

全国理疗医师进修讲义

电诊断与肌电图学

汪 荫 棠



进修班教学办公室

电诊断与肌电图学

目 录

第一章 概 论	1
第一节 起源与发展史	1
第二节 内容与应用范围	3
第三节 研究方法	5
第四节 与其它学科的关系	6
第二章 神经肌肉解剖生理学	8
第一节 运动单位解剖学	8
第二节 运动单位的数量和力量	15
第三节 有关的基础知识	16
一、神经肌肉的生物电	16
(一) 膜电位与生物电现象的膜理论	16
(二) 动作电位	21
二、神经肌肉的兴奋过程	23
(一) 标志兴奋性的有关术语	26
(二) 刺激引起兴奋的必备条件	27
三、兴奋定律	30
四、神经兴奋向肌肉的传导	38
五、肌肉收缩的机制	39
第三章 神经肌肉病理学	40
第一节 运动单位病理学	40
第二节 神经损伤的分类	41
第四章 运动点	43
第一节 运动点的位置	43
第二节 寻找运动点的方法	44

为五章 常规电诊断	63
为一节 检查工具	63
一、刺激电	63
二、电 极	64
三、其 它	65
为二节 操作技术	66
为三节 操作程序	68
为四节 结果分析	72
一、正常反应	72
二、异常反应	74
(一) 单纯性量和质的变化	75
(二) 变性反应	77
1、变性反应的分类	77
(1) 部分变性反应	77
(2) 完全变性反应	77
(3) 绝对变性反应	77
2、各型变性反应的特征	77
3、各型变性反应过程中电兴奋性的变化	79
4、变性反应的诊断意义	80
为五节 常规电诊断的应用价值	82
为六章 时值诊断	84
为一节 检查工具	84
为二节 操作方法	85
为三节 结果分析	86
一、有关的几项定律	88
(一) 等时值定律	88
(二) 异时值定律	88
(三) 布尔基农定律	89

二、运动时值及感觉时值	89
三、从属时值及固有时值(体质时值)	89
四、影响时值的因素	90
为四节 临床意义	90
为七章 强度——时间曲线诊断	94
为第一节 概 论	94
为第二节 检查工具	95
为第三节 操作方法	97
一、关于皮肤的准备	98
二、关于脉冲时间的选择	98
三、关于发病后检查的时间	101
为第四节 结果分析	101
一、曲线的形状和位置	101
二、时值和基强度的值	105
三、肌肉收缩形态	106
四、其它参数	107
(一) 阴阳极通电收缩比值	107
(二) 直流感应电比值	107
五、典型病例	107
为五节 诊断价值	114
一、判定神经功能状况	114
二、估计病变程度	114
三、预示恢复和推测预后	115
四、提供治疗意见和手段	116
为八章 其它电刺激试验	118
为第一节 适应比值测定	118
一、测定方法	118
二、正常及异常值	118
三、应用价值	118

第二节 神经兴奋性测定	119
一、测定方法	119
二、判断标准	121
三、预后估计	121
四、诊断价值	122
第九章 基础肌电图学	123
技 术	123
仪 器	123
伪迹	126
检查	127
记录和报告	129
肌电图各型电位	130
正常运动单位电位	130
多相电位	132
纤颤电位	133
正相尖波	134
插入电位	135
神经电位	135
束颤电位	135
其它类型电活动	136
正常肌电图	137
放松时	137
收缩时	137
运动学研究	138
临床肌电图	140
解剖学基础	140
脊髓灰质炎	141
肌萎缩性侧索硬化症和各型肌萎缩症	143
脊髓空洞症	145

急性感染性多发性神经炎	147
神经损伤	148
周围神经损伤分类	148
神经恢复	151
神经根、丛和周围神经病变的鉴别	153
新陈代谢疾病	156
局口缺血后状态	157
手足搐搦	157
粘液性水肿	157
肌病	158
重症肌无力	158
肌无力综合征	160
肌营养不良症	160
肌强直症	162
非感染性炎性肌疾患	164
多发性肌炎和皮肌炎	164
废用性肌萎缩	164
高级中枢病变	165
大脑痉挛性疾患	165
震颤性麻痹	165
手足徐动症和小舞蹈病	165
第十章 临床肌电图学	167
正常肌电图	168
周围神经病变	169
面瘫	169
上肢神经	171
尺神经和正中神经麻痹	172
桡神经病变	173
非神经病学上的肌无力	173

