

电生理学补充讲义之二



肌电图手册

佳木斯医学院

前 言

我组曾于1972年与物理、临床心电室有关教师共同编写了《心电学基础》（电生理学第一部份）。一度为讲授正常与病理心电学提供了补充教材。

近十几年来，随着电生理学在临床诊断中的广泛应用，国外在神经肌电图（简称肌电图）方面进展较快，以肌电图变化为指标为某些神经系统、肌肉系统的疾病提供了可靠的辅助诊断。国内近几年来，肌电图在临床上也有所应用，特别以肌电为指标在探讨针麻原理研究中作了许多工作。但至今未见到国内公开发行的肌电图专著。为了在电生理领域特别是肌电图方面赶上和超过世界先进水平，为了适应教学、科研和临床电诊断的需要，为借鉴国外这方面的动态，我组张桂芳、张井祥、王秀国等人首先翻译了美国芝加哥西北大学医学院Hyman L. Cohen M.D.等人所著的《神经肌电图手册》，以后将陆续纳入第一手资料。编写我们自己的肌电图手册，而本补充讲义以译文为主。

原著者将电生理学和临床肌电图学有机的结合在一起，既援引了大量临床病例，又扼要精辟，通俗易懂地论述了肌电图的有关理论及容易出现的假象。但由于我们从事肌电工作尚少，体会很肤浅，外语水平有限，错误与不当之处，诚恳的请读者批评指正。

本译文由山东医学院生理教研室岳文浩同志全面校阅。此外山东中医学院高显信和我院徐达山等同志都给予了大力支援和帮助，本书插图均系我院宋毓书同志绘制，译者值此一并深表谢意。

生 理 教 研 室

1979. 1 月

目

录

第一章	绪论	1
第二章	设备概述	3
第三章	神经传导的研究	9
第一节	术语的定义	9
第二节	运动神经传导的研究	18
	传导速度的研究	18
	潜伏时的研究	23
第三节	感觉神经传导的研究	27
	顺行法	27
	逆行法	29
第四节	H—反射 (H—reflex)	20
第五节	神经肌肉的疲劳性	32
第六节	人为假象和错误的原因	35
第七节	正常值	39
第八节	病理情况	40
第九节	神经传导速度研究的步骤摘要	41
第四章	针电极研究——肌电图	45
第一节	肌肉的检查	47
第二节	正常运动单位电位	48
	正常运动单位电位的参考	48
第三节	异常电位	54
	束颤电位	60

	纤颤电位·····	62
第四节	运动单位范围和同步性研究·····	63
第五节	人工假象和错误的原因·····	65
第六节	正常值·····	66
第七节	病理情况·····	66
第八节	肌电图描记的操作步骤小结·····	67
第九节	磁带录音机的用途·····	70
第十节	磁带录音机使用方法小结·····	72
第五章	电诊断 ·····	74
第一节	检查技术·····	74
第二节	正常和异常参考·····	79
第三节	假象和错误来源·····	87
第四节	指标的说明·····	88
第六章	病例报告的说明 ·····	91
病例一、	神经系统疾病：肌萎缩侧索硬化症·····	92
病例二、	神经系统疾病：腓骨肌萎缩症·····	99
病例三、	神经系统疾病：周围神经疾病·····	108
病例四、	神经系统疾病：神经痛性肌萎缩·····	114
病例五、	神经系统疾病：腕管综合症·····	124
病例六、	神经系统疾病：腕管综合症·····	130
病例七、	神经系统疾病：多发性肌炎（皮肌炎）·····	135
病例八、	肌病：进行性肌营养不良·····	142
病例九、	肌强直性肌营养不良·····	148
病例十、	神经肌接头：重症肌无力·····	154
病例十一、	神经肌接头：重症肌无力·····	159
病例十二、	神经肌电图测定实例·····	164

