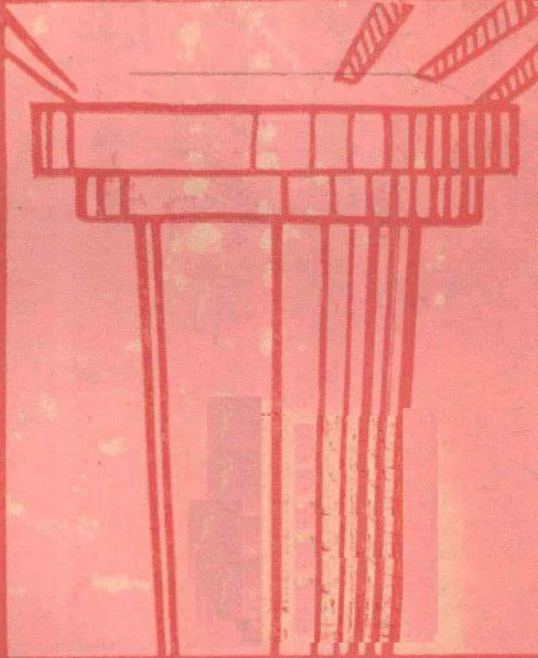




骨科專題講座

GUKEZHUANTIJIANGZUO



支援江西老區骨科講學會編

前 言

“为民健康育医德，步入老区树新风。”吴祖尧、刘知难等十余位全国知名骨科专家教授，以“老骥伏枥，志在千里、烈士暮年，壮心不已”的豪情，志愿联袂来我县讲学，指导卫生工作。此举情深义重，实乃横峰之幸之荣。

横峰原名兴安县，建于明朝嘉靖三十九年（1560年），民国二年（1913年）才改名为横峰。在第二次国内革命战争时期，横峰人民浴血奋斗，前仆后继，为中国革命作出了重大贡献和牺牲。方志敏、黄道、邵式平等革命先烈和前辈，都曾在这里进行过许多重要的革命活动。当年闽浙赣省委、省苏维埃政府即设在本县葛源镇。全县山山水水都洒下了革命先烈们的鲜血。据统计，在当年全县不满10万人中有名有姓的烈士有五千三百廿七人。在那峥嵘岁月里，由于国民党反动派的血腥屠杀和惨无人道的“三光”政策，我县遭到了严重破坏。解放后，虽经党和人民大力扶助，帮助兴建家园和发展生产，但由于“先天不足”，我县工农业生产发展较慢，卫生等各项事业建设也因此受到影响。

党中央发出支援老区号召后，许多单位个人，许多仁人志士，怀赤子之心，忧国忧民，抱尽忠之德，奔赴老区。吴祖尧、刘知难等十余位老专家教授，以及支持他们前来讲学的单位和领导，正是支援老区建设中的优秀代表，其诚可鉴，其志可嘉。

中华民族不乏才学之士，神州大地饱富济国之材。为了老区脱贫致富和经济腾飞，为了老区卫生等各项事业的发展，我们衷心希望更多的专家教授和各界知名人士亲临老区，体察民情，力赐鼎助。

人民的教授啊！老区人民欢迎您。

横峰县人民政府县长 彭传巧

一九八六年十月

目 录

题 词 (一)	中山大学	商承祚教授	
题 词 (二)	中山大学	商承祚教授	
前 言	江西省横峰县县长	彭传巧	
一、有关骨细胞的基本知识	南京院医	韩祖斌	(1)
二、周周神经显微外科解剖学研究的进展	第一军医大学	钟世镇	(6)
三、骨折手术疗法及非手术疗法常见的一些问题	同济医科大学	朱通伯	(14)
四、用内固定治疗骨折与关节伤的体会	解放军八一医院	许竞斌	(18)
五、处理四肢开放伤的几个重要关键	解放军八一医院	许竞斌	(22)
六、关节内或近关节部骨折的治疗	解放军八一医院	许竞斌	(28)
七、自制锯齿波极低频脉冲电磁场仪治疗骨折及其病理新变化	解放军八一医院	许竞斌	(32)
八、胫腓骨开放骨折的治疗	解放军八一医院	许竞斌等	(38)
九、股骨颈骨折	解放军八一医院	许竞斌	(43)
十、骨移植修复的生物学	第三军医大学	陈受谦	(51)
十一、同种脱钙骨粉的实验研究和临床应用	第三军医大学	陈受谦	(51)
十二、踝关节骨折诊断和治疗的近展	第一军医大科	刘知难	(53)
十三、小儿骨折及骨骺损伤	上海第二医科大学	吴守义	(65)
十四、四肢主要长骨的骨骺损伤	第一军医大学	刘知难	(72)
十五、骨与关节化脓性感染	上海第二医科大学	吴守义	(87)
十六、急性化脓性关节炎	第二军医大学	张文明	(97)
十七、化脓性骨髓炎	第二军医大学	张文明	(104)
十八、化脓性骨髓炎239例分析	南京八一医院	许竞斌	(107)
十九、骨关节病	同济医科大学	朱通伯	(114)
廿、腺骨软骨软化症	南京医学院	韩祖斌等	(120)
廿一、糖尿病性骨关节病	南京医学院	韩祖斌	(127)
廿二、骨一纤维管室压迫综合症及其有关疾患	重庆医科大育	吴祖尧	(132)
廿三、膝关节滑膜皱襞及所引起的综合症	中山医科大学	何天骐	戴绍业 (152)
廿四、筋膜间隔综合症	第四军医大学	唐农轩	(155)
廿五、颈椎病	广州军区总医院	魏 征	龙层花 (159)
廿六、下腰椎间盘突出手术常见问题处理的几个意见	南京八一医院	许竞斌	(171)
廿七、脊髓灰质炎的手术设计与原则	上海第二医科大学	吴守义	(175)
廿八、先天性髌关节脱位	上海第二医科大学	吴守义	(179)

