

# 脊髓损伤修复与护理

焦守凤等 主编



吉林科学技术出版社

# 脊髓损伤修复与护理

焦守凤 等 主编

 吉林科学技术出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

脊髓损伤修复与护理/焦守凤等主编. —长春: 吉林科学技术出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-5384-7840-2

I. ①脊… II. ①焦… III. ①脊髓疾病—损伤—诊疗 ②脊髓疾病—损伤—护理 IV. ①R744 ②R473.74

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第125385号

## 脊髓损伤修复与护理

---

主 编 焦守凤 等

出 版 人 李 梁

责任编辑 孟 波 张伟泽

书籍装帧 山东麦德森文化传媒有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

字 数 558千字

印 张 21.25

印 数 1-3000册

版 次 2014年7月第1版

印 次 2014年7月第1次印刷

---

出 版 吉林科学技术出版社

发 行 吉林科学技术出版社

地 址 长春市人民大街4646号

邮 编 130021

电 话 0431-85635171

印 刷 吉林省显达印务有限公司

---

书 号 ISBN 978-7-5384-7840-2

定 价 36.00元

# 编委会

## 主 编

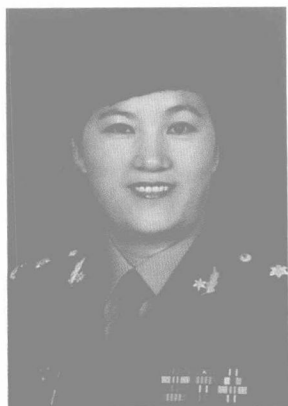
焦守凤	孙得美	张 静	夏晓静
李素芬	李 坤	王小洁	杨秀丽
杨立君	张红侠		

## 副主编

王培芳	寇丽丽	米 娜	赵晓莎
焦明利	马 楠	尹 慧	孙 艳
石磊平	高平平	林胜男	田 红
赵永英			

## 编 委

孙璐瑶	卢玉霞	张 芬	朱衍瑾
韩 静	赵玲玲	孙 雪	韩 艳
衣雪青	商光燕	张永豪	王 晓
耿 雪	耿 莉	何方方	丁 丽
赵 晗	邓丽婷		



## 焦守凤

2003年于第四军医大学本科毕业，现任济南军区总医院脊髓修复科护士长，副主任护师，济南护理学会科普专业委员会副主任委员，济南军区显微外科专业委员会护理学组常务委员。发表学术论文十余篇，参编著作六部。



## 孙得美

女，本科，毕业于吉林大学。现任济南军区总医院脊髓修复科（生物治疗康复中心）病区护士长，护师，从事护理工作九年。主要专长：各类创伤、肿瘤、炎症等原因造成的脊髓损伤及多发性创伤致急、危重患者的抢救及护理；小儿脑瘫、中风后遗症、脑外伤及后遗症、基因遗传等重大疾病及保健、美容等应用于细胞治疗的护理；西医与传统医学相结合的康复护理。发表论文五篇，主编两部。



## 张静

女，本科，毕业于咸宁医学院。现任济南军区总医院脊髓修复科（脊柱创伤外科）病区护士长，主管护师，从事护理工作八年。在《护理研究》、《护士进修杂志》等统计源核心期刊发表论文三篇，参与编写著作两部。

# 前 言

脊髓是中枢神经系统中较易受到损伤的部位。随着社会经济的发展及生活节奏的加快,脊髓损伤的发生日渐增多,且脊髓损伤造成的后果是终身的、突然的及毁灭性的,常使病人丧失正常的生理功能及工作、生活的能力,这不仅给病人造成了极大的心理和生理痛苦,而且给国家、社会和家庭带来了沉重的负担。

本书内容共分八章,对脊髓损伤修复与护理做了系统全面的阐述,内容涵盖了脊髓的结构特点及功能解剖、脊髓损伤、脊髓损伤的发病机制、脊髓损伤后的生化改变、脊髓损伤的修复、脊髓损伤的康复、脊髓损伤的护理、脊髓损伤的并发症及其护理。本书内容翔实、语言精炼、定义准确、概念清楚,具有较强的专业性、实用性和科学性,对于脊髓损伤修复与护理相关工作具有指导意义。