第一章 绪 论

肌电图的论文、专著和应用技术虽已广泛地应用于神经生理学，可是作者们仍然感觉到缺乏一本适合于大学生、住院医师和专业人员实际应用的手册。为了满足这个需要，现将我们实验室的工作程序编入这本手册。我们实验室拟定的工作顺序是：神经传导速度（NCV）测定，肌电图描记（EMG或针电极的研究），和电诊断（EDX，如强度—时间曲线测定，时值测定等）。我们将NCV、EMG和EDX三者总称为神经肌电图（ENM）。我们希望，这本手册将对神经科、矫形科、理疗科、内科、普通外科和精神病科 的各医生都会有所帮助。

本书的第三、四、五章分别介绍了三种诊断技术。每一章内都顺序地介绍这一诊断方法的仪器、设备，术语和参数，操作方法，伪迹和错误的来源，正常指标和异常指标，最后是操作步骤小结。本书自始至终都用图来说明仪器的操作使用。为了让检查人员能结合临床病史和神经检查进行全面诊断，在第六章附有各种典型病例的病史，检查和图解。

神经肌电图实验室可根据不同病情，有所侧重地应用某一种诊断方法。例如：一个周围神经病变的患者，测定NCV是最主要的诊断方法，而肌电图则可起辅助性诊断作用；一个脊髓空洞症的患者，肌电图可能给予最好的情报，而其他

方法将是辅助性的；一个周围神经损伤恢复期的患者，虽然肌电图和NCV的测定也可以给予帮助，但是电诊断将对判断恢复过程最有帮助。

神经肌电图在实验诊断上至少发挥三种作用：

- 1、它能提供可靠的、合理的、充分的研究数据。
- 2、它能定量地研究病变部位、分布、性质和病变的程度。
- 3、它能用各种形式报告它的发现，这些发现对于分析病因是有帮助的，并能对科学研究和教学有所帮助。

了解这些技术的先决条件是充分掌握神经和肌肉的生理知识，生物电的基本概念将对那些不深知这门科学的人会有所裨益。在本手册内，只讨论有关神经肌电图学中重要章节的一部分，主要是讨论为临床最常应用的一部分。

检查人员应当向被检查的患者提出合理的要求，这些要求对于确定合理的检查是很重要的。例如询问患者病史，进行客观检查，特别是进行神经系统的检查。甚至，有时检查者还要向患者要求，检查其特殊的神经和肌肉。当检查特殊的神经和肌肉时，检查者应考虑尽量少暴露被检查处，同时也不应妨碍下一步的检查。当患者的病史和客观检查不一致时，神经肌电图将证明它比一般的神经系统检查方法要优越些。正如大多数研究者认为的那样，越勤奋工作，便越能获得优秀的成绩。

第二章 设备概述

神经肌电图描记技术，需使用许多设备。这些设备可以划分为三类，其中包括：（1）神经传导速度测定部分；（2）肌电图描记和针电极部分；和（3）电诊断测量部分。图2—1是将各种设备互相配合成为总体的神经肌电图描记的实验室的全貌。

临床检查使用一般市场出售的神经肌电仪是方便的。这本手册所叙述的研究和实验就是利用TECA肌电仪和TECA电诊断仪取得的。虽然，各种仪器使用方法不同，但这本手册论述的一般原理对所有仪器是普遍实用的。因为通过适当接地线，可以排除外来的干扰，所以现代化的仪器并不需要放在屏蔽室内。为了便于操作，患者可以坐位或躺在活动的车或床上，通常采用后者。

研究神经传导速度的设备包括一个电子刺激器（带有阴极输出器），这个刺激器能输出单个的或连续的单相性方波脉冲，脉冲宽度从0.1至1.0msec，电压强度是可以变化的，最大可达到250V。在需要的时候，还可改变刺激电极的极性。设备包括一个前级放大器（信号放大）和一个阴极射线示波器（显示信号）。设备还包括一个标准信号电位，可把一个已知电压显示在萤光屏上，以便对输入信号比较；和一个准确的、可靠的时间标志。一个辅助示波器，用它来显示延迟的反应是方便的（Hughes 记忆示波器和其它型号的