廿九、脊柱畸形的治疗问题	解放军三五九医院	郭华彬	(189)
卅、先天性马蹄内翻足以早期肌力平衡为主的手术治疗	第四军医大学	陆裕朴等	(206)
卅一、骨肿瘤分类、诊断与治疗	天津医院	李端宗	(208)
卅二、脊椎、胸骨与肋骨之肿瘤与瘤样病变	天津医院	李端宗 于顺禄	(212)
卅三、手部骨与关节之肿瘤与瘤样病变	天津医院	李端宗 魏典	(219)
卅四、足部骨与关节之肿瘤与瘤样病变	天津医院	李端宗 张从仁	(223)
卅五、游离移植肌肉神经支配的重建	同济医科大学	朱通伯等	(226)
卅六、手部创面的闭合	南通医学院	侍德	(234)
卅七、磁共振医学成像术简介	第一军医大学	黄其流	(241)
卅八、先天性胫骨假关节的治疗	第一军医大学	刘知难	(247)
卅九、皮瓣血供的解剖学类型	第一军医大学	钟世镇	(248)
四十、用保存的大段异体骨半关节移植修复骨段缺损10例报告	第一军医大学	刘知难 钟汉柱	(255)
四十一、肱骨近端骨折—脱位的机理与疗法	江西上饶地区医院	徐玉渊	(259)
四十二、手法复位、夹板固定、低频电磁场治疗骨不愈合	同济医科大学	朱通伯等	(119)
四十三、皮牵引甩肩法治疗肱骨外科颈骨折教	同济医科大学	朱通伯等	(151)
编后记	支援江西老区骨科讲学会		
	江西横峰县	卫生局	

有关骨细胞的基本知识

南京医学院 韩祖斌

骨组织发源于间叶组织。其特点是细胞间质中有大量钙盐沉着，因此是一种极坚硬的结缔组织。这种组织不仅随年龄而有变化，并可随所承受的压力而进行改建，从而起到支持躯体的形态、保护内脏器官和运动的杠杆的功能。此外，骨组织是贮存体中钙磷的库房，并起调节作用。骨组织具有活跃的生理作用，是由骨细胞具体进行的。

骨细胞的含义有广义和狭义之别，前者顾名思义是指骨骼组织中所含的一切细胞，有生骨细胞、成骨细胞、破骨细胞及骨细胞等；后者系指成骨细胞产生类骨质，逐渐将成骨细胞埋入类骨质中，埋入类骨质中的成骨细胞名为骨细胞。为了方便阐述，将广泛的含义的骨细胞在本文中用骨骼细胞代替之，以免混淆。

一、骨骼细胞的来源

骨骼组织来自中胚叶，骨骼细胞系间充质细胞分化而来，形成一骨细胞谱系 (Bone cell lineage)，它有生骨细胞、成骨细胞、破骨细胞及骨细胞。这个谱系的干细胞是生骨细胞 (Osteogenic cell) 又名骨祖细胞 (Osteoprogenitor cell) 或前成骨细胞 (Preosteoblast)。Plesier、Lebloud及Kember等最先应用³H-胸腺嘧啶核苷示踪方法检查骨内细胞的有丝分裂活动，并进一步证实成骨细胞、破骨细胞及骨细胞均不进行有丝分裂。破骨细胞及成骨细胞来源于生骨细胞，骨细胞则由成骨细胞转变而来。

生骨细胞经常存在于骨膜和哈佛氏管内，形成骨的干细胞库。它通过有丝分裂，为骨的形成和重吸收提供所需要的成骨细胞和破骨细胞，同时维持一定的库存量，终身发挥作用。事实上这个干细胞库的维持，除了依靠生骨细胞本身外，还可依靠骨细胞谱系中存在着调整 (Modulation) 活动。调整是指已经分化的细胞在功能上的变化，在组织学上常用分化和去分化等术语来描述，例如直接由生骨细胞融合形成破骨细胞，或由成骨细胞融合形成破骨细胞，都是调整活动。甚至由于骨重吸收而被释放的骨细胞也可再融合为破骨细胞。当骨发生停止时，据信成骨细胞和破骨细胞都能恢复为生骨细胞。通过骨重吸收释放的骨细胞也可恢复成为生骨细胞。这种恢复性的调整活动既反映了细胞间的相互转变关系，又补充了骨的干细胞库。

近年来的研究，认为破骨细胞系由其前体细胞融合而成，前者属于造血组织，由淋巴细胞型的单核细胞组成，不发生在骨表面上，而是由血流带到该处。观察表明：组织培养中的循环内的单核细胞，可以诱发并刺激骨吸收。此外，处于吸收状态的骨对单核细胞有趋化性。再有，在分化不好的单核细胞恶性肿瘤及白血病时，有一些单核细胞可以转变为吞噬细胞及多核细胞。骨骼细胞的来源归纳表示如下：



二、骨骼细胞的结构

生骨细胞 (Osteogenic cell) 是具有微小突起的棱形细胞,核卵圆或椭圆形,细胞质少,呈弱嗜硷性。生骨细胞是一种幼稚的干细胞,它位于骨质表面附近,即存在于骨外膜及骨内膜的 inner 层。仅有少量核蛋白体及线粒体。当它们向成骨细胞转变时,标志分泌细胞特征的细胞器逐渐增多。骨组织生长或重建时,它能分裂分化为成骨细胞。

成骨细胞 (Osteoblast) 成骨细胞胞体较生骨细胞大,呈柱状或椭圆形,是具有细小突起的细胞,核大而圆,位于胞体的一端,核仁清晰,线粒体丰富,并有大量的粗面内质网和发达的高尔基复合体,具有很强的蛋白质合成能力。合成骨基质主要由胶原组成,另外还有糖蛋白、蛋白多糖及少量脂类。成骨细胞产生的类骨质填充于成骨细胞之间,将成骨细胞包埋,埋入类骨质中的细胞改名骨细胞。

成骨细胞还能形成基质小泡 (Matrix Vesicle),它是由类似顶浆分泌的方式形成,外有膜包围,直径约为30微米~1毫米。基质小泡分布于成骨细胞附近的类骨质中含有大量的硷性磷酸酶,磷脂及小的钙盐晶体。基质小泡破裂后,硷性磷酸酶能使局部的磷酸含量增加,磷脂及钙有很强的亲和性,钙盐晶体可成为钙化核心,并使钙化范围逐渐扩大,导致类骨质迅速钙化。