由于编写时间仓促,加之编者水平和经验有限,书中难免有不尽完善之处,祈盼广大读者批评指正。

焦守凤

2014年3月

# 目 录

第一章 脊髓的结构特点及功能解剖	(1)
第一节 脊髓的解剖结构	(1)
第二节 脊神经	(12)
第三节 脊髓的血供	(15)
第四节 脊髓的功能解剖	(19)
第五节 脊髓的功能紊乱	(23)
第二章 脊髓损伤	(25)
第一节 脊髓损伤的发生	(25)
第二节 脊髓损伤的临床表现	(29)
第三节 脊髓损伤的临床经过及其特征	(43)
第四节 脊髓损伤的检查及诊断	(50)
第三章 脊髓损伤的发病机制	(53)
第一节 脊髓损伤的病理	(53)
第二节 脊髓损伤的病理生理	(58)
第三节 脊髓损伤的发生机制	(60)
第四节 脊髓损伤后内源性保护和修复因子	(65)
第五节 神经生长因子与脊髓损伤	(66)
第六节 神经营养因子与脊髓损伤	(73)
第七节 血小板源性生长因子与脊髓损伤	(93)
第四章 脊髓损伤后的生化改变	(98)
第一节 水与电解质的改变	(98)
第二节 神经递质的改变	(100)
第三节 乳酸盐的改变	(110)
第四节 P 物质	(111)
第五章 脊髓损伤的修复	(116)
第一节 脊髓吻合	(116)
第二节 脊髓移植	(118)

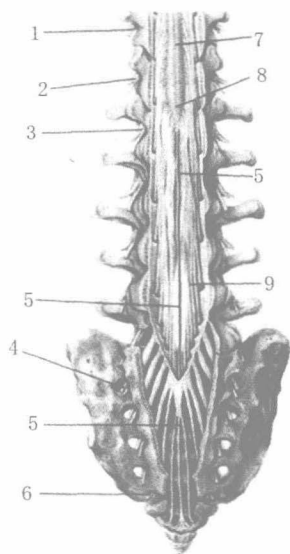
第三节	周围神经及雪旺细胞移植	(123)
第四节	脊髓损伤的生物治疗	(134)
第五节	胚胎中枢神经组织移植	(142)
<b>第六章</b>	<b>脊髓损伤的康复</b>	<b>(151)</b>
第一节	脊髓损伤的康复评定	(151)
第二节	脊髓损伤后辅助器具的使用	(161)
第三节	脊髓损伤后的运动治疗	(176)
第四节	脊髓损伤后的作业治疗	(247)
第五节	脊髓损伤后的精神与心理康复	(257)
<b>第七章</b>	<b>脊髓损伤的护理</b>	<b>(275)</b>
第一节	脊髓损伤的康复护理	(275)
第二节	脊髓损伤的家庭护理	(283)
<b>第八章</b>	<b>脊髓损伤的并发症及其护理</b>	<b>(286)</b>
第一节	压疮	(286)
第二节	高热与低温	(291)
第三节	关节挛缩	(293)
第四节	异位骨化	(295)
第五节	痉挛	(298)
第六节	失用性骨质疏松	(302)
第七节	深部静脉血栓	(306)
第八节	肺栓塞	(308)
第九节	外伤后脊髓空洞症	(312)
第十节	脊髓损伤后顽固性疼痛	(315)
第十一节	呼吸衰竭及肺部感染	(317)
第十二节	心血管系统功能紊乱	(319)
第十三节	排尿障碍及泌尿系感染	(322)
第十四节	肠道功能障碍	(325)
第十五节	脊髓损伤后性功能障碍	(329)
	<b>参考文献</b>	<b>(332)</b>