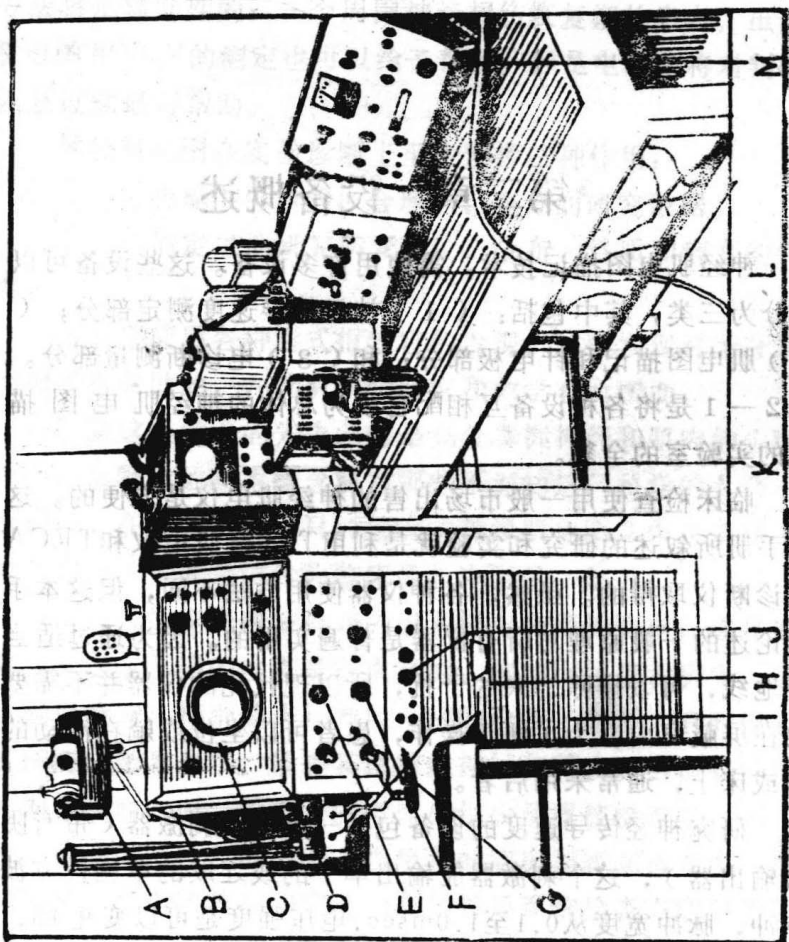


图 2—1 神经肌电图描记的实验室全貌

A、极性照相机 B、肌电仪部分 C、示波管 D、肌电仪 I 和 II 管的输入活臂架 E、肌电仪前级放大管 I F、肌电仪前级放大管 II G、神经传导速度的刺激器 H、录音带 I、肌电仪的扬声器 j、神经传导调节钮 K、辅助示波器（荧光长余辉示波管） L、35mm连续照相机 M、电诊断仪