骨细胞 骨细胞埋于钙化的细胞间质内,是一种多突的细胞。其在间质中所占之处,称骨陷窝。突起所在的空间称骨小管。相邻的骨细胞借骨小管互相交通。在骨陷窝及骨小管内含有组织液,可营养骨细胞和排出代谢产物。骨细胞的超微结构特点为胞质内含有较少量的粗面内质网和高尔基复合体,说明它分泌类骨质的功能已消失或减弱。骨细胞寿命有限,在骨内逐渐衰老退化,直至死亡。骨细胞死亡释放出溶酶体酶,使骨陷窝略变大。

破骨细胞 是一种多核巨细胞,一般有40~50个或更多的细胞核。破骨细胞数量较少,约为成骨细胞的百分之一。位在骨质表面的Howship's凹陷内,能缓慢移动,在贴近骨质的一面有许多高而密的不规则微绒毛,有的还可分支,称为皱边(Ruffle border),细胞质内有许多大小不等的小泡,胞质染色为弱嗜硷性或嗜酸性。破骨细胞能溶解和吸收骨质,若破骨细胞离开骨质表面,其“皱边”消失,吸收骨质作用也随即停止。在“皱边”周围有一环行胞质区,称为亮区 (clear zone)。局部细胞膜平整并紧贴于骨质表面。亮区犹如一道由细胞质构成的围墙,包围在皱褶缘的四周,此区胞质内含有大量的微丝,其它细胞器甚少。亮区微丝的收缩可使破骨细胞紧贴骨质,并将所围的部分形成一微环境,破骨细胞可在此释放溶酶体酶及乳酸等,使骨质溶解。骨组织被侵蚀

溶解称为骨组织重吸收。破骨细胞的这种作用称为破骨细胞性溶骨作用。

破骨细胞的破骨活动相当活跃，一个破骨细胞可以侵蚀溶解由100个成骨细胞形成的骨质。在微环境中，骨基质及胶原纤维的溶解，使结晶脱落，与有机基质的消化物同被吞噬，通过皱边上的小管进入破骨细胞胞浆内的空泡中，在空泡中骨盐结晶被溶解为钙及磷离子。有机物部分在消化后变为小的多肽及氨基酸。至于破骨细胞最后的归宿，知之甚少。它可失去胞核但又重新获得胞核，不断得以更新。理论上这种情况可以不断延续，直到某些因素干扰这一过程从而导致其死亡，如畸形性骨炎及铅中毒中所见到的。另有一种看法认为破骨细胞可能最后发展为成骨细胞，形成一个前破骨细胞~破骨细胞~前成骨细胞~成骨细胞的过程，但并不为大多数学者所接受。

三、骨骼细胞的生理作用

骨骼细胞有不寻常的细胞外活性。成骨细胞在细胞外沉积骨基质，并在细胞外进行基质的钙化；破骨细胞吸收细胞外的无机盐及基质；血浆钙的调节绝大部分通过骨细胞对骨钙的作用。针对这些细胞外活性的作用，骨骼细胞膜就有各种不同的特殊功能，因此骨骼细胞的生理功能，可以用骨骼细胞膜现象来解释。今按钙的输送、电性能及激素应答等三方面进行讨论。

钙的输送

(一) 基质小泡的作用 钙盐沉积于成骨细胞分泌的基质中，是骨折愈合过程中特有的现象，也是骨折异于其他结缔组织修复的一个特点。在成骨细胞或软骨细胞的线粒体内含有细胞内总钙量的90%以上，以及总磷量的60%以上。钙及磷离子可以通过线粒膜进入高尔基复合体区域，并结合进入有膜的小泡中（即基质小泡），再输送至细胞边缘，最后排出至细胞外钙化部分。在细胞外钙化部位小泡膜被消化，钙、磷离子被释放出来，从而提供并增加两种离子的局部浓度，以引起钙质沉积。所有这些基质小泡经过钙盐沉积以后变为丛毛球状的钙球，钙球又不断融合扩大，最后成为骨组织。

基质小泡源自邻近细胞原生质膜的芽生，它含有丰富的、能结合阴离子的磷脂酰丝氨酸。用电子探针微分析测定证实基质小泡内有钙及磷。还有三磷酸腺苷酶，焦磷酸酶，碱性磷酸酶及5-磷酸腺苷酶。

正常情况下，钙盐为何特异地沉积于骨基质而不沉积于其他组织，这个问题至今尚不十分清楚，有许多理论去解释，概括为下面两方面：1、认为肥大的软骨细胞、成骨细胞及年青的骨细胞，含有碱性磷酸酶，可作用于有机磷酸复合物，如磷酸己糖，磷酸甘油等，使局部的磷酸根增多。一般情况下，组织液中已有足量的钙、磷离子，额外加钙离子或磷酸根，都使局部的钙、磷乘积大于40，而使骨样骨质钙化。2、Russell氏提出焦磷酸盐控制理论。认为身体中各种组织中都有一定量的焦磷酸盐，它能抑制体液中的钙离子和磷酸离子结合成磷酸钙，还能制止后者成为羟磷灰石 $[3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2]$ ；对于已形成的羟磷灰石结晶，则可阻止其增大或溶解。但焦磷酸盐可在特异的焦磷酸酶作用下水解成两分子正磷酸。这一酶解过程不仅解除了焦磷酸的上述抑制作用，而且还

为局部增加了一定量的磷酸根，使局部钙、磷乘积大于40，自发地形成无定形的胶体磷酸钙。据信碱性磷酸酶就是这种特异的焦磷酸酶。

基质小泡内钙盐沉积是机体组织钙化的一个关键性因素。它不仅发生在生理状况下的软骨内骨化，膜内骨化以及牙质中牙轴质形成，同样也发生在病理情况下的钙盐沉积。如老年人主动脉和肋软骨可看到细胞外基质小泡的明显增加，继而出现这两种组织的钙化。在骨性恶性肿瘤，以及非骨性恶性肿瘤(如乳腺癌)均可见基质小泡导致肿瘤钙化。甚至在过敏状态而引起的钙化过程中也同样有基质小泡的钙化出现。