# 第一章 脊髓的结构特点及功能解剖

## 第一节 脊髓的解剖结构

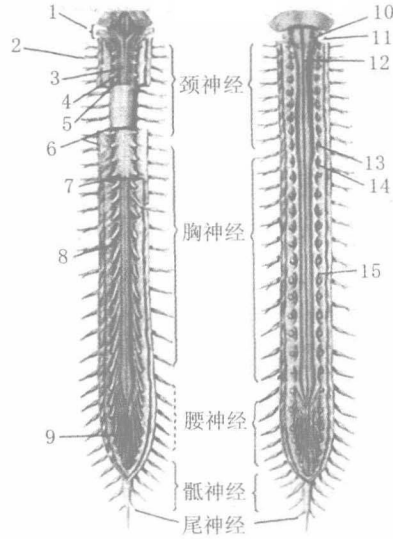
脊髓位于椎管内、外观为前后扁圆形柱状,上端较大在枕大孔处与延髓相续,下端变尖成为脊髓圆锥,再向下延续伸出一条无神经组织的细长索状物,称为终丝。成人第一腰椎以下的椎管内无脊髓,腰、骶和尾神经前、后根在穿出相应的椎间孔之前,在椎管内下行较长一段距离,它们围绕终丝成为马尾(图 1-1)。成人脊髓全长约 40~50 cm,男性平均约 45 cm,女性平均约 42 cm。



1. 第十一胸神经;2. 第十二胸神经;3. 第一腰神经;4. 第一骶神经;5. 终丝;6. 第五骶神经;7. 后正中沟;8. 脊髓圆锥;9. 马尾

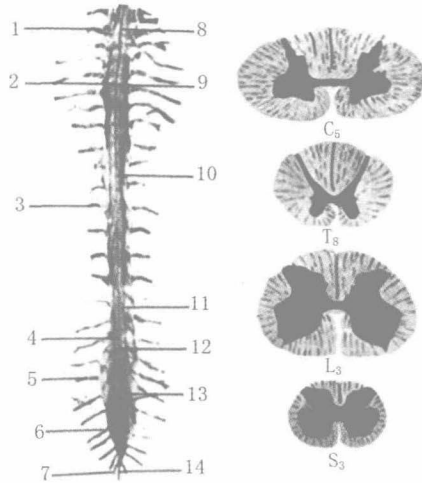
图 1-1 马尾与终丝关系

脊髓下端位置变动约在  $T_{12} \sim L_3$ , 中国成年人常见相当于  $L_1$  下  $1/3$  和  $L_2$  上  $2/3$  部位, 儿童多平于  $L_2$ 。脊髓全长粗细不均, 颈腰有两处特别膨大; 上端为颈膨大, 位于  $C_4 \sim T_1$  之间, 由控制上肢的神经元和神经纤维构成; 下端为腰骶膨大, 位于  $L_2 \sim S_3$  之间, 由控制下肢的神经元和神经纤维构成(图 1-1, 图 1-2a、1-2b)。



1. 第IX、X、XI脑神经;2. 脊神经节(第二颈神经);3. 后正中沟;4. 后中间沟;5. 后外侧沟;6. 硬脊膜;7. 脊髓蛛网膜;8. 齿状韧带;9. 马尾;10. 舌下神经;11. 副神经;12. 前正中裂;13. 前根;14. 后根;15. 齿状韧带

图 1-2a 脊髓前后面观



1. 颈神经;2. 脊髓前动脉;3. 胸神经;4. 腰骶膨大;5. 腰神经;6. 骶神经;7. 尾神经;8. 颈髓;9. 颈膨大;10. 胸髓;11. 腰髓;12. 根动脉;13. 马尾;14. 终丝

图 1-2b 脊髓两个膨大和横切面

## 一、脊髓的外部结构

### (一) 脊髓的被膜

共三层,从内到外分为软脊膜、蛛网膜和硬脊膜。

#### 1. 软脊膜

软脊膜紧包在脊髓外面,不易与脊髓实质分开,富有血管,又称血管膜。在两侧脊神经前、后根之间,软脊膜增厚形成两条与脊髓相等长的多个三角形突起称齿状韧带。其尖端穿过蛛网膜

附着在硬脊膜内面,对脊髓起到固定作用,以防止其左右摆动。

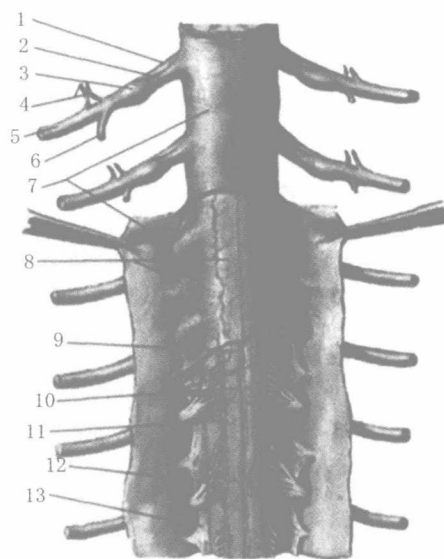
### 2. 脊髓蛛网膜

蛛网膜是紧贴在硬脊膜内面的一层薄而透明的膜,其上方于枕大孔处与脑蛛网膜相连,下方在  $S_2$  平面形成盲端。蛛网膜内方为充满脑脊液的脊髓蛛网膜下隙,在此下隙后方正中中部有蛛网膜背侧隔,对脊髓起固定作用。

