

# 脊髓损伤

SPINAL CORD INJURY



沈慧勇 主编

中山大学出版社



中山大学出版社

责任编辑：忠平

封面设计：冒君

责任校对：曾育林

责任技编：黄少伟

# 脊髓损伤

SPINAL  
CORD  
INJURY



ISBN 7-306-02379-9



9 787306 023797 >

ISBN 7-306-02379-9

R·56 定价：96.00元



# 脊髓损伤

SPINAL CORD INJURY

沈慧勇 主编

中山大学出版社  
· 广州 ·

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

脊髓损伤/沈慧勇主编. —广州: 中山大学出版社, 2004.6

ISBN 7-306-02379-9

I. 脊… II. 沈… III. 脊髓疾病—损伤 IV. R651.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 078850 号

---

责任编辑: 忠 平

封面设计: 冒 君

责任校对: 曾育林

责任技编: 黄少伟

出版发行: 中山大学出版社

编辑部电话: (020) 84111996, 84113349

发行部电话: (020) 84111998, 84111160

地 址: 广州市新港西路 135 号

邮 编: 510275

传 真: (020) 84036565

印 刷 者: 番禺新华印刷厂有限公司

经 销 者: 广东新华发行集团

规 格: 889 mm × 1194 mm 1/16 40.75 印张 1160 千字

版 次: 2004 年 6 月第 1 版

印 次: 2004 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 96.00 元

---

本书如有印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换

# 前 言

脊髓损伤所致的截瘫给患者造成的生理、心理上的痛苦是正常人无法想象的，同时也给患者家庭以及社会带来了沉重的负担。随着工业、交通以及体育事业的不断发展，意外事故所致的脊髓损伤已经成为一个亟待解决的医学难题。

早在公元前 1550 年 Edwin Smith 就已对截瘫进行了描述，称之为不治之症（a disease that cannot be treated）。“发育成熟的哺乳动物的脊髓神经一旦损伤是不能再生的”，这句话像一条无形的桎梏束缚了人类 2000 多年。为了打破这一概念，人们在不同的领域，从不同的角度，用不同的方法，对脊髓损伤进行研究，尤其是近几年的研究有较大突破，发现只要提供合适的微环境，损伤的脊髓神经可以再生，脊髓功能也是可以恢复的。基础研究的成果使人们看到了脊髓损伤修复的一缕曙光。

基础研究的最终目的是应用于临床——本书的编写自始至终贯串了这一思想。基础研究领域，尤其是细胞移植及抑制因子的相关研究中出现的重大进展或突破作了较为详细而全面的描述。临床部分主要突出专科特色，希望为从事脊髓损伤工作的医护人员提供参考。

我们在综合脊髓损伤的相关文献后，针对当前脊髓损伤研究领域存在的问题，提出了自己的观点，希望与同行商榷。脊髓损伤的基础研究已取得巨大进展，但距临床应用的要求还有一定的差距。因此，尽量缩短基础与临床之间的差距，尽快将基础研究的成果应用于临床治疗，为患者提供有效的治疗方法，是我们共同的心愿，也是我们努力的目标。

本书编写时间仓促，参编人员的编写风格各异，加上我们水平有限，书中难免有欠妥或错误之处，希望大家多提宝贵意见。

沈慧勇

2004 年 6 月 6 日于羊城

# 序

随着社会的进步与卫生事业的发展，许多疾病在减少或被消灭。然而创伤，特别是脊柱脊髓损伤，随着工矿事业的发展、交通运输的高速化、体育运动的极限化及暴力伤害的出现，其发生率并未降低。相反，当今脊髓损伤在全球呈现高发生率、高致残率、高耗费率、高死亡率及其致伤者主为青壮年的特点，它已成为全球性医疗棘手问题。加强脊髓操作的基础研究，进一步提高临床综合治疗水平是社会及人民健康的需要，因而《脊髓损伤》一书的出版具有十分重要的意义。