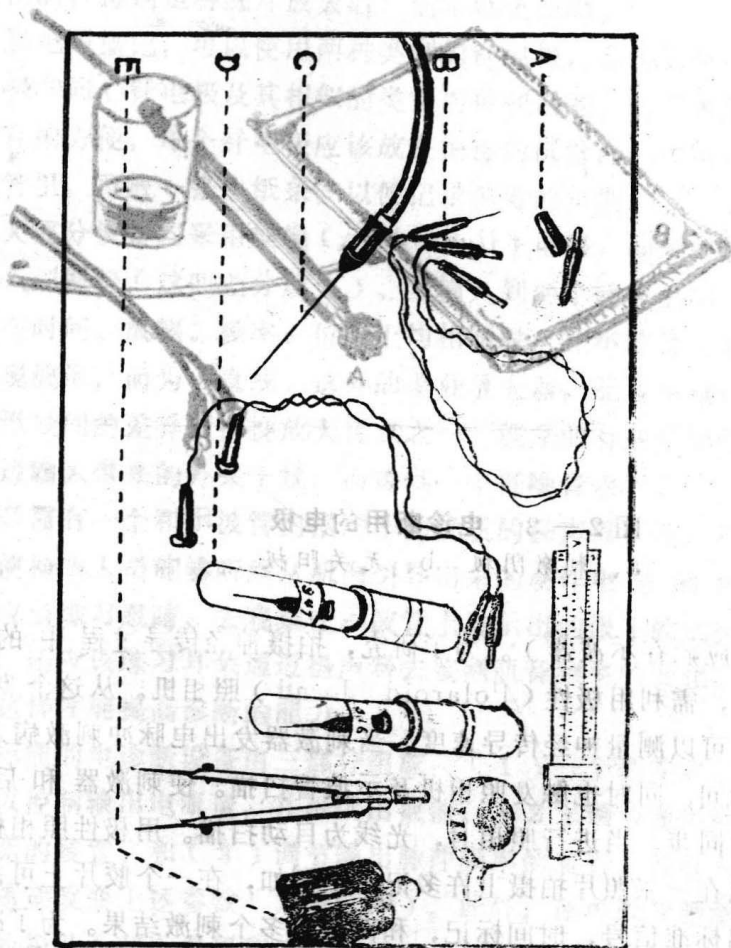


图 2—2 神经肌电图用的电极和辅助设备

- A、单极针电极 D、在试管上有贮存标签的
 B、同心针电极 灭菌的针电极
 C、为了研究运动单位范围的同心针电极
 E、接地电极

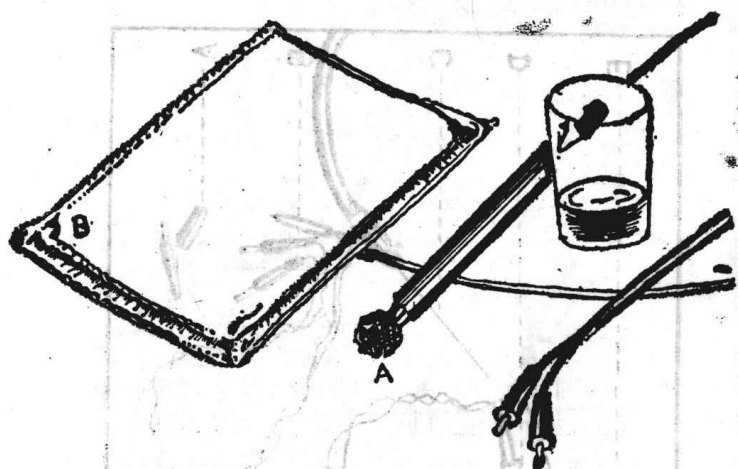


图 2—3 电诊断用的电极

a、刺激阴极 b、无关阳极

反应贮存示波器)。为了研究,拍摄神经传导过程中的反应,需利用极性(Polaroid Land)照相机。从这个照片上可以测量神经传导速度。当刺激器发出电脉冲刺激病人的瞬间,同时也触发照相机及示波管扫描。使刺激器和后二者同步。当进行照相时,光线为自动扫描。用极性照相机可以在一张照片拍摄上许多记录,例如,在一个胶片上可以拍出标准信号,时间标记,和两个或多个刺激结果。为了准确的测量,应使光线集中成焦点,这一点是很重要的。测量传导速度时,应备有两脚规和计算尺。

设备一个35mm的连续照像机(motion picture Camera)作为辅助设备。底片经过显影、放大后 方能测量,就这一点来说,这个技术是不方便的。因为,在底片没

有显影之前，是不可能写出诊断的。但是，无论如何它还是比较快的，特别是将底片放大后，测量就更准确。

肌电图描记，可以使用两种类型的针电极，市售的单极针电极和同心针电极及其相似的类型均可利用的。为了灭菌和贮存的方便，每个针电极应该放在消毒的试管内。在每一个试管里，可放一张小纸条，以便记录消毒的日期。

