



运动生理学 实验法

人民体育出版社

运动生理学实验法

L.E.莫尔豪斯 著

胡晓初 乔志源 译

尹吟青 校

人民体育出版社

运动生理学实验法
LAURENCE E. MOREHOUSE 著
石井喜八·宫下充正 监译
杏林书院出版

Laboratory manual
for Physiology of exercise
LAURENCE E. MOREHOUSE, Ph.D.
Professor and Director of the Human Performance Laboratory, Department of Physical Education, University of California, Los Angeles, Calif.
THE C.V. MOSBY COMPANY
saint Louis 1972

人民体育出版社出版
妙峰山印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本8 $\frac{12}{32}$ 印张 160千字

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷
印数 1—4,000册

统一书号：7015·2430 定价：2.00 元

责任编辑：骆勤方

前 言

《运动生理学实验法》一书，是叙述关于人体由运动而产生生理反应的测定方法。它直接引用学生在运动生理学实验课时测定的素材编写而成。除本书里所介绍的各个实验内容外，还可参考另外两本教科书。一本是Morehouse和Miller合著的《运动的生理学》，第6版（1971年Mosby社发行），另一本由Åstrand和Rodahl合著的《劳动生理学》（1970年，McGrawHill社发行）。

本书概括地说明了关于运动生理实验室内研究所必备的特殊仪器，以及安全、科学使用这些仪器的方法和步骤。同时，还在各章里讲解了定义、方法的界限、仪器的校正和使用、实验顺序及计算法。另外，书中还涉及到提高研究技能、复习、检查作业、实验例及实验用纸等内容。在各章的末尾，还介绍了运动生理学实验方法的基础文献目录。

L. E. 莫尔豪斯

目 录

第一章 序 言	1
一、运动生理学研究的特点.....	1
二、方法.....	2
第二章 室内实验的准备工作	3
一、学生实验课的组织和管理.....	3
二、受试者在实验室内进行运动负荷实验.....	15
三、独创性的研究.....	16
《复习、检查作业》.....	17
第三章 肌肉的功能	20
一、术语.....	20
二、公式.....	20
三、肌力测定法.....	22
四、肌力测定报告的检查项目表.....	25
五、肌肉硬度计.....	25
六、肌肉工作测定.....	29
《复习、检查作业》.....	31
〔实验例〕.....	31
第四章 肌电图	34
一、术语.....	34
二、材料及必备器具.....	35
三、步骤.....	36
四、遥测仪引导法.....	39
《复习、检查作业》.....	40
〔表面电极和积分肌电图引导法的实验例〕.....	40

第五章 关节的活动性	43
一、坐位伸臂法.....	43
二、重力测角法.....	44
三、电测角法.....	45
《复习、检查作业》.....	47
〔实验例〕.....	47
第六章 动作的记述	49
一、术语.....	50
二、反应时间测定器.....	51
三、电影分析法.....	51
四、动作测定的定量化系统.....	52
五、与动作有关的术语.....	52
六、动作习惯的特征.....	61
七、叩打实验.....	62
八、闪光频率融合 (FFF)	63
《复习、检查作业》.....	63
〔实验例〕.....	64
第七章 运动时心电图 (ECG或EKG)记录法	66
一、心电图波形.....	69
二、准备实验的步骤.....	71
三、运动中的实验步骤.....	73
四、恢复期的实验步骤.....	74
五、说明和报告.....	75
《复习、检查作业》.....	76
〔实验例〕.....	76
第八章 运动中的心率	82
一、公式.....	83