该书把基础、临床与实验研究融为一体，系统地介绍了脊髓损伤相关的组织胚胎发育、解剖结构及病理生理知识。在实验研究部分不仅对实验动物制作、选择及动物脊髓功能评价作了介绍，更主要的是把近几年国内外在脊髓损伤研究领域的新进展，特别是结合作者自己突破性的研究成果，对脊髓损伤修复细胞移植及抑制因子等相关研究作了详尽的阐述。临床部分体现了国际近年倡导的五步治疗方案（five steps to a cure），即药物治疗、外科干预、细胞移植、克服再生障碍及尽早康复训练的原则。该书准确地反映了脊髓损伤研究最新进展与方向，图文并茂，内容全面，是医学生、进修生，特别是骨科或脊柱外科医生有价值的参考书和工具书。

该书主编沈慧勇博士是有着悠久历史的中国南方著名医院——中山大学附属二院（原岭南医院）的副院长及骨科副主任，他始终坚持在临床、教学、科研工作的第一线，长期从事脊髓损伤研究工作，获得有价值的突破性成果并得到全国同道的认同。

我和沈博士相识多年，他为人诚恳，勤奋好学，善于钻研，是我国优秀的年轻骨科医生之一。在他繁忙的业务和行政工作之余编写出如此全面、内容丰富的专著，实属难能可贵。我衷心地祝贺《脊髓损伤》一书的出版，它必将为我国从事脊髓损伤基础研究和临床工作的同道提供有益的帮助。

张光铂

2004年6月8日于北京

# 目 录

## 第一编 总 论

第一章 脊柱解剖 .....	( 3 )
第一节 椎骨 .....	( 3 )
第二节 椎管 .....	( 14 )
第三节 脊柱的连接 .....	( 19 )
第四节 脊柱的血供 .....	( 33 )
第五节 脊柱的生物力学 .....	( 37 )
第二章 脊髓发育 .....	( 44 )
第一节 神经管的形成和组织分化 .....	( 44 )
第二节 脊髓的发育 .....	( 47 )
第三节 神经嵴的发育 .....	( 51 )
第三章 脊髓解剖 .....	( 53 )
第一节 脊髓的位置、形态和节段 .....	( 53 )
第二节 脊髓结构 .....	( 54 )
第三节 脊髓被膜 .....	( 67 )
第四节 脊神经和脊神经节 .....	( 69 )
第五节 脊髓血供 .....	( 72 )
第四章 脊髓生理 .....	( 74 )
第一节 神经组织 .....	( 74 )
第二节 突触及神经递质 .....	( 85 )
第三节 感觉及运动功能 .....	( 98 )
第四节 脊髓反射 .....	( 109 )

## 第二编 脊髓损伤的临床研究

第五章 脊髓损伤的流行病学 .....	( 121 )
---------------------	---------

第一节	脊髓损伤的发病率	(121)
第二节	脊髓损伤的病因	(121)
<b>第六章</b>	<b>脊髓损伤后病理生理变化</b>	(124)
第一节	神经系统损伤的细胞反应	(124)
第二节	呼吸系统	(130)
第三节	循环系统	(134)
第四节	体温调节	(135)
第五节	植物神经	(136)
第六节	代谢变化	(142)
第七节	性功能的变化	(144)
<b>第七章</b>	<b>脊髓损伤的检查</b>	(147)
第一节	临床检查	(147)
第二节	脑脊液检查	(159)
第三节	影像学检查	(163)
第四节	电生理检查	(179)
<b>第八章</b>	<b>脊髓损伤的诊断</b>	(194)
第一节	完全性与不完全性截瘫	(194)
第二节	上运动神经元瘫痪和下运动神经元瘫痪	(197)
第三节	脊髓不同节段损伤的表现	(197)
第四节	脊髓损伤的评定标准	(200)
<b>第九章</b>	<b>脊髓损伤的鉴别诊断</b>	(204)
第一节	脊髓栓系综合征	(204)
第二节	脊髓出血性疾病	(205)
第三节	脊髓前动脉综合征	(206)
<b>第十章</b>	<b>脊髓损伤的治疗</b>	(208)
第一节	急救	(208)
第二节	治疗原则	(211)
第三节	非手术治疗	(217)
第四节	手术干预	(230)
<b>第十一章</b>	<b>陈旧性脊髓损伤的处理</b>	(232)
第一节	陈旧性脊髓损伤的诊断	(232)
第二节	陈旧性颈椎损伤合并颈髓损伤的治疗	(238)
第三节	陈旧性胸腰椎损伤合并脊髓损伤的治疗	(248)
第四节	陈旧性脊髓损伤的移植治疗	(251)