(二)破骨细胞的“皱边” 根据目前的认识，可以推测破骨细胞造成骨吸收的过程，可以分成两个阶段：1、细胞外阶段，破骨细胞释出水解酶及前胶原酶进入破骨细胞“皱边”及其所接触的骨基质之间，导致纤维丝之间的基质的分解，基质及胶原纤维的溶解使结晶脱落，与有机质的消化物同被吞噬，通过皱边上小管进入破骨细胞内的空泡中。2、在空泡中骨盐结晶被溶解为钙及磷离子，有机物变为小的多肽及氨基酸。

甲状旁腺激素(PTH)及降钙素的研究，PTH可以诱发改骨细胞的活动，细胞变大，“皱边”变大(注射后30分钟后)，透明区变大(30~90分钟后)，继以整个细胞变大，加强骨吸收。降钙素(CT)对破骨细胞有抑制作用，注射后，破骨细胞自基质上脱落，“皱边”消失或缩小，破骨细胞与骨的间隙中酸性磷酸酶不复存在，胞浆内空泡变小，且见不到骨结晶。

(三)骨细胞性溶骨作用 在较高水平的PTH作用下，成熟骨细胞所在的骨陷窝往往呈不规则形，腔隙变大，窝壁粗糙不平，电镜检查可见窝壁表层骨质先是失去骨盐，继而骨胶纤维溶解，最后仅存少量无定形基质。这种溶骨现象是通过骨细胞活动完成的叫做骨细胞性溶骨作用(Osteocytic Osteolysis)。通过骨细胞性溶骨可释放较多的骨钙入内。当骨细胞性溶骨活动结束后成熟骨细胞又可在较高水平的降钙素作用下进行继发性骨形成，为其陷窝壁增添新的钙化骨基质。生理情况下，骨细胞性溶骨和骨细胞性成骨是反复交替的。

(四)穿过骨细胞的钙的通路，主要同调节细胞外液体的钙浓度有关 骨表面的细胞通过紧密连接而相互接触，此外骨细胞通过细胞突同其他骨细胞及表面细胞相联系，实际上这种联系是间隙连接而不是紧密连接。这样使细胞外液，骨液及细胞内液间钙的浓度有所区别，通常细胞外液内的钙浓度较骨液中钙浓度为高，骨液中 Ca^{++} 又多于细胞内 Ca^{++} ，因而钙通过浓度大的地方扩散进入浓度底处。针对较高的细胞外液钙，必需设法将钙从骨液及细胞中排出去，这就是钙泵的作用。

电性能 在生理情况下，人体骨骼系统有两种电位或电流的来源。

(一)压力电位 是加于骨上面的机械应力，使骨发生变形，压缩侧带(一)电荷，张力侧发生(十)电荷。在压缩侧(即凹面)发生骨形成，破骨细胞活性被抑制，在张力侧(凸面)，成骨细胞被抑制，仅表现骨吸收。

(二)静息电位 也叫生物电位。它取决于骨细胞本身的细胞活力，是由于骨代谢和生化作用的结果产生的。Fplendenberg发现人的长骨干是(+)，干骺端是(-)，骨骺又是(+)电荷。骨折后，原来(+)即迅速改变为(-)电荷，一直维持至骨折

愈合，方恢复原来(+)电荷。可见骨生长活跃处是(-)电荷。电刺激治疗骨不愈合，其理论基础即在此。

激素应答 骨细胞对许多激素有反应，这反映了在骨组织中有不同类型的细胞存在。包括PTH及CT在内的肽类激素，通过同细胞膜受体的结合而产生细胞效应；很多较小的分子如糖皮质激素及 $1,25-(OH)_2-D_3$ ，可以穿过细胞膜结合到细胞内受体上。PTH及CT以cAMP为第二信使，而 $1,25-(OH)_2-D_3$ 并不如此。

(一) **甲状旁腺素(PTH)对骨的作用** PTH能促进间质细胞向破骨细胞转化，抑制破骨细胞转化为成骨细胞，并使骨细胞发生溶骨，即起破骨细胞作用。其结果骨吸收增加，骨形成受抑制。PTH对骨细胞的作用，与一般多肽激素同，即提高骨细胞内环一磷酸苷(cAMP)水平，并增加细胞内钙离子的摄入导致胞浆 Ca^{++} 浓度增高。cAMP与 Ca^{++} 形成反馈调节机制。

(二) **降钙素(CT)** 对骨有两个作用：促进破骨细胞向成骨细胞转化，减少破骨细胞数量，并降低其活性；同时阻碍骨细胞的骨溶解作用；抑制骨母细胞向破骨细胞转化。也通过升高细胞内CAMP水平引起的一系列生理性反应。

(三) **1,25羟胆钙化醇** 促进骨吸收，促进骨中钙、磷的释放。它与PTH一样，可以加强PTH的作用，促使骨钙游离入血。再通过提高血和骨中柠檬与钙合成复合物，转达到新骨而使之钙化。故 $1,25-(OH)_2-D_3$ 仅使骨钙易于移动，既可促进新骨的钙化，也可动员钙由老骨中游离出来，从而起到使骨质不断更新，又维持血钙平衡的作用。

四、骨骼细胞与临床

骨骼细胞的先天性损害，使其发生异常，结果造成疾患。常见的有：

(一) **成骨不全** 确切原因不知，现多认为系因原始间叶细胞(即生骨细胞)遭受生长性的损害，所以虽有大量成骨细胞分化，但其质量不佳，故发育延迟，脆弱易折。

(二) **老年性骨质疏松** 由于年老，成骨细胞退化，不能产生丰富的骨基质，因之Ca盐无处沉积形成新骨。

(三) **骨硬化症** 本病系骨基质正常吸收机制因破骨细胞活动异常而发生紊乱所致。首先观察到胎儿时期骨硬化症时及ia/ia大鼠中，破骨细胞不具备一个发育较好的“皱边”