多神经病变	175
预后及处理	175
下肢神经	178
神经丛病变	179
神经根病变	181
卟啉病	184
中枢神经脱髓鞘性病变	183
运动神经无病变	184
周围神经炎	186
糖尿病性神经病	187
多发性肌炎与皮肌炎	188
肌病	190
营养不良性肌强直症与先天性肌强直症	190
眼肌疾病	192
重症肌无力	192
不随意运动	194
上运动神经元病变	195
儿科肌电描记术	195
附 录 肌电图所示神经肌肉的生理及病理	197
概括介绍各型肌电波	197
1、定 义	197
2、特 征	197
3、时间和节律	197
4、分 布	198
5、诊断和鉴别诊断	198
6、临床意义	198

电诊断与肌电图学

第一章 概 论

电诊断学从广义上说来，是藉从体外导入电流，或从体内导出电流，以研究一切易兴奋组织的兴奋特征的一门科学。但通常所指的电诊断，只研究神经肌肉组织对电流的反应，即研究在电刺激下的神经肌肉兴奋性；以及记录神经肌肉在不同状态下的电活动，从而判断神经肌肉系统功能状况的有关诊断程序。客体是研究运动单位电活动，实际上即是电生理学在临床上的应用。

第一节 起源与发展史

1786年，意大利解剖学家伽伐尼（Galvani）开始对青蛙的神经肌肉标本进行研究，发现了肌肉收缩时的电现象，他称之为“动物电”。当时伽伐尼还不能理解其真正性质，他认为这种动物电或“蛙电流”是起源于神经。这是最早指出电现象与生物状态有联系的观点。直至40年后，即1827年，意大利物理学家Nobili发明了第一架电流计，才为证实这种电流的来源提供了便利工具。1831年，英国物理学家法拉第（Faradic）发明了感应电。1837年意大利电生理学家Matteucci应用Nobili创制的电流计研究活组织的电现象，次年证明电流系在肌肉内发生。之后，实验生理学家德国的杜博—雷蒙（DuBois—Reymond）对动物电进行了详细的研究，于1842年也证实了电流确在肌肉内发生。1848年，写成了“动物电”一书。1851年，他用液体瓶（jars of liquid）作为电极，从一名受试者收缩的臂肌上记录到动作电流。1871年，他发表了著名的电流刺激定律，即所谓杜博—雷蒙刺激定律。1883年，德国医师欧勃（Erb）首倡古典式电诊断（血流—感应电检查）。

奠定了对下运动神经元疾患施行电检查的基础。1896年，弗吕格尔 (Pflüger) 证明了直流电对神经作用的基本规律。自1902年以后，法国的拉披克 (Lapicque) 对引起神经肌肉组织兴奋与刺激电流强度和时间的关系进行了系统的研究，他首先提示基强度和利用时的定义以及时值的概念。1916年，Adrian首先应用强度—时间曲线诊断下运动神经元病变，嗣后布尔基农 (Bourguignon)，Bauwens以及 Parry 等对研究时值、强度—时间曲线以及电诊断范畴内其它检查等方面作了有益的贡献。

同样，由于加伐尼的“动物电”理论，奠定了今日肌电图学的基础。例如，1827年的肌电位的记录。1842年肌肉检电口的实物介绍，1843年损伤电流的证实。1851年舌肌失神经电位的描述。1866年首次使用“动作电流”这一术语。1912年分析了动作电位。1915年最早记录到纤颤电位。随后于1925年才形成神经肌肉单位这一概念。1929年，Adrian和Bronk首次介绍同轴针电极，使记录单个肌纤维的动作电位成为可能。同年，Denny—Brown开始对运动单位电位进行研究。至于将肌电图应用于临床，应该提到的是，1935年，Lindsley首先从病人肌肉中描记到一个运动单位动作电位。1938年，Denny—Brown和Pennybacker应用了双极针电极，并在溴素纸上描记，区别出纤颤和束颤电位。1941年，Denny—Brown和Nevin记录到肌强直电位。同年，Buchthal和Clemmesen应用肌电图对肌萎缩进行鉴别诊断。

近四十年来，由于电子工业飞跃发展，为电诊断肌电图检查提供了灵敏度和准确性极高的各型电子仪器，使电诊断肌电描记技术不断革新。实践已证明，电诊断肌电图检查，现已成为临床神经内、外科以及其它有关各科在诊断中不可缺少的重要手段。