大部分设备均采用推挽（push—pull）电路，即采用双边输入到栅极（这叫差分放大）。当输入到两个栅极上的讯号，在时间、波幅、频率、位相上均相同时，在示波管上便不出现波形，而为一直线。这样的差分放大器，能显示双边输入讯号间的差异。推挽放大优点之一，就是能有效地排除经双边输入带来的外来干扰，而提供一个低噪音水平。

必需有一个和示波管扫描同步的优质的扬声器系统。扬声器使检查人员能够听到从肌肉引导出来的动作电位的声音。应当练习眼睛，去观察在示波管上显示出的微小的电压变化，还应该练习耳朵通过扬声器去鉴别肌音频率的变化，只有这样才能提高诊断的能力。

标准的电诊断设备由三部分组成：（1）一个毫安表，它可以控制输出电流量，并可读出数值。（2）调节输出脉冲波宽的装置。和（3）调节输出脉冲频率的装置。检查人员能随意改变上述参数（方波脉冲）。此外，还可改变刺激电极的极性（刺激电极和无关电极）。刺激电极板可能有各种形式和各种大小，但通常由布包绕的球型电极组成。球型直径约1 cm。无关电极通常是用布包绕着的金属电极板，其面积是几吋。两个电极在盐水中充分浸泡后，即可置于被检查人的皮肤上。导电胶是必需的，在检查的时候，应

注意电极不要干燥。

使用仪器之前，应首先要熟悉仪器说明书，绝大部分的电子仪器都是很贵重的，为了保证它的寿命，应该小心地使用它。

第三章 神经传导的研究

第一节 术语的定义

神经传导机能的研究，应包括以下各项：（1）周围神经肌肉系统的兴奋性；（2）神经传导的时间（感觉的和运动的）；（3）神经传导速度（感觉和运动的）；（4）刺激神经诱发的动作电位的波幅；（5）诱发动作电位的时程和（6）周围神经肌肉系统对重复刺激反应的疲劳性。

传导速度是指单位时间内冲动沿着神经传导的距离，以米/秒来表示。当冲动传导到神经分支的末梢时，传导速度减慢。这样，神经传导速度沿着神经的全长不是不变的。而且，通过神经肌接头时，传导速度被进一步延搁（化学传递）并且在肌肉收缩之前，冲动还要沿肌膜扩散约0.5msec。为了获得神经冲动传导速度的正确评价，仍在神经的近侧端和终止端两个点进行电刺激。这样，便可排除末梢减缓和神经肌接头传递延搁对传导速度测定的影响。两个刺激点可以得到两个特殊反应。刺激两点间的距离被神经冲动通过这段距离所需用的时间来除。后一时间是从刺激近侧端的潜伏时减去刺激远侧端的潜伏时（潜伏时是从刺激伪迹开始到每个动作电位起点为止的时间）得到的。潜伏时（latency time）或叫传导时间（Conduction time）。当只能找到一个刺激点的时候，刺激点和在肌肉上的引导点两者之间的

距离被神经冲动通过这段距离所需用的时间来除，被称为潜伏速率 (latency rate)，它不能叫做传导速度。

检查前，应向患者说明检查过程，并避免用“电刺激”和“电痉挛疗法”的术语，以免与被检查者某些用电后悔的体验联系在一起。应该着重说明：电诊断只是检查而不是治疗，同时要说明在检查时，要有极短暂的脉冲电流作为“诱饵”来诱发各类型的神经使它们产生反应，从而判断它们的机能状态。在某些情况下，例如，在检查水肿肢体的时候，为了更正确的测量动作电位，必须用针电极代替表面电极。在这样的病例，必须说明插入一个细针，不会带来多大痛苦。应该告诉患者，检查时，常需要肌肉随意活动，此外，如果患者在检查时感到有特别疼痛的区域时，应当告诉检查人员。常规应用针电极来研究神经传导速度时会造成附加的不愉快，另外还必需有灭菌设备。应指出，潜伏时如量错1.0msec，则便会造成传导速度值10米/秒的差异。最近用表面电极测得的数值绝大部分在正常范围，说明这种方法可以防止这个误差。