(四) **畸形性骨炎** 本病急性期的特点是成骨细胞的活动及破骨细胞的骨吸收均有增加，新形成的骨基质有钙化障碍。特别令人注意到破骨细胞中看到包涵体，成骨细胞、骨细胞及其他骨骼细胞均属正常。但经常见到破骨细胞发生萎缩并从骨质上脱落。故有人考虑它是一种病毒感染。

(五) **铝中毒** 胞核和胞浆中有包涵体，“皱边”变小，破骨细胞从骨基质上脱落，胞核固缩。

(六) **骨巨细胞瘤** 骨巨细胞瘤具有破骨细胞的形态及生化特点，但骨巨细胞瘤的巨细胞没有“皱边”。

周围神经显微外科解学研究的进展

第一军医大学解剖学教研室 钟世镇

由于显微外科手术日益朝精细灵巧方面发展，外科医师迫切要求有详尽的周围神经显微外科应用解剖学的资料，作为开展和创新手术的基础理论依据。现将我们近年来对周围神经应用解剖学的研究，结合国内有关的进展，作概略的介绍。

一、周围神经的结构和功能

周围神经是连接中枢神经与神经终器之间的部份，构成皮肤、肌肉与中枢神经系统之间的联系通路，其中主要的成份是神经纤维，还有结缔组织、血管、淋巴管等支持和输送营养的组织。神经纤维种类较多，其粗细和被覆的髓鞘多寡不一，现仅举结构较齐全的有髓纤维为例。

（一）有髓神经纤维

轴突：发自神经元，即狭义的神经纤维。神经断裂性损伤后，远端的轴突溃变，近端的轴突出现芽状增生。

髓鞘：包被轴突，由脂蛋白及磷脂组成，为轴突提供一个绝缘鞘。

雪旺氏细胞：包裹髓鞘和轴突，是形成髓鞘质的来源，有营养轴突的作用。在神经纤维断裂后，雪旺氏细胞可清除变性的碎屑，开始分裂，并在原来的神经内膜管内形成多数纵行排列的柱状细胞突，亦称宾格内氏（Büngner）带，为再生的轴突提供向远端推进的通道。

神经内膜：是围绕雪旺氏细胞及轴突的结缔组织鞘膜。

（二）神经干的横断面

从神经切片的横断面上看，有髓纤维的轴突、髓鞘和神经内膜均易分清。许多神经纤维聚居成束，在神经束的周围，包绕一层较薄的、但致密结实的结缔组织膜，称之为神经束膜。若干神经束聚居在一起，亦可称为神经束组。整个神经干的周围，有相当厚层的疏松结缔组织包被，称为神经外膜，神经外膜的疏松结缔组织，不但包绕神经的周围，同时也延伸到神经束的周围和神经束之间。

二、神经功能鉴别与缝合方式的关系

（一）神经断裂性损伤后恢复功能的要点

火器性及其他创伤，造成神经断裂性损伤后，导致中枢系统与神经终器之间联系通

路中断，丧失有关的功能。为了使有关功能恢复，必须解决三个要点。

1、保证再生的轴突通过缺损部位

断裂性损伤后，神经近端很快出现轴突的芽状再生，出芽的纤维而且比原来的轴突数目更多。当这些再生轴突通过缺损部位时，若无阻碍则可顺利地进入远侧端向前延伸。但缺损过大或受阻于结缔组织瘢痕，再生的纤维得不到前进的条件，则卷曲形成神经瘤。外科手术采用缝合的方法，主要是使神经两端接触良好，提供再生纤维通过缺损部的条件。

2、使再生的轴突导入功能相同的内膜管

再生的轴突沿远端的神经内膜管延伸，只有与功能性质相同的神经终器联结起来，才能恢复相应的功能。如果接错了，就不能恢复功能。例如：运动神经再生的轴突，最后只有与运动终板联结起来，才能恢复骨骼肌的收缩功能；如果接错了，运动神经轴突导入远端感觉神经的内膜管，最后与感觉终器联接起来，则无法恢复功能。

3、神经终器及效应器官保持健在

神经再生恢复联系通道后，如果外周的神经终器及效应器官健全，即可恢复功能。如果神经终器已毁坏，或者产生效应部份的肌纤维已经变成纤维化，也无法恢复功能。

(二) 周围神经断裂伤的缝合方法

1、神经外膜缝合法

早在一百多年前，Hueter (1871) 就采用了神经外膜缝合法修复断裂性神经损伤。此法用缝线将神经外膜缝合起来，使神经断端拉拢贴合，为再生纤维通过缺损部位创造良好条件。此法尚存在的问题是：外膜虽然能对合，但术者难以保证神经干内的神经得到精确的对位；特别是神经束不是象电缆那样，全部由平行排列的纤维组成，而是交错互换，又分又合，缺损部清创切去一部份后，各神经束的位置往往已有变动；在神经干内结缔组织较多的部位，容易出现近端神经束与远端束间结缔组织相对的情况。这些问题都不利于再生神经轴突通过和准确对位，影响功能的恢复。

2、神经束膜缝合法

当显微外科技术用于周围神经外科以后，良好的光学放大和照明，使外科医生能清楚地分辨神经束，Smith (1964) 开始报告了神经束膜缝合法。此法直接缝合神经束膜，大大地提高了神经束的紧密对位，有很大的优越性。但是，束膜缝合法也存有另一方面的问题，如：在神经干内进行分离操作，创伤反应较大，缝合的线头异物反应增加；必须有十分准确神经束功能定性和定位的依据，才能避免错位缝合的不良后果。

(三) 神经束功能的鉴别方法

随着显微外科技术的发展，出现了神经束膜缝合和束间移植这些精细的手术方法以后，对周围神经的解剖学研究，提出了新的要求。为了使神经束的缝合达到精确的功能对位，要求在形态学上将神经干内的各类神经束，提出定性和定位的研究资料，为临床应用提出基础理论的依据。