第二节 内容与应用范围

通常可根据应用工具和检查方法的不同，而将电诊断区分为如下三大类。

一、电刺激试验

- 1、常规电诊断（直流 — 感应电检查）
- 2、时值诊断
- 3、强度 — 时间曲线诊断
- 4、其它电刺激诊断：
 - (1) 适应比值测定
 - (2) 神经兴奋性测定

二、电位记录试验

- 1、肌电描记术 (electromyography) 或肌电图 (electromyogram)，包括子宫肌电描记、胃肌电描记、横膈肌电描记等。
- 2、其它电位记录
 - (1) 皮电描记术 (electrodermatography) 或皮电图 (electrodermatogram)
 - (2) 脑电描记术 (electroencephalography) 或脑电图 (electroencephalogram)
 - (3) 视网膜电流描记术 (electroretinography) 脑电描记与视网膜电流描记，通常都分属各自的专科范围。

三、刺激和记录试验

- 1、运动神经传导速度
- 2、感觉神经传导速度

电诊断肌电图应用范围比较广泛，兹简要介绍如下：

一、诊断及鉴别诊断

(一) 内科

神经系统疾病应用最广，电诊断肌电图可对下运动神经元疾病进行诊断和鉴别诊断，且可定位，估计病变程度，预示恢复，推测预后，提供治疗意义等；中枢神经系统疾病如影响下运动神经元，亦可在电诊断肌电图检查时出现相应的改变。

其它系统的内科病，如果及神经肌肉，应用此项检查，亦可提高诊断率。具体可用于：1、新陈代谢疾病中的糖尿病、痛风。2、内分泌腺疾病中的甲状腺机能亢进和减退、柯兴氏综合征及阿狄森氏病等；3、结缔组织疾病中的类风湿性关节炎、皮肌炎、多发性肌炎等等。

(二) 外科

神经外科与骨科应用较多，可在外伤后测定神经是否受伤和受伤程度，是部分断离还是完全断离，为手术提供指征，可确定神经受压征，对神经再生情况、速度作出估计，并可鉴定功能恢复情况等。

(三) 儿科

可对儿童肌萎缩作早期鉴别，特别对脊髓性肌萎缩有决定性诊断价值。有助于婴儿张力减退的鉴别诊断。也可对先天性斜颈进行诊断，提示手术或保守治疗意见。

(四) 眼科

可区别肌无力的病因，是神经源性，神经肌肉接头抑或肌源性。亦可区别麻痹性斜视属神经源性还是肌源性。

(五) 耳鼻喉科

主要用于面瘫的诊断和鉴别诊断，估计病变程度推测预后等。

（六） 口腔科

用于记录下颌运动时电活动，了解咀嚼肌相互关系。有助于确定颞颌关节功能紊乱、齿源性头痛的诊断、治疗。并进行有关的研究探索。

（七） 其它科

如妇科的子宫肌电描记可以确定其功能状况；泌尿科的膀胱括约肌肌电描记可了解尿流及其它有关的功能等。

二、为治疗和康复提供手段

当代生物反馈应用日趋广泛，其工具设计种类也不断扩大，但其中以肌电装置用途最多，适应症也最广。因此，它已成为生物反馈中不可缺少的重要手段。有关于此的详情，以后将另闢专题介绍。另电刺激试验能对神经性与癌病性瘫痪作出鉴别，且可为后者的治疗提供直接手段。

三、实验研究

应用最多的首推针灸和针麻，肌电图可对其作用机制进行研究和探讨。此外，在对某些药物的作用以及药理学研究等方面，也可发挥一定作用。

四、运动医学

可对运动时的主动肌和对抗肌、一侧和两侧、负重和不负重等肌电图变化进行观察，探讨医疗体育的生理基础。还可比较等幅运动与等张运动时的肌肉效率等。

为三节 研究方法

从上面所介绍的电诊断肌电图学所包含的内容看来，它所研究的范围比较广泛，其中一部分因教学时所限在此不能逐一详加叙述，另有一部分则需纳入专科讨论。已知可供采用的电诊断