---

<b>第十二章 脊髓损伤的药物治疗</b> .....	(257)
第一节 甲基强的松龙 (Methylprednisolone, MP) .....	(257)
第二节 脱水和利尿剂 .....	(260)
第三节 抗兴奋毒性的治疗 .....	(261)
第四节 抗氧化剂和自由基清除剂 .....	(264)
第五节 神经生长因子 .....	(269)
第六节 阿片受体拮抗剂 .....	(271)
第七节 其他 .....	(272)
<b>第十三章 常用脊柱内固定器械的特点</b> .....	(274)
第一节 颈椎 .....	(274)
第二节 胸椎和腰椎 .....	(293)
第三节 骶椎 .....	(309)
<b>第十四章 脊髓损伤的并发症</b> .....	(314)
第一节 高热及低温 .....	(314)
第二节 褥疮 .....	(316)
第三节 神经系统 .....	(319)
第四节 呼吸系统 .....	(320)
第五节 泌尿系统 .....	(324)
第六节 消化系统 .....	(333)
第七节 心血管系统 .....	(336)
第八节 其他 .....	(337)
<b>第十五章 脊髓损伤后的功能重建</b> .....	(344)
第一节 脊髓损伤后手功能重建 .....	(344)
第二节 脊髓损伤后膀胱功能重建 .....	(359)
<b>第十六章 脊髓损伤的康复</b> .....	(374)
第一节 心理评定与治疗 .....	(374)
第二节 躯体功能评定 .....	(379)
第三节 功能锻炼 .....	(385)
第四节 神经肌肉电刺激 .....	(406)
第五节 物理因子治疗 .....	(409)
第六节 矫形器 .....	(413)
<b>第十七章 脊髓损伤的护理</b> .....	(415)
第一节 概述 .....	(415)
第二节 护理评估 .....	(415)

第三节	病人问题	(418)
第四节	护理目标	(419)
第五节	护理措施	(419)
第六节	颅骨牵引的护理	(433)
第七节	脊柱手术围手术期护理	(434)
第八节	评价	(436)
<b>第十八章</b>	<b>脊髓损伤动物模型及功能评价</b>	(437)
第一节	常用的动物模型	(437)
第二节	脊髓损伤肢体功能观察	(446)
<b>第十九章</b>	<b>脊髓损伤的病理变化</b>	(455)
第一节	脊髓损伤后的基本病理变化	(455)
第二节	脊髓损伤的病理分类	(458)
第三节	临床与病理联系	(462)
<b>第二十章</b>	<b>继发性脊髓损伤</b>	(466)
第一节	脊髓继发性损伤的病理基础	(466)
第二节	继发性脊髓损伤的发病因素	(473)
第三节	继发性脊髓损伤的治疗	(483)
<b>第二十一章</b>	<b>脊髓再生</b>	(493)
第一节	脊髓再生的方式	(493)
第二节	影响脊髓再生的因素	(493)
第三节	脊髓再生研究进展	(501)
<b>第二十二章</b>	<b>嗅鞘细胞移植修复脊髓损伤</b>	(510)
第一节	嗅鞘细胞及其生物学特性	(511)
第二节	嗅鞘细胞的免疫学特性及其在脊髓组织中的迁移特性	(518)
第三节	嗅鞘细胞体外分离、纯化及培养	(521)
第四节	嗅鞘细胞移植修复脊髓损伤的实验研究	(524)
第五节	嗅鞘细胞移植在临床上的初步应用	(532)
<b>第二十三章</b>	<b>微环境及神经再生的抑制因子</b>	(535)
第一节	代谢和能量的变化	(535)
第二节	局部血液循环的变化	(538)
第三节	功能性物质的变化	(541)
第四节	影响脊髓神经再生的因素	(547)
第五节	神经生长抑制因子	(554)