在周围神经干内，有运动纤维、感觉纤维和交感神经（四肢）这三种功能不同的成

份。这三种功能不同的纤维，在普通的组织学切片染色标本上是无法区分的。普通切片只能显示纤维的粗细，髓鞘的多寡，但不能显示其功能性质。为了弄清楚神经束的功能成份，从40年代到现在有许多学者在研究神经束功能的鉴别问题，较有代表性的工作是：

组织学连续切片法（Sunderland），电刺激法（Hakstian），乙酰胆碱脂酶组化法（Gruber, Karnovsky-Roots），醋酸浸渍分离法（一军大，中山医大），组织化学法（一军大），自然分束法（一军大，北京军区总医院）。

40年代，Sunderland采用组织学连续切片追溯研究方法，从神经分支进入神经干后对各支的功能定位作出断面图谱，直至目前仍为临床医师手术定位的参考依据。但这种图谱还不是神经纤维直接的显示，只是一种推论的证据，由于图谱断面过多，距离不一，难以记忆，应用上不便。

60年代，Hakstian利用直流电，在手术时直接刺激神经的断端。刺激近端时，伤员有痛感的是感觉束，无痛感的为运动束；刺激远端时，肢体有肌肉收缩反应的为运动束，无肌肉收缩反应的为感觉束。但此法也有一定局限性：新鲜的神经损伤可以检查，陈旧性神经损伤，远端已发生溃变者难于检查；伤员只能在局麻下进行，还要得到伤员的配合，由于伤员对电刺激后的痛觉反应个人差异很大，缺乏严格的科学标准。

70年代，Gruber根据运动神经纤维中，乙酰胆碱脂酶含量较多的特点，用组织化学的方法，将三种功能成份的神经纤维加以显示，在形态学直接显示上有较重要的依据。可惜这种染色反应要经过2~3天的孵育时间，手术的实用上尚有较大距离。

80年代，我们解剖教研室与中山医科大学、北京军区总医院等临床单位协作，针对神经缝合修复的有关要求，在神经束的定性和定位研究上，先后用醋酸滴浸法对Sunderland的图谱作了等距离化的改进，对Gruber的组化法缩短了孵育时间（约1小时），并提出自然分束简便实用的方法，为临床上选择神经缝合法提供形态学上的依据。

（四）选择神经缝合方式的解剖学依据

1、近年的学术会议和国内文献中，对神经外膜缝合法（包括外膜束膜法）和神经束膜缝合法（包括束组缝合法）的疗效评价尚有争议。一些学者认为神经束膜缝合法优于外膜缝合法；另一些学者认为外膜缝合法优于束膜缝合法；有的认为两者无显著差异，但因束膜法操作较难，故倾向于倡用外膜缝合法。

2、我们在参加这些学术讨论时发现，众多的实验性或临床性研究中，在评价神经缝合时，由于忽略了解剖学依据这个重要的环节，是导致争论不休、是非难辨的症结所在。

3、神经干内结构与缝合方式的关系

目前临床上应用缝合方法，各有其优缺点，关键在于结合神经干的形态学特点，有针对性地择优选。选择缝合法的解剖学依据，概略地可按下列原则进行分析：

（1）依据神经束的性质，用碳酸酐酶或乙酰胆碱脂酶组化法，可将三种功能性质不同的神经纤维明确地加以区分。运动纤维：轴区乙酰胆碱脂酶反应阳性；感觉纤维：轴区乙酰胆碱脂酶反应阴性；交感纤维：为无髓纤维，聚集成块状，乙酰胆碱脂反应强阳性。

上述纤维聚居成束，各束的成份可以是单一的神经束，也可以是混合的神经束。当单一的神经束逐步混合时，初期是两种不同的功能纤维贴附在一起，进一步则互相交错嵌合，更进一步则完全混合。混合束：宜选用神经外膜缝合法；单一束：宜选用神经束膜缝合法。混合束神经纤维已混合，不论将哪个神经束分离开来再行缝合，对神经纤维的功能定位并无帮助，若加以分离，对神经束的血供损伤机会较多，创伤反应较大，有弊而无利，故宜选用外膜缝合法，单一性神经束存在处，若行束膜缝合，可以得到确切的功能定位，故宜选用束膜缝合法。

(2) 依据神经干的不同部位。神经干近端：宜选用外膜缝合法；神经干远端：宜选用束膜缝合法。在肢体近端的神经干一般均为混合束，采用外膜法的效果较好。近年学术会议及文献报道中的不少动物实验设计，多选在肢体近端切断神经干后，再作外膜缝合法与束膜缝合法的疗效对比，这种实验部位，因神经干内多已成混合束，理所当然地，容易得出外膜缝合法优于束膜缝合法的结论。但在神经干的远端，运动神经束(组)与感觉神经束(组)多已完全分开，这些神经束(组)间的疏松结缔组织都较多，容易分离，若选用束膜(或束组)缝合法，效果较好。

(3) 依据神经干内结缔组织的多寡。结缔组织量少：宜选用外膜缝合法；结缔组织量多：宜选用束膜缝合法。周围神经的外膜结缔组织，不但包绕在神经干周围，也延伸到干内的神经束之间。不同的神经和不同的部位，神经干的结缔组织与神经束占据神经截面的比例相差悬殊。结缔组织所占比例少至22%，多至80%。在结缔组织含量少的部位，进行干内手术分离困难，强行分离时创伤反应较大；而两端神经束接触的机会较多，故宜选用外膜缝合法。在结缔组织含量多的部位，干内分离容易，而神经束不加以固定对合，两端接触的机会较少，故宜选用神经束膜缝合法。

(4) 依据神经干截面上各束的定性和定位。上述三种原则是比较概略的分析，虽然多数部位适用，但仍有一些部位有其特殊的情况，若要做到精确的合理对位，最好能依据每一神经具体断面上的定性和定位情况加以处理。例如：桡神经近腋窝处，虽然以混合束组为主，但仍有两个较小的单一束组：即肱三头肌运动束和前臂后皮神经感觉束组。因此，在桡神经近端，精细合理的对位缝合，宜行三个束组的缝合。