方法有多种多样，因此在选择电诊断方法时必须有一个原则和范围。一般可按下列顺序进行检查。(1) 刺激试验；(2) 记录试验；(3) 前二种的联合应用。具体来说即：(1) 应用电流刺激神经干和肌肉本身；(2) 用表面或肌肉针电极在放松、随意收缩、反射刺激或化学激发下作肌电位的描记（肌电图）；(3) 在不同平面上以电流刺激神经的肌电描记和神经动作电位的探查（神经传导）。这一检查程序比较理想，因为其中前一项试验的结果不仅可以指示下一步应采取的方法，而且还可以指示应检查的部位。例如刺激神经有助于排除神经正常分布的肌肉和指示便于施行直接刺激检查的一些肌肉；肌电图检查则可以对病变的性质定位；而神经传导试验则是早期发现有关运动和感觉神经异常的一种比较灵敏的检查。但在实用上，通常只进行上述中的一项或二项即可，只在必要且条件具备时，才按此顺序逐项进行检查。

必需指出，电诊断肌电图检查应以临床检查为基础。也就是在临床检查基础之上进行电诊断肌电描记认为后者可以代替或排除前者的看法是错误的。对病人的临床情况了解的越透彻，电诊断肌电图检查的结果就愈可信。我们认为由电诊断肌电图医师亲自对受试者进行临床检查是必要的，检查至少应包括患者的肌肉力量和消瘦情况，感觉改变以及主要的神经反射等。通常只需要采取受试者的简要病史即可，特殊情况下则需要细致了解有关的发病经过。只有做到上述事项，才能确定电诊断肌电图检查的规划，做到“有的放矢”，“成竹在胸”。

第四节 与其它学科的关系

电诊断学是现代医学和现代物理学，以及电子学等不断发展的必然产物，它是一门年轻的科学，现正处于发展成长阶段。

电诊断学和许多医学基础课程都有联系，其中和生理学（特别是神经肌肉生理学和电生理学）及解剖学的关系最为密切。生

理学中诸如神经肌肉的正常功能、兴奋性与兴奋过程的特征等都是判断电诊断结果的最重要的基础。解剖学中有关肢体肌肉的运动神经的节段性分佈，神经和肌肉的运动点的位置等，是保证正确地掌握电诊断基本操作技术的关键。

第二章 神经肌肉解剖生理学

第一节 运动单位解剖学

运动单位是人体随意活动或反射活动的最小功能单位，它是由一个脊髓前角细胞及其轴突和终末分支所支配的肌纤维群所构成，其体可分为：1、前角细胞；2、轴突；3、神经肌肉接头；4、肌纤维四部分（图1）

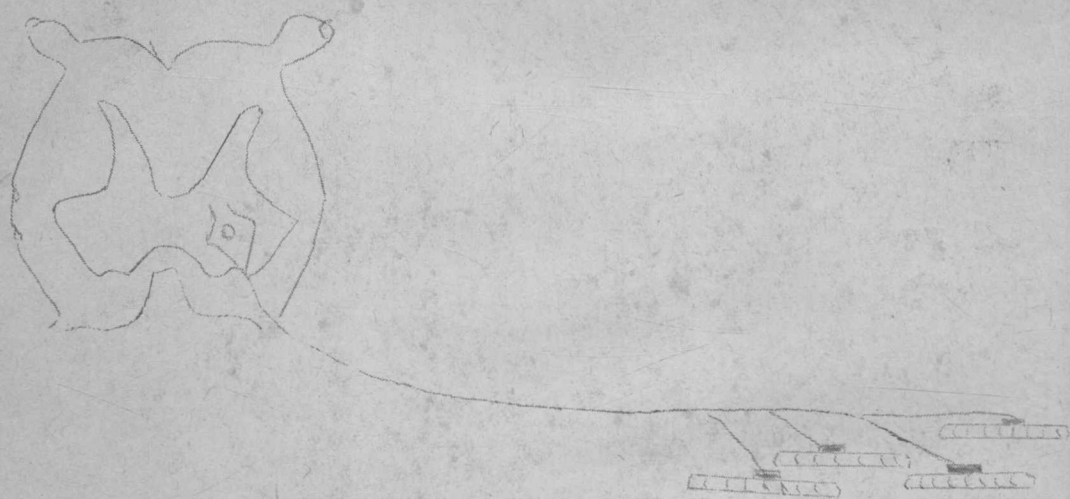


图1 运动单位示意图

一、前角细胞

脊髓前角细胞形状不一致，一般具有球形或多角形的细胞体，它的大小差别很大。细胞体内有大而圆的细胞核和细胞浆，细胞体外有细胞膜，细胞浆内除具有一般的细胞器外，还含有两种特殊成分、尼氏小体（或虎斑小体）以及神经原纤维。前者主要成分为核蛋白，系供给细胞活动能量的重要物质；后者状如细丝，