二、定义.....	83
三、实验仪器.....	83
四、实验步骤.....	85
五、活动时心电图的记录法 (DCG).....	90
六、心动计数器.....	91
《复习、检查作业》.....	93
〔实验例〕.....	93
第九章 动脉血压	99
一、术语.....	100
二、测定器材.....	100
三、测定步骤.....	101
四、血压反应的意义.....	105
五、海曼指数 (Hyman index).....	106
六、直立姿势的耐久力.....	107
七、冷水升压试验.....	108
《复习、检查作业》.....	108
〔实验例〕.....	108
第十章 呼吸机能检查法	113
一、呼吸机能测定法.....	114
二、术语.....	115
三、测定仪器.....	117
四、气体容量的标准化.....	118
五、公式和步骤.....	122
《复习、检查作业》.....	128
〔实验例〕.....	129
第十一章 呼吸气体分析	133
一、实验仪器.....	133

二、步骤	135
《复习、检查作业》	141
第十二章 呼吸气体交换	142
一、用附设有闭锁回路式记录器的气量计测定耗氧量	142
二、定义	144
三、公式和计算	144
四、用开放回路式气量计测定耗氧量	144
五、每公斤体重的耗氧量	147
《复习、检查作业》	153
〔实验例〕	154
第十三章 血液中的乳酸和丙酮酸	159
一、乳酸的测定和分析	160
二、丙酮酸的测定和分析（弗里德曼等的改良法）	166
三、乳酸总量	168
《复习、检查作业》	168
第十四章 运动负荷测定法	171
一、定义和公式	173
二、自行车测功计	174
三、自动心率控制（Morehouse—Collins式自动心率控制仪）	179
四、固定跑台	183
五、升降台阶（上下台阶）	187
六、测功计的负荷方法	195
《复习、检查作业》	200
〔实验例〕	202

第十五章 能量消耗	207
一、术语和公式	208
二、对工作强度进行分类的代谢当量 (MET)	210
三、工业劳动的代谢管理	212
四、手工作业时生理负荷的心率	213
五、用于测定能量代谢的食物-体重法	216
六、关于工作的记录	216
《复习、检查作业》	218
〔实验例〕	219
第十六章 效率	222
一、定义和公式	222
二、机械效率 (E)	223
三、生理效率	224
四、呼吸效率	226
五、心脏循环效率	228
《复习、检查作业》	229
〔实验例〕	230
第十七章 有氧工作能力	232
一、最大值的决定标准	232
二、定义、次元 (即几元几次方程式)、变数之间的关系	233
三、测定有氧能力的直接法	235
四、从次最大强度运动试验推算 $\dot{V}O_2 \max$ 的间接法	238
《复习、检查作业》	243
〔实验例〕	244
第十八章 无氧工作能力	254

一、有氧能力和糖元酵解能力的比较	255
二、界限	255
三、方法 (Margaria)	255
《复习、检查作业》	257
〔实验例〕	257
译后记	259

第一章

序 言

一、运动生理学研究的特点

本书所介绍的是进行运动生理学的实验方法。这些方法一直被用来解决与健康、体力劳动及体育运动等有关的一些问题。例如，(1)用运动负荷实验，能够早期发现并预防由于疾病和肌肉力量减弱等原因所致的生理机能变化的某些征候。(2)提高每个人的运动成绩，以及使本人体力增强到最佳状态，是由运动形式、运动强度、时间和密度等因素所决定的。(3)通过对生理学的工作量分析以及测定劳动中的疲劳情况，不仅可以决定职业的选择、劳动和休息的组配，而且能够使动作简易化、能量节省化，从而提高机体的工作效率。(4)为了运动时发挥出最大能力，从生理学角度考虑身体训练计划的制订及调整，以及如何使运动员不失兴致地（保持兴致勃勃）对每日训练取得最佳效果的安全管理等。

对于这些实际问题，有志者必然要做进一步研究，这就需要 在研究室内进行实验，以弄清定量运动负荷的生理学机制。这样，便产生了各种实际而有趣的问题，譬如，(1)为什么参加体育运动能够增强肌肉力量？(2)为什么体育运动能促进骨化过程？(3)参加体育运动使血量及血细胞发生变化的机制是什么？(4)为了预防心脏疾患，经常进行轻度体育运动为什么比进行激烈运动要好？若是你在研究室内进