在检查前，用含有少量酒精的2吋方海绵将刺激点和记录电极的附近的皮肤彻底消毒，并除去皮肤上的脂肪和外来的污物。这样可使电极和皮肤更好地接触，以减少皮肤阻抗。电极放置皮肤之前，应将所有电极——刺激电极、记录电极、接地电极均用导电胶涂沫，以保证电极和皮肤很好接触。记录电极放在肌腹上接近运动终板群的位置。如果这个电极放的位置不适当，即放在离开肌腹的地方，则动作电位的外形便会发生改变，并且会影响测定的准确性。无关电极应放在被实验肌的肌腹末端3—4cm处，而不是放在肌腹

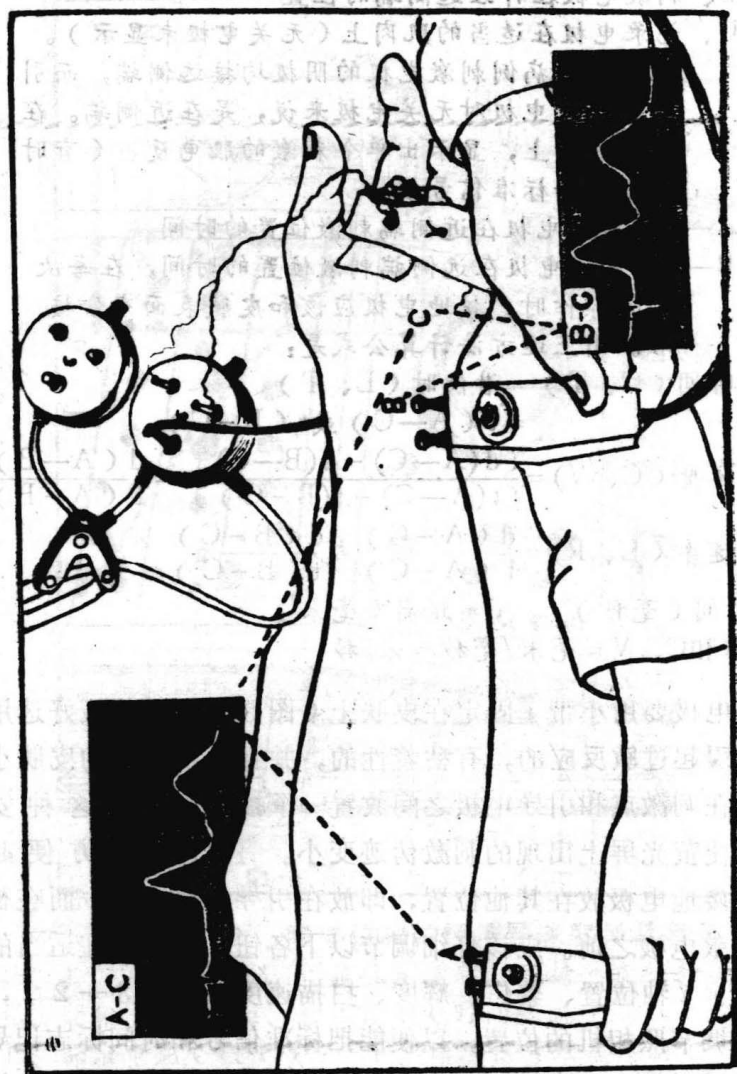


图 3—1 关于传导速度研究的刺激电极和记录电极的位置
A、刺激电极在神经近侧端的位置

B、刺激电极在神经远侧端的位置

C、记录电极在适当的肌肉上(无关电极未显示)。

在所有的病例刺激电极的阴极均接近侧端,而引导的记录电极对无关电极来说,是在近侧端。在极性胶片上,显示出单个刺激的肌电反应(有时间标记和标准信号)。

A—C、记录电极在近侧端刺激位置的时间

B—C、记录电极在远侧端刺激位置的时间,在每次实际操作时,接地电极应该和皮肤表面充分接触。用上述方法计算公式是:

$$\text{传导时间 (C, T)} = \text{潜伏时 (L, T)} \\ = t(A-C) \text{ 或 } t(B-C)$$

$$\text{传导速度 (C, V)} = \frac{[d(A-C) - d(B-C)]}{[t(A-C) - t(B-C)]} = \frac{d(A-B)}{t(A-B)}$$

$$\text{潜伏速率 (L, R)} = \frac{d(A-C)}{t(A-C)} \text{ 或 } \frac{d(B-C)}{t(B-C)}$$

t = 时间 (毫秒) d = 距离 (毫米)