脊髓蛛网膜下隙在脊髓周围较狭,在其下端  $S_2$  平面处特别扩大,称为终池,有大量脑脊液泡着马尾。

### 3. 硬脊膜

位于脊髓最外层,上方与硬脑膜相连,其下方于  $S_2$  处形成一盲端。硬膜前方与后纵韧带相连,后方与黄韧带、椎板之间无任何联系,其中填充着许多脂肪。硬膜与椎管内膜之间有一个空隙称为硬膜外间隙。正常情况下填充着许多脂肪、淋巴管和血管,其中有椎间孔动脉分支和椎管内静脉丛。硬膜外脂肪较疏松,易分离,当椎管狭窄时,脂肪组织往往缺如。由于椎管前方硬膜与后纵韧带相连,手术波及此处应小心分离,以免发生血管破裂引起大出血(图 1-3)。



1. 脊神经前根;2. 脊神经后根;3. 脊神经节;4. 灰白交通支;5. 脊神经;6. 脊神经后支;7. 硬脊膜;8. 蛛网膜;9. 后内侧沟间皮隔;10. 蛛网膜下隙;11. 软脊膜;12. 后根根丝;13. 齿状韧带

图 1-3 脊髓被膜和神经根(后面观)

### (二) 脊髓的沟裂

脊髓表面有纵行的沟裂,共有 5 种 8 条。

#### 1. 前正中裂

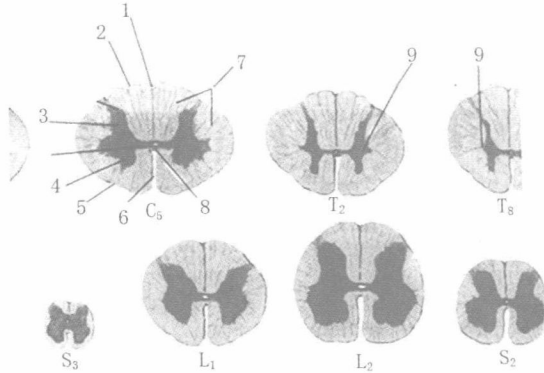
最深,位于脊髓前方正中,深达脊髓前后径的前  $1/3$  处,其外侧有脊神经前根根丝附着的前外侧沟,脊神经前根沿此穿出脊髓,左右各一条。

#### 2. 后正中沟

此沟较浅,其外侧有后外侧沟,与前外侧沟相对应,有脊神经后根丝进入脊髓,也左右各一条。后正中沟底部有正中膈伸入脊髓两侧后索间,将其均等地分为左右两侧。

3. 后旁正中沟

位于脊髓颈段和胸段上部,在后正中沟与后外侧沟之间,左右各一条,为胸髓所特有,为该处脊髓内部薄束和楔束的表面分界线(图 1-4)。



1. 后正中沟;2. 后旁正中沟;3. 后外侧沟;4. 灰质前角;5. 前外侧沟;6. 前正中裂;7. 白质;8. 白质前联合;9. 侧角  
图 1-4 不同水平的脊髓横切面

(三)神经根

脊髓前外侧沟和后外侧沟相连的脊神经前根和后根,组成 31 对脊神经前根和后根,从相应的椎间孔穿出。腰、骶、尾的神经根在穿出相应的椎间孔之前,有一长段在椎管内通行,它们围绕终丝形成马尾。

二、脊髓的内部结构

(一)灰质

在脊髓横切面上外观呈 H 形,位于脊髓中部,系灰色区域,由神经细胞、部分神经胶质细胞和毛细血管构成灰质,其中心部分有一小孔称中央管,贯穿脊髓全长,其上方通第四脑室,下端在脊髓圆锥内膨大形成终室。

