价; 背肌力主要用于肌力的评价。身体素质及运动能力评价指标包括 100m 跑、3km 跑、立定跳远、立定手榴弹掷远、引体向上、俯卧撑、仰卧起坐、柔韧度及灵敏度等。本实验主要介绍生理功能评价指标测定方法与评价标准。

一、最大摄氧量

最大摄氧量指机体在递增负荷强度至力竭的运动中, 当心肺功能发挥到最大水平时的氧耗量, 又称氧上限。本实验采用军人亚极量踏阶运动, 间接测定最大摄氧量 (GJB 1337-1992)。

(一) 原理

在达到极量运动之前的整个过程, 心率和氧耗量均随运动强度的递增呈线性增加且心率与氧耗量呈正的线性相关。

(二) 器材

0.4m 高踏阶, 节拍器, 遥测心率计, 体重计。

(三) 方法

1. 称量体重

2. 踏阶 用节拍器控制, 以 22.5 次/min 速度踏阶 5min, 运动心率用遥测心率计测定, 记录踏阶运动停止前 30s 的运动心率。在无条件时, 可用触摸桡动脉法测定心率。一般测定运动停止即刻的 10 次心跳时间(s), 按下式换算成每分钟的心率, 再按表 1-2-1 换算成运动心率。

$$\text{心率}(\times/\text{min}) = 60 \div (t/10)$$

t 为 10 次心跳时间(s)。

运动后立即心率与运动心率换算详见表 1-2-1。计算最大摄氧量 VO_2max 按下式回归方式计算。

$$\text{VO}_2\text{max} (\text{L/min}) = 10^{(0.438 \cdot 621 - 0.002 \cdot 626\text{HR} + 0.006 \cdot 238\text{BW})}$$

式中：HR：运动心率(次/min)；
BW：受试者体重(kg)。

VO_2max 评价有氧能力通常用“ $\text{ml}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ ”表示，上式再除以体重(kg)乘以 1000，即换算成“ $\text{ml}/\text{kg} \cdot \text{min}$ ”。

表 1-2-1 运动后立即心率和运动心率换算表

运动心率(次/min)	立即心(脉)率(次/min)
128	120
133	125
137	130
141	135
146	140
150	145
155	150
159	155
163	160
168	165
172	170
176	175
181	180

(四) 最大摄氧量评价

最大摄氧量是反映受试者心肺功能高低以及耐力强弱的一个重要指标。因此，最大摄氧量的数值越大，表明受试者的心肺功能越强、耐力素质越高。心肺功能是人体最主要的素质，是体力活动的基础之一。经常从事有氧运动的人，可以保持较强的心肺功能。

最大摄氧量可用直接法和间接法测定，负荷方式可采用功率自行车(图 1-2-1)负荷或踏阶负荷，后者更便于

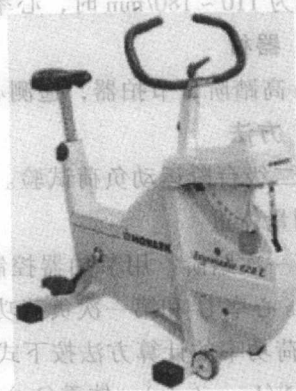


图 1-2-1 MONARK 828E 型电脑功率自行车

在部队应用。

直接测量法又称极量运动负荷法，它要求受测者完成递增负荷运动至力竭，并连续测定运动中的氧耗量，直到氧耗量不再随负荷量的增加而增加，呼吸商达1.15，运动心率达到同年龄组的最大心率值。该方法比较准确，但有一定危险性，且需特殊仪器设备，不适用于部队大人群的调查和测定。

间接估计法是用亚极量运动的心率和氧耗量或受试者的体重进行估计。本实验中采用的是间接估算法。测量结果可按 GJB 1377 - 1992 (表 1 - 2 - 2) 进行评价。