行了实验，那么你就可以对上述许多有意义的问题获得正确答案。当然，这里的关键在于实验方法。须知，最初发现正确方法时的喜悦心情，并不亚于问题得到最终解决之时。

二、方法

目前，关于运动生理学研究的手段和方法，尚没有完全统一的标准，成立下述各组织，就是为了研究和促进对某些标准做出统一的规定。

★国际生物事业计划的身体适应专门组织，体力小委员会。

★国际体力测定标准委员会(ICSPFT)。

★世界卫生组织(WHO)。

本书例举的实验方法内容，并不是面面俱到地论及整个仪器系统，而只说明各种仪器中一些典型的部件。实验仪器是重要的，而操作方法的说明同样重要，说明中，必须指明使用步骤、校正、整理、零件的替换、修理方法等。购买新仪器的人们，一般都希望制作单位制造出来的仪器附有使用说明书。

由于运动生理学实验所使用的仪器种类繁多，操作方法各异，以及生理学反应在一定程度上会受这些实验用具操作特点的某些限制，所以，本书亦较详细地介绍了使用仪器及其操作特点和实验记录，这也是很重要的。

第二章

室内实验的准备工作

实验室内经常使用的运动器材和体育用品应以便于使用和操作为原则。实验时，应采取有趣味的运动负荷方式，避免枯燥。还应特别注意仪器装置的准确性。

在实验过程中，有时偶尔也会发生意外事故，甚至死亡。不过，如果用一定的规章制度进行管理，在室内进行实验还是比较安全的。另外，要想认真研究一些问题，也必须在有秩序的环境里进行实验。

一、学生实验课的组织和管理

对于经常使用的仪器设备来讲，一般的组织形式如下：

(一) 实验室

实验室内按小组分别配置仪器和器械，大约十人为一小组进行实验。各小组按照每个实验计划的基本步骤，在规定的地方使用仪器和器械，实验时间的长短(1小时或数小时)，均应按照实验计划进行。

各小组由教员和实验助手进行指导。在进行比较简单的实验时，可由经过充分训练的学生来指导。

各小组进行的实验相同时，指导者要按照教课书及讲义先加以讲述，指明有关的实验装置情况，以及该装置的使用方法，应尽量结合实验中可能出现的实际问题来讲解。实验过程中，指导者还须边讲授边从旁具体指导。学生应严格按照实验步骤进行操作，并及时记录实验条件和有关数据。实验

后，各小组要进行数据分析，还需要把每个学生的简短报告书和各小组的结论，归纳为全班的报告书。

小组进行完一个实验后，需移到另一处进行实验时，仍应按上述实验的要求进行。

(二) 让学生们分担的职务

进行分组实验时，指定小组的各个成员分担下述一个以上的职务：

1. 实验小组的负责人(组长)：负责主持整个实验。决定并说明研究的课题和方法。检查全部实验装置和记录用纸的准备情况。监督实验，经常察看进行情况。按照应用生理学杂志和生物学杂志上发表的论文那样，来比较和分析研究实验资料，并以论文形式书写，做为本组的报告书。

2. 副组长：执行实验室规则。保证实验仪器齐备，负责借出和归还。在组长指导下，为受试者准备必要的说明书和其它资料。配合各实验人员与外界有关单位联系。制定出日程表，决定实验日期和时间。完成实验后，负责原始材料的统计学处理工作。