(五) 四肢主要神经干的应用要点

1、正中神经。远端多为感觉束，只有鱼际肌为运动束组，应先将桡侧的运动束组进行束组缝合后，其他感觉束组也可考虑进行束组缝合(此处结缔组织含量多)。在肘关节附近，支配前臂屈肌的束组分居神经干前端和后端，可选用束组缝合法。在上臂均为混合束，可选用外膜缝合法。2、尺神经。在前臂下端，感觉束组居前，运动束居后，宜用束膜缝合法。前臂中部，有一境界分明的手背感觉束组，是术中重要的辨认标志。上部尺神经已混合，宜用外膜缝合法。3、桡神经。在臂下部运动束组居后，感觉束组居前，宜选用束膜缝合法。臂中部已混合，但运动为主的纤维居内，感觉为主的纤维居外，呈贴附状态，选用外膜缝合法时，注意防止扭偏。臂上部有混合、运动和感觉三个境界清楚的束组，宜选用束组缝合法。4、肌皮神经及腋神经。以运动神经纤维为主，一般可用外膜缝合法。5、坐骨神经。在股后部，胫神经与腓总神经分成两大束组，可作大束组缝合法(实为两神经外膜缝合法)。腓浅神经主要为感觉束，腓深神经主要为运动束组，故宜用束膜缝合法。需要特别注意

的是，在腓骨颈以上至腓窝，支配肌肉为主的腓深神经束组先居神经的后内侧，上行至腓窝则旋转180度，居于前外侧，在行束组缝合时，要予以认清。

三、周围神经自然分束的临床应用

按照上述神经干内功能束的鉴别和局部定位，确能帮助外科医师在周围神经修复上，手术做得越发精确细致，功能恢复的效果日益提高。但是要求一个非专科医师熟练掌握神经的精确定位，还是比较困难的。为了便于基层医疗单位掌握，便于野战外科早期抢救时普遍掌握，北京军区总医院骨科建议并协助我们研究一种易于掌握和推广的周围神经自然分束法。

因为周围神经近端多已成混合束，通常宜选用外膜缝合法，对神经干内结构可不太强调。但在远端，各种不同功能的束组，实质上就是各种神经分支进入神经干后的延续。利用神经分支进入神经干后，束组间疏松结缔组织多，容易分离的特点，我们简单分为三段：

(一) 无损伤分离段 以神经分支为基础的束组之间，全由结缔组织相连，手术时极易分离，且不损伤神经纤维的一段。

(二) 可强行分离段 神经束组间，开始有少量神经纤维交错，分离时仍较容易，对神经纤维损伤较少的一段。

(三) 不能分离段 神经束组间已有大量神经纤维交错，分离困难，即使勉强撕切开对神经纤维损伤过大，不宜于分离的一段。

据上述分段原则，无损伤分离及可强行分离段的总长度，是外科手术时可以利用，作为功能束组对位缝合的部位。操作时，主要依据神经分支自然束组进行追踪，无需对照神经断面图谱，也不怕创伤破坏时造成的移位和扭偏现象，简易可行，确实可靠，值得推广。

四、周围神经的血供与神经移植

(一) 周围神经血供丰富 根据我们的研究，整个神经干血管非常丰富，虽然进入神经时血管多呈节段性，但进入神经后，形成一个完整的、吻合充分的纵行血管网。各级血管如下：神经伴行血管：发出节段性分支进入神经。神经外膜血管网：是纵行吻合的血管网。神经束间血管网：纵行吻合的血管网。神经束微血管网：进入神经束膜后，已成微血管网。

(二) 神经再生与血供有关 神经缺损过长时，通常采用的修复办法是移植一段神经，作为再生纤维通过的桥梁。传统的神经移植是不带血管的，若移植的神经过长，或截成数段组成电缆式时，均有可能由于血供不足，出现中心坏死或缺血后纤维结缔组织增生，以致影响再生纤维通过的成功率。近年的实验性研究和临床研究均证明，吻合血管或带蒂移植的神经移植段，其效果均比不带血供的游离神经移植好。因为有血供的移植神经，其清除溃变性碎屑和雪旺氏细胞的增生均比无血供的神经快得多，为再生的

神经纤维，提供了有利的通过条件。

(三) 吻合动、静脉的神经移植 由于周围神经内血管纵行吻合十分丰富，因此吻合其中较主要的一组伴行血管，就能供养很长的神经移植段。近年已应用于临床及有可能应用的吻合血管的神经有：1、桡浅神经（桡血管）（Taylor）；2、腓浅神经（腓浅血管）（一军大）；3、隐神经（膝降血管）；4、腓肠神经（腓肠皮血管）；5、耳大神经（枕血管）。

(四) 只吻合静脉的神经移植 由于皮肤的动脉均较细小，而皮肤静脉均较粗大，故在移植皮神经时，为了便于操作，也可采用只吻合静脉移植皮神经的方法。不过将移植物置于受区时，必需将静脉倒置，避免瓣膜影响血流通过。现在已用于临床的有：1、腓肠神经（小隐静脉）（华山医院）；2、桡浅神经（头静脉）（西安医大）。

(五) 带血管蒂或皮瓣移位法 若不能作血管吻合，也可以从邻近的部位取材，连同血管蒂或皮瓣移位修复附近的神经缺损。现已应用的有：1、桡浅神经带蒂修复桡神经干（中山医院）；2、前臂内侧皮神经移位修复正中神经（华山医院）。

五、用骨骼肌桥接长段神经缺损

神经移植法虽然行之有效，但供体来源是采取移东墙补西墙的办法，严重地损害供区的神经功能。而且常用供区的皮神经都比较纤细，难于满足大神经干缺损的需要。为此，我们于1985年探索了取材来源丰富，操作方法简易的骨骼肌移位，作为修复材料，初步获得成功。

(一) 实验性研究（一军大） 将大白鼠坐骨神经游离，切除8 mm一段（已相当于动物坐骨神经全长的一半），以造成神经缺损。然后将邻近的大收肌移位桥接神经缺损，实验证明再生神经纤维能顺利地通过缺损部位，长入远段神经。若不行骨骼肌桥接的对照动物，其再生神经无法通过，形成断端神经瘤，不能通过缺损部位，证明骨骼肌可以引导再生神经纤维的通过。