(五) 实验注意事项

- 1. 心脏功能不好或病后恢复期不宜；实验前不得进行任何剧烈活动。
- 2. 实验时必须按照节拍器的节律上、下台阶，上、下台阶时双膝要伸直，腰要挺直；踏阶时要全脚掌上踏阶，上下踏阶频率一致。
- 3. 准确计数心（脉）率。

表 1 - 2 - 2 VO₂max 评价标准 (CJB 1377 - 1992)

评价等级	VO ₂ max [ml / (kg · min)]
优 秀	> 53
良 好	50 ~ 53
中 等	44 ~ 49
较 差	40 ~ 43
差	< 40

二、PWC₁₇₀ 机能试验

PWC₁₇₀ (physical work capacity at heart rate of 170 beats per minute) 指心率为 170/min 时的体力工作能力。是一种定量负荷试验。

(一) 原理

心率为 110 ~ 180/min 时，心率变化与体力做功能力呈直线正相关。

(二) 器材

0.4m 高踏阶，节拍器，遥测心率计，体重秤。

(三) 方法

采用二级台阶运动负荷试验。

1. 测量体重

2. 第一次踏阶 用节拍器控制，以 22.5/min 踏速踏阶，时间 5min。记录运动停止前 30s 心率 f₁ 和第一次负荷功率 N₁。运动心率的测定方法与最大摄氧量试验相同，负荷功率的计算方法按下式。

功率 N(kg·m/min) = 体重(kg) × 阶高(m) × 上下台阶速度(次/min) × 4/3

3. 休息 5min, 使身体恢复到安静状态

4. 第二次踏阶 用节拍器控制,以 30 次/min 踏速踏阶,踏阶 5min。同上方法记录运动停止前 30s 心率 f2 和第二次负荷功率 N2。

5. 计算 PWC₁₇₀ PWC₁₇₀按下式计算:

$$PWC_{170}(\text{kg}\cdot\text{m}/\text{min}) = N1 + (N2 - N1)(170 - f1)/(f2 - f1)$$

式中:

N1、N2:两次踏阶运动负荷试验的功率,以“(kg·m/min)”表示;

f1、f2:两次踏阶运动负荷试验的运动心率,以“×/min”表示。

(四)评价

PWC₁₇₀与 VO₂max、最大脉搏量呈正相关,与心肌耗氧量呈负相关,它反映了人体的循环呼吸功能,常作为评价劳动能力的一项客观指标。军人 PWC₁₇₀可按表 1-2-3 标准评价。

(五)实验注意事项

- 1. 踏阶方式正确,速度以节拍器控制,脉率计数准确。
- 2. 踏阶速度根据受试者年龄、性别、体质来选择,以使负荷做功后第一次的心率在 110/min 左右,第二次在 180/min 左右为佳。

表 1-2-3 PWC₁₇₀ 评价标准 (GJB 1337-1992)

评价等级	PWC ₁₇₀ (kg·m/min)
优 秀	> 1 300
良 好	1 151 ~ 1 300
中 等	876 ~ 1 150
较 差	770 ~ 875
差	< 770

三、台阶指数测定

台阶指数系根据台阶运动负荷试验的恢复心率和运动时间计算而得的指数,是评价心肺功能主要指标之一。因其与人的耐力运动成绩高度相关,也常用来评价耐力和体力劳动动力。

(一) 器材

0.4m 高踏阶, 节拍器, 遥测心率计。

(二) 方法

采用台阶运动负荷试验。

1. 踏阶 用节拍器控制,以 30 次/min 速度踏阶 5min,运动后受试者站立台阶前,测试人员测量恢复期第 1~1.5、2~2.5、4~4.5min 的每半分钟恢复心率。

2. 计算 按下式计算台阶指数:

$$\text{台阶指数} = \frac{\text{运动时间}(s)}{2(1 \sim 1.5 + 2 \sim 2.5 + 4 \sim 4.5\text{min 的半分钟心率})} \times 100$$