3. 记录员：收集原始数据并制成数据表。保存实验记录图表，汇总各实验课题中取得的数据和资料。

4. 时间管理员：计划实验时间。记录完成各个实验步骤所需要的时间。

5. 身体测量员：负责测量受试者有关的身体形态学指标(身高、体重等)。将受试者的有关资料(性别、年龄等)和既往史(病史、运动史等)采用适当的方式进行汇总。

6. 气象员：测定实验室内的气象状态。掌握对受试者产生影响的室温等条件。将样本气体量换算为标准状态(0℃，一个大气压，空气干燥状态)或体温、大气压、水蒸

气饱和状态。

7. 技术员：实验前调整并校正将要使用的仪器，并担任某些仪器的操作任务(如测功计等)。应定时报告实验装置的状况和仪表情况。

8. 化学分析员：进行采集样本指标的准备工作中。

格式1 计划、报告的要点

组长：

共同实验者：

日期：

研究题目：

研究内容：

文献(作者、题目、杂志名、卷、期、页、年)：

研究方法：

受试者(特征、人数)：

方法：

仪器：

观察法、记录法、算法：

测定过程(划分阶段)：

结果：

资料数据：

分 析：

讨 论：

摘 要：

负责人：

采集并分析样本，并将结果整理为小结性的报告。

9.安全监督员：检查并处理可能发生意外事故的因素（如易燃品、易爆品、毒品、仪器设备的隐患等）。准备好急救用品和器械，安排万一发生事故后的必要应急处置，并组织进行复苏等操作的训练。当非常事件发生后，应密切观察受试者的情况，指挥救助活动，并及时向实验负责人汇报。

10.摄影员：实验前做好照相和录像的准备工作（如照相机、摄影机、灯光、反射镜、屏幕、梯子等器材）。实验中负责拍照和录像，然后将其剪裁并配好解说词，制成电影脚本。同时，还必须向负责人提交有关的录像或照相的记录。

11.统计员：选择好补充、修正和分析资料用的公式，准备好电子计算机用的记录纸。若需对实验数据进行统计学处理时，应汇总好图解和表格，并将统计结果向负责人报告。

12.受试者：首先应理解实验的内容，以便很好地配合。此外，亦应了解实验中可能出现的危险。挑选受试者时，应以能够适应实验并没有任何疾病的症状为基本条件。实验过程中，受试者应穿运动服（女子戴乳罩）和胶底运动鞋。服从负责人的指挥，并应根据记录员的要求，报告自己在受试过程中的自我感觉。

（三）实验室的仪器设备必须安全可靠

指导者应对学生讲明运动生理学实验室的一般规则、实验方法及安全装置的使用方法等事项，防患于未然，以便稳妥地进行实验并取得预期的效果。还必须注意充分发挥每个学生的主观能动性，使他们通过实验能有所提高。

〔实验室规则〕

1.实验室是用来取得研究资料的场所，而不是进行娱

乐性运动、治病和体育训练的地方。所以，在一般情况下，不得在实验室内进行娱乐、治疗及训练。只有当这些内容是整个研究计划的一部分时，才可作为例外。

2. 受试者必须经过必要的体格检查，合格后才能参加实验。

3. 在需要进行极限运动负荷或次极限运动负荷的所有实验合同书中，一定要注明必要的医疗条件保证，以防意外。

4. 需要进行极限运动负荷或次极限运动负荷的受试者，在实验之前必须持有医院的诊断书，证明其可以参加这类实验后，方可进行正式实验。

5. 必须有2名以上精通复苏技术的人员对受试者在运动负荷过程中直至恢复到15分钟时的健康状态进行医务监督。

6. 在实验者身边应备有专用记录纸，以便随时记录实验中负荷量的变化和受试者的反应。

7. 只有实验研究人员才可操作实验仪器，在仪器未装配及校正，或实验研究人员未发出指示之前，受试者不得开始运动。

8. 根据运动负荷实验所得到的资料，必须由精通专业的人员参加分析。即使参与了实验，也不得告知被试者。

9. 在运动负荷实验中，参观者不许刺激或干扰受试者。如果对受试者施加额外刺激，就会使实验结果的分析复杂化，并使预想的实验失败。

10. 实验室的所有仪器和设备，一般在室内使用，用完后应归还原处，不得随意携出室外。

急救处置