中央管前的横行灰质称灰质前联合,在灰质联合向两前侧方突出的部分称前柱或前角;向后侧突出的部分称后柱或后角。在胸、腰及骶髓前后角之间向外突出的灰质称侧柱或侧角(图 1-4、1-5)。

1. 后角(柱)

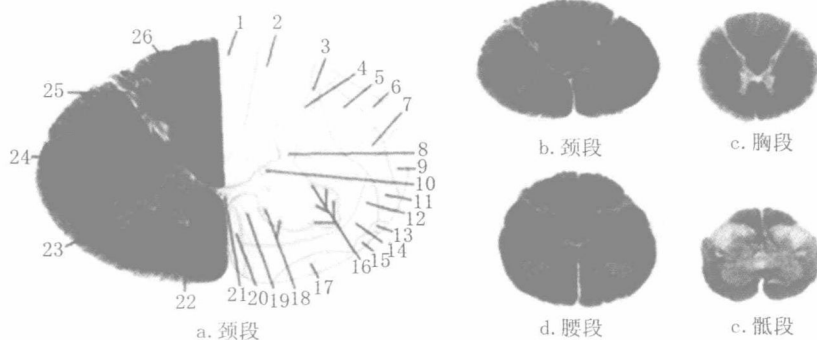
后角从前向后逐渐变尖,分为基、颈、头、胶状质和尖部。除后角边缘核,后角固有核及背核外,后角细胞一般比较小,且常呈多极,其神经元属于感觉性,接受后根传入脊髓的各种感觉纤维。与运动反射的调节及各节间联系有关。

后角边缘细胞占脊髓全长,在腰、骶髓最多,胸髓最少,此核的轴突参加构成对侧脊髓丘脑束。后角固有核亦占脊髓全长,在腰、骶髓最多。其发出纤维主要形成脊髓丘脑束。背核位于胸髓节和上腰髓节的后角基部,是脊髓小脑后束的起始核,神经后根内侧部的粗纤维降支多数纤维终止于此核,交换神经元后形成二级上行传导束。此外,还有胶状质、网状核,前者占脊髓全长,在腰髓和第一颈髓最发达,是接受传导伤害性和温度的后根纤维。网状核位于后角固有核外侧,与其间的许多纤维形成网状质,神经后根部分纤维和下行束止于此。

2. 侧角(柱)

位于 T<sub>1</sub>~L<sub>3</sub>,颈髓段无侧角,侧角内有交感神经节前细胞,接受内脏传入纤维,并传出内脏

运动神经元,支配内脏器官运动、汗腺分泌、血管运动和神经营养功能。第8颈髓节和第1胸髓节发出的交感神经元称睫状脊髓中枢,其发出的交感神经元与瞳孔、上睑板肌和眼眶运动有关。损伤时出现 Horner 征。在  $S_2 \sim S_4$  虽无侧角,其髓节前角的基部外侧,也有散在类似的细胞,称骶副交感神经核或脊髓副交感神经中枢,它们的轴突也经前根穿出脊髓至盆神经的副交感神经节,部分节后纤维与排尿、排便及性功能活动有关。



1. 薄束;2. 楔束;3. 缘层;4. 胶状质;5. 皮质脊髓侧束;6. 脊髓小脑后束;7. 红核脊髓束;  
8. 后角固有核;9. 脊髓小脑前束;10. 胸核;11. 脊髓丘脑束;12. 网状脊髓束;13. 脊髓顶盖束;14. 顶盖脊髓束;15. 橄榄脊髓束;16. 外侧核;17. 前庭脊髓束;18. 内侧核;19. 内侧纵束;20. 皮质脊髓前束;21. 中央管;22. 前索;23. 前角;24. 外侧索;25. 后角;26. 后索

图 1-5 脊髓的内部结构

### 3. 前角(柱)

短而粗,由大、中和小型运动神经元混合存在,主要是  $\alpha$  运动神经元和  $\gamma$  运动神经元,其轴突穿出脊髓构成脊神经前根,通过脊神经分布于骨骼肌。皮质脊髓束大部分纤维终止于前角。 $\alpha$  神经元在颈和腰、骶膨大处最发达,其发出纤维经前根、脊神经至骨骼肌的梭外肌。可使肌肉保持紧张和产生运动。 $\gamma$  神经元发出的纤维经前根、脊神经至骨骼肌的梭内肌,此神经元与肌梭内的感觉神经共同组成肌肉活动的监控系统,能平稳地执行正常的反射活动和随意活动。