L、R 和 C、V = 毫米/毫秒 = 米/秒

上。电极要用小带子固定在皮肤上(图 3—1), 最好选用不能引起过敏反应的, 有粘着性的, 并且是半透明的皮肤小带。在刺激点和引导电极之间放置一个接地电极。这种安排可使萤光屏上出现的刺激伪迹变小。有时, 为了方便起见, 接地电极放在其他位置, 即放在引导电极之后, 而在神经刺激电极之前。应该仔细调节以下各钮, 使它们在适当的位置: Y轴位置、聚焦、辉度、扫描速度等(图 3—2), 同时调节照相机的位置, 以便能把标准信号和时间标志记号均能同时拍上。应该打上标准信号, 以便核对动作电位电压的大小。在实验过程中, 应连续打上标准信号, 以观察有无

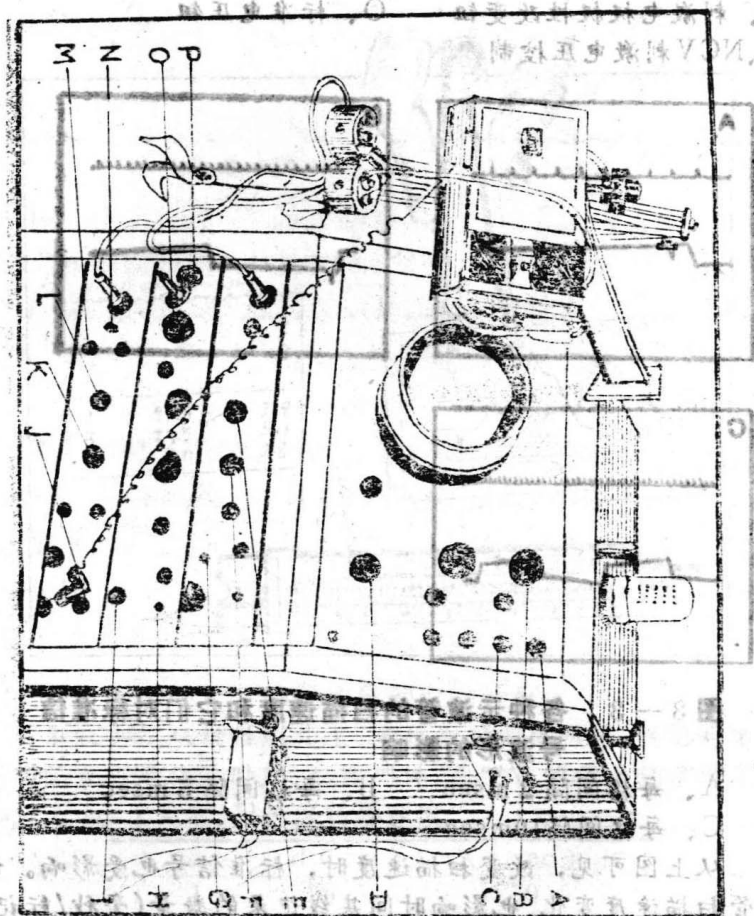


图 3—2 肌电仪和神经传导速度测量装置

- | | |
|------------|------------------|
| A、辉度控制 | B、Y轴位置控制（保持垂直状态） |
| C、聚焦控制 | d、扫描控制（时间标志） |
| E、标准电压（微伏） | F、标准信号增益控制 |
| G、60周滤波器开关 | H、频率控制 |
| I、扬声器开关 | J、照相机开关 |
| K、频率控制（刺激） | L、时程控制（毫秒） |
| M、刺激开关控制 | |