(二) 临床应用（解放军总医院） 在动物实验取得成功的基础上，解放军总医院已于1985年12月开始用于临床，有3例伤员手术后进行观察，随访结果即将进行报道。

六、静脉段桥接神经缺损

目前神经移植方面有一种新的尝试，取一段比断裂神经口径略大的静脉桥接在缺损神经的两端间，使近端再生的神经纤维得以通过，在实验及临床上均有初步可喜的结果。

七、神经远端缺损的神经植入法

运动神经的再生纤维，必须与运动终板联结后，才能使骨骼肌恢复收缩的功能。但临床上，特别是火器伤或抽脱伤时，远段神经已无法找到，用神经移植和缝合的方法无

法解决时，目前临床已采用了神经埋入的新处理方法。

(一) 神经植入法在国内的应用 301医院、89医院、中山医院、同济医大协和医院。

(二) 动物实验及临床研究 神经纤维出芽再生(6周)；新生神经纤维与终板连接(8周)；肌纤维恢复功能(12周)；临床4例中2例在10个月后肌力恢复至4~5级。

(三) 动物实验证明，神经植入法加神经缝合法优于单纯的神经植入组和神经缝合法 故建议临床上进行神经缝合后有多余的运动神经，应将其植入到肌腹中，以增加功能恢复的程度。

八、神经束膜的解剖特点与灼性神经痛

(一) 神经束膜的结构 外层：为致密的结缔组织；内层：为板状排列的神经束膜上皮；血管：斜穿束膜，故束膜受压紧张时易缺血；淋巴管：束膜内无淋巴管存在，故束膜内出现水肿时，得不到淋巴管的引流。

(二) 神经束膜的功能 屏障作用：能防止大分子物质通过，有屏障保护和抗感染等作用；保持束内正压：故神经束切断后，断面上有蘑菇样轴浆膨出；束膜上皮主动输送物质作用：通过上皮细胞的胞饮作用出现的功能。

(三) 灼性神经痛 病因：枪弹高速震荡伤。据301医院的研究，很大一部份的灼性神经痛，与火器伤的高速震荡有密切的关系。变化：实验研究证明，枪弹高速震荡伤后，神经内氧分压下降，神经内液压升高，胶原含量增加。束膜屏障作用不利降压，缺淋巴管不利于水肿液引流。处理：束间松解和束膜切开减压。301医院认为，束膜切开减压对灼性神经痛的疗效很好，值得推广。认识：神经束膜因具屏障作用，传统上强调应予保护，不要破坏其正常功能。根据火器震荡伤有压力升高的变化，又无淋巴管引流的情况，切开束膜可以解除压力。

九、周围神经缝合法治疗截瘫的探讨

截瘫是脊髓断裂性损伤的结果，治疗困难，伤员痛苦，是国内外科攻关的一个重点。但近年对如何恢复脊髓这段中枢神经的研究，尚缺乏突破性的成果。因此，有一些单位，试图从周围神经缝合再生方面进行一些探索。哈尔滨医大和上海市第九人民医院进行了动物实验和临床应用。手术方式是将下位的肋间神经分离出来，通过前路使其与股神经根部缝合起来；通过后路与马尾神经缝合起来。从结果上看，伤员下肢的肌电开始出现，但力量微弱，达不到引起动作的程度，伤员主诉下肢其他不舒适的感觉有所改善。

为了评价这种手术设计，1986年我们研究了有关的形态学依据。我们在新鲜尸体上取材，制成切片，用组化法显示下位胸神经和股神经的构造和神经纤维数量，主要有如下结果：

1、神经干截面积比较：设股神经截面积为100%；第11肋间神经后段为12%，前段为5%；肋下神经后段为8%，前段为4%。

2、神经束面积的比较：设股神经为100%；第11肋间神经后段为6%，前段为3%；肋下神经后段为7%，前段为2%。

3、运动神经纤维数量的比较：设股神经为100%；第11肋间神经后段为11%，前段为1.4%；肋下神经后段为6%，前段为2%。

我们从解剖学角度进行评价时，考虑到肋间神经干内运动纤维含量不多，特别是分离到能与股神经或马尾神经缝合的长度时，运动神经纤维已经很少，难于带动下股粗大的肌块，有如“蚂蚁拖大象”，动力不足，很难取得明显的效果。

(二)用闭孔神经分支转位与阴部神经缝合 考虑到阴部神经能支配肛门外括的肌和尿道外括的肌，故从解剖学基础提出用闭孔神经转位与阴部神经缝合，试图治疗截瘫后的大小便失禁问题。鉴于闭孔神经发自2、3、4腰髓，而阴部神经发自2、3、4骶髓，两者在脊髓中位置接近，所以这种术式适应症范围小，局限性大。

十、其 他

近年来，临床上还不断开展一些新的周围神经术式，包括移植术、移位术或吻合血管但带神经蒂的半游离移植术，如：1、面神经移植术；2、舌下神经与面神经缝合术；3、副神经与面神经缝合术；4、膈神经与臂丛缝合术；5、肋间神经与臂丛缝合术；6、肩胛下神经与肌皮神经缝合术；7、胸背神经与肌皮神经及腋神经缝合术；8、喉返神经与迷走神经缝合术（或埋入术）；9、腓肠肌半游离移植修复股四头肌；10、股薄肌半游离移植修复对侧股直肌。

这些术式，均涉及供区和受区神经干内的神经束功能、份量多寡、局部定位、能转移的长度和可及范围等问题。

周围神经的修复，主要目的是恢复功能，手术要求非常精确，希望有简易可靠的周围神经应用解剖学的研究配合。周围神经修复的外科手术正在日新月异地向前发展，不断地向周围神经基础理论研究提出新的要求。为此，我们搞应用解剖学研究的基础理论工作者，一定要向临床工作的同志们学习，跟上临床发展的形势，为创伤外科的发展，做好配合工作！