#### (二) 白质

白质位于灰质周围,主要由许多纤维束组成,包括长的上行纤维束、下行纤维束和短的固有束。白质在灰质联合前后方,有横行纤维构成白质前联合和后联合。依它们所在部位分为:后索、侧索和前索(图 1-5)。

##### 1. 后索

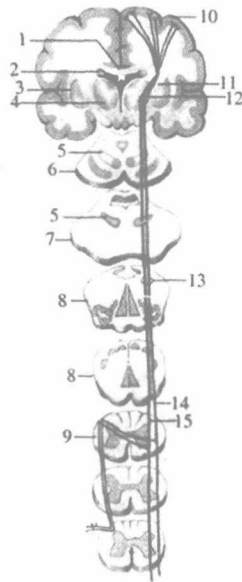
后索位于后正中沟与后外侧沟之间,侧索位于前、后外侧沟之间,前索位于前正中沟与前外侧沟之间。主要由脊神经后根上行纤维组成,在中胸段以上又由后旁正中沟分为内侧的薄束和外侧的楔束,中胸段以下全部是薄束。传导躯体同侧的体位感觉和精细的触觉。后索病变的特征为:病灶同侧病变部位以下意识性体位感觉和精细触觉减退或消失,而痛、温觉保存。因此,可以发生感觉性共济失调及后索性运动失调。

##### 2. 侧索

有下行束和上行束。

###### (1) 上行束。

1) 脊髓丘脑束:分为脊髓丘脑前束和脊髓丘脑侧束两组(图 1-6)。



1. 胼胝体;2. 尾状核;3. 豆状核;4. 背侧丘脑;5. 内侧丘系;6. 中脑;7. 脑桥;8. 延髓;9. 脊髓;  
10. 中央后回;11. 内囊;12. 腹后外侧核;13. 脊髓丘脑束;14. 脊髓丘脑侧束;15. 脊髓丘脑前束

图 1-6 躯干、四肢痛、温、触觉传导路(脊髓丘脑侧束和前束)

位于脊髓侧索前部和脊髓前索后外侧,主要传导对侧半身的痛、温觉,均经过白质前联后上行达丘脑。但脊髓丘脑前束传递触压觉,也交叉到对侧,所以只控制对侧的触压觉,但后索控制精细触觉,所以脊髓丘脑束损伤时,对触觉影响不大。

近年来,应用逆行传导技术证明,脊髓丘脑束的起始细胞,大多数为对侧的后角边缘核和后角固有核。这些细胞发出的纤维大部分经白质前联合交叉至对侧的侧索和前索。分别形成脊髓丘脑侧束和脊髓丘脑前束。脊髓丘脑侧束位于侧索中脊髓小脑前束内侧;脊髓丘脑前束位于前索内,与网状脊髓束的纤维混杂。传导内脏感觉、肛门和外生殖器区痛、温觉的一部分纤维,不交叉而行至同侧侧索和前索内,并加入脊髓丘脑束中上行。粗略触觉和压觉,借双侧脊髓丘脑前束和侧束传导(图 1-6)。因此,临床上一侧脊髓丘脑束损伤,低于病变水平 1~2 个脊髓节段对侧半身痛、温觉障碍,而内脏、肛门和外生殖器区痛、温觉障碍反不明显,双侧触觉减退或正常。

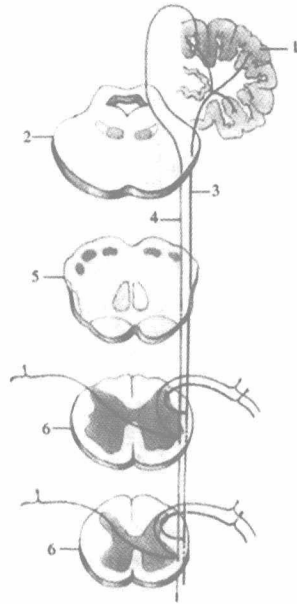
2) 脊髓小脑后束:起自后角背核,位于脊髓小脑前束之后方,传导来自同侧关节、肌腱及肌肉的传入冲动,经后根进入此核,由此核发出纤维向外经同侧侧索后部周边上行形成脊髓小脑后束,轴突向上经小脑下脚至小脑皮质,为共济运动反射的传入纤维。