---

<b>第二十四章 神经营养因子及其作用</b> .....	(559)
第一节 神经营养因子的分类 .....	(559)
第二节 神经生长因子 .....	(560)
第三节 睫状神经营养因子 .....	(576)
第四节 胶质细胞源性神经营养因子家族 (GDNF 家族) .....	(581)
第五节 运动神经元营养因子 .....	(587)
第六节 非 NTFs 类因子 .....	(588)
<b>第二十五章 脊髓损伤修复研究的热点及存在问题</b> .....	(594)
第一节 目前基础研究的热点 .....	(594)
第二节 目前脊髓损伤的处理 .....	(600)
第三节 脊髓损伤研究中存在问题 .....	(601)
<b>附录：英汉名词对照</b> .....	(602)
<b>参考文献</b> .....	(615)

# 第一编

## 总论



# 第一章 脊柱解剖

## 第一节 椎 骨

在幼儿时期，椎骨共有 32~33 块，即由 7 个颈椎、12 个胸椎、5 个腰椎、5 个骶椎及 3~4 个尾椎组成。及至成年，5 块骶椎融合成一块骶骨，3~4 块尾椎融合成一块尾骨。因此颈、胸、腰段脊柱为活动部，骶尾段为不活动部，脊柱也可以说由 26 块脊椎骨组成（图 1-1）。

脊柱的前部由椎体与椎间盘组成，后部为各椎骨的附件，即椎弓、关节突、横突及棘突。脊柱前、后两部之间为椎管。

脊柱的结构需要合乎人类各种生理活动的力学特征。脊柱须足够坚固以支持体重。人的双目需有广阔的视野，要求头部能绕躯干旋转 270°。脊柱不宜负载过重，需要很好保护脊髓。脊柱具有足够长的杠杆作用，以保证附着其上的肌肉收缩时能朝各个方向运动。肋骨是所有重要腹肌的附着处，对控制腰椎运动有重要意义。

婴儿出生时，脊柱各部分结构都很相似，而且整个脊柱活动一致。成人各部分由于发育分化，特别是椎弓、关节突和附件出现很大差异。

每个典型脊椎骨可分为前方圆柱形的椎体（vertebral body）和后方板状的椎弓（vertebral arch）两部分。

椎体是椎骨负重的主要部分，由颈椎向下，椎体体积逐渐加大。椎体的周围为一层较薄的密质骨，内部主要为松质骨，由纵行及横行骨小梁构成（图 1-2）。椎体前面及外侧面有许多小孔，供营养血管通过；椎体后面居中有 1 个或 2 个大孔，椎体背侧营养动脉及椎体静脉由此通过。椎体的上、下面皆粗糙且周围稍隆起，椎间盘的纤维环附着周围稍隆起上。

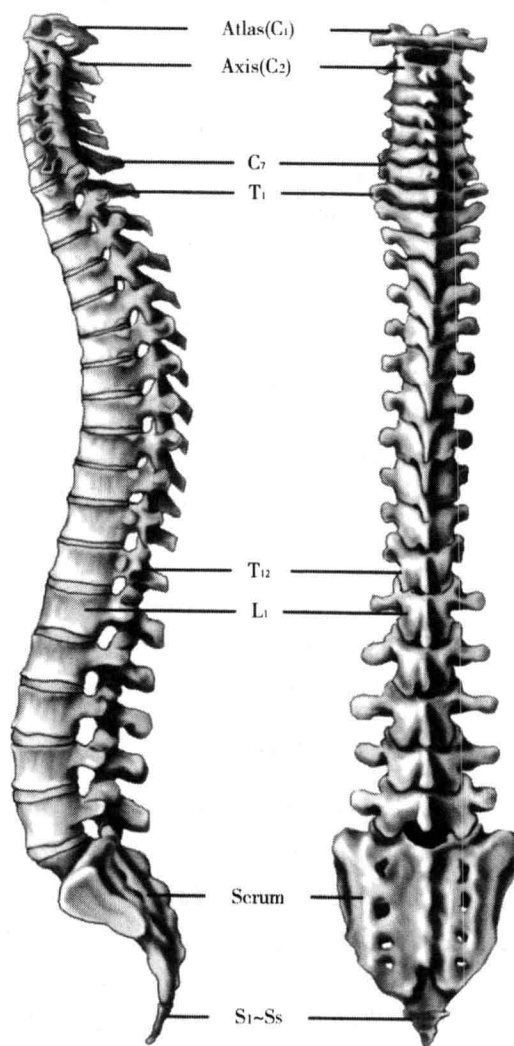


图 1-1 脊柱的侧、背面观