交织排列延伸至突起，直达神经末梢。由细胞体内向周围伸出两种突起，即树突和轴突。树突粗短，分枝多，有接受刺激将神经冲动传向细胞体的功能；轴突细长，分枝少，有将神经冲动向外周传导的功能。它的构造下面将详述。脊髓前角细胞负责与活动有关的兴奋的发生和传导。有关的书刊上习惯于把这种多极的神经细胞（前角细胞）连同其轴突称为神经元（图2），或下运动神经元，以示与运动系统的高级中枢——从大脑皮层前中央回至脊髓前角细胞的神经途径——上运动神经元有所区别。

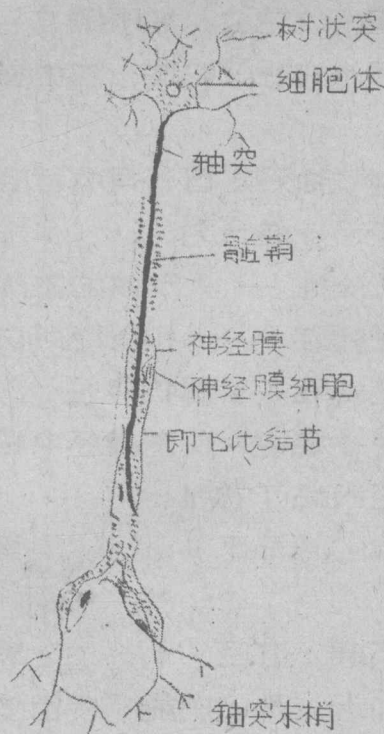


图2 一个典型的神经元的结构

脊髓前角细胞除形状不一致外，其大小也呈现差别，有较大的神经细胞或 α 运动神经元 (α motor neuron)，及较小的神经细胞或 γ 运动神经元 (γ motor neuron)。各自属于 α 运动系统与 γ 运动系统。

二、神经纤维

一般所说的神经纤维即指轴突而言。轴突内含轴浆，外被薄膜。有的神经纤维只有两层膜，有的仅有一层，有的甚至没有。只有两层膜的其内层呈袋状，称为髓鞘；外层称为神经膜。髓鞘的组成成份为一种脂肪物质叫做髓磷脂。髓鞘是一种有效的绝缘物，在解剖结构上並不连续，它沿纤维全长在每隔大约2毫米处（有的文献介绍相隔50~1000微米）形成环状狭窄区，该处无髓鞘，称为郎飞氏结。结间距离为纤维直径之比非常悬殊，比值约为100:1。只是在这些郎飞氏结上，细胞膜才与细胞间液作有效的接触。神经膜是由雪旺氏细胞所构成。它的主要作用与神经纤维的再生有关。

如上所述，可知并非所有轴突外面都有两层膜，因此可根据有无髓鞘和神经膜，而将神经纤维分为：

- 1、有髓鞘有膜神经纤维——大多数的脑脊髓神经；
- 2、有髓鞘无膜神经纤维——脑和脊髓的白质内神经纤维；
- 3、无髓鞘有膜神经纤维——植物神经；
- 4、无髓鞘无膜神经纤维——仅在神经中枢（灰白质）内以及为1对脑神经内始可见到。

此外，可从神经纤维的传导速度快慢以及解剖上的特点，把它分为三种，即：

- A纤维——有髓鞘有膜。直径、1~22微米；传导速度、3~120米/秒；功能、传导运动冲动，传入本体感觉冲动。A纤维可分为 α 、 β 、 γ 、 δ 四亚型。
- B纤维——无髓鞘有膜。直径、不超过3微米；传导速度、3~15米/秒；功能、司脏器的感觉、运动。
- C纤维——无髓鞘有膜。直径、0.2~1微米；传导速度、0.2~2米/秒；功能、传导疼痛感。

由上可知，神经传导速度与神经纤维的直径大小有关，纤维较粗，其传导速度较快；反之则较慢。