3) 脊髓小脑前束:位于脊髓小脑后束之前方、侧索周缘,传导来自肌腱和肌肉的神经冲动、经后根进入脊髓止于后角,由此发出神经纤维大部分经白质前连合交叉至对侧,形成对侧脊髓小脑前束;不交叉的纤维形成同侧脊髓小脑前束,再上行经小脑上脚至小脑皮质,作用同脊髓小脑后束功能(图 1-7)。

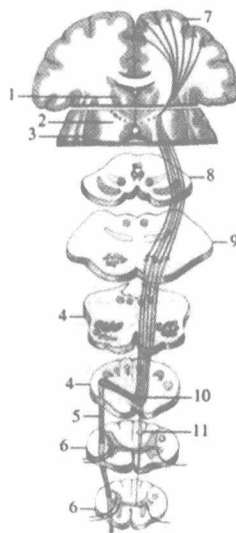
#### (2) 下行束。

1) 皮质脊髓侧束:位于脊髓小脑后束内侧和脊髓丘脑侧束的后方,为来自对侧大脑皮质下行的随意运动纤维,皮质脊髓侧束在脊髓的纤维排列由内向外依次为颈、上肢、躯干和下肢,此束在下行中陆续进入相应节段的脊髓灰质前角、支配上下肢的骨骼肌。此外,有少量未经交叉的皮质

脊髓束的纤维随皮质脊髓侧束下行,终止于同侧脊髓灰质前角,支配同侧肌肉。由于皮质脊髓前束控制同侧躯干肌,皮质脊髓侧束有部分纤维始终不交叉也控制同侧躯干肌,所以一侧皮质脊髓侧束损伤不会出现躯干肌瘫痪(图 1-8)。



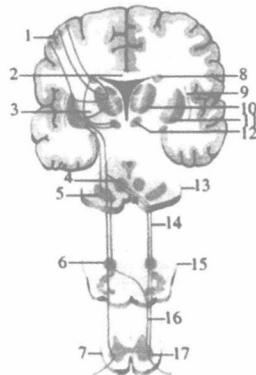
1. 旧小脑皮质;2. 脑桥;3. 脊髓小脑后束;4. 脊髓小脑前束;5. 延髓;6. 脊髓  
图 1-7 传向小脑的本体感觉传导路(脊髓小脑前、后束)



1. 背侧丘脑;2. 内囊;3. 豆状核;4. 延髓;5. 皮质脊髓侧束;6. 脊髓;7. 中央前回;8. 中脑;9. 脑桥;10. 锥体交叉;11. 皮质脊髓前束  
图 1-8 锥体系(皮质脊髓束:侧束和前束)

2)红核脊髓束:位于脊髓皮质侧束的前外侧,起自中脑红核背侧部、中间部和腹外侧部发出的纤维,分别下行交叉至对侧颈髓、胸髓和腰骶髓,终止于前柱,控制对侧肢体的姿势调节作用

(图 1-9)。



1. 大脑皮质;2. 胼胝体;3. 内囊;4. 红核;5. 黑质;6. 网状结构;7. 脊髓;8. 尾状核;9. 屏状核;10. 背侧丘脑;11. 豆状核;12. 底丘脑核;13. 中脑;14. 红核脊髓束;15. 延髓;16. 网状脊髓束;17. 前角

图 1-9 锥体外系(红核脊髓束和网状脊髓束)

3)网状脊髓束:起自脑干脑桥部和延髓的网状核。起自脑桥部分的下行纤维不交叉,下行至脊髓前索内侧部;而起自延髓部的纤维大部分交叉。下行至侧索中红核脊髓束前方。网状脊髓束占脊髓全长,终止于脊髓前柱和侧柱,此束对脊髓前柱的 $\alpha$ 和 $\gamma$ 运动神经元有易化性或抑制性作用,故有调节随意运动及某些反射作用(图 1-9)。

### 3. 前索

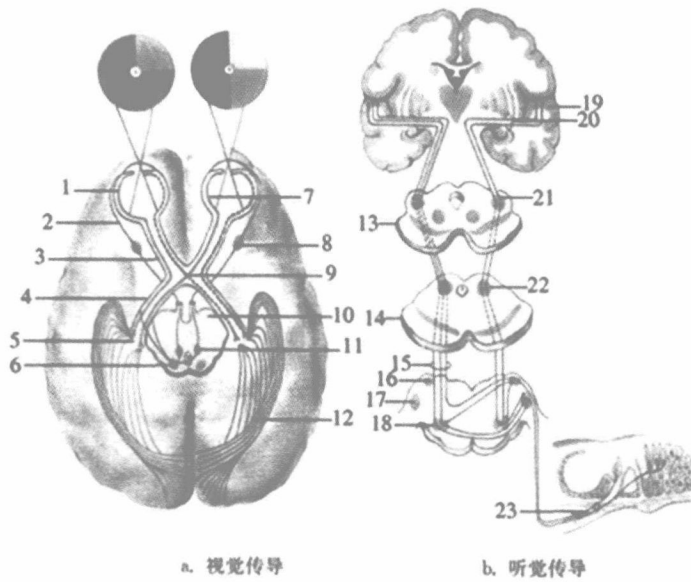
(1)皮质脊髓束:分侧束和前束,侧束位于侧索后方。前束位于前索前正中裂的两侧,由未交叉的锥体束纤维组成。下行过程中大部分纤维陆续经白质前连合交叉至对侧,终止于灰质或前角运动神经元;小部分纤维终止于同侧脊髓灰质或前角神经元。此束仅在颈、胸髓段完成,下方无此束存在。主要支配颈部和躯干部的骨骼肌(图 1-8)。

(2)顶盖脊髓前束:位于皮质脊髓前束外侧,大部分纤维起自上丘、下丘的深层,向前内绕过中央灰质,两侧纤维交叉下行至内侧纵束前方,形成顶盖脊髓前束。大部分纤维终止于上部颈髓,少部分纤维达于下部颈髓,终止于灰质前角,主要功能参与视觉及听觉的传出道路与视、听的姿势反射运动有关(图 1-10)。

(3)内侧纵束:位于顶盖脊髓前束后方,起自脑干前庭神经核、网状结构、上丘、中介核、连合核等。其下行纤维至前索的内侧部后,终止于上颈髓的前内侧运动神经元和中间节、小部分下行达腰段。其功能主要与调节颈部肌肉与眼球运动,并与平衡姿势反射有关(图 1-11)。

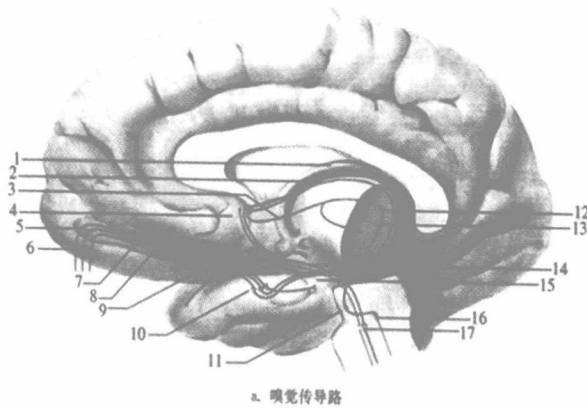
(4)前庭脊髓束:位于脊髓前索内,顶盖脊髓前束的外侧。起自前庭神经外侧核的不交叉纤维,其次起自前庭神经核的交叉纤维。其发出纤维(部分纤维伴随内侧纵束下行)大部分终止于颈髓、腰髓。少部分至胸髓。此束终止于前角,主要参与调节肌张力及维持身体平衡反射(图 1-11)。





1. 颞侧视网膜; 2. 副交感节后纤维; 3. 视神经; 4. 视束; 5. 外侧膝状体; 6. 顶盖前区; 7. 鼻侧视网膜; 8. 睫状神经节; 9. 视交叉; 10. 中脑; 11. 动眼神经副核; 12. 视辐射; 13. 中脑上丘平面; 14. 中脑下丘平面; 15. 外侧丘系; 16. 蜗神经后核; 17. 蜗神经前核; 18. 上橄榄核; 19. 颞横回; 20. 听辐射; 21. 内侧膝状体; 22. 下丘核; 23. 蜗螺旋神经节

图 1-10 顶盖脊髓束



a. 嗅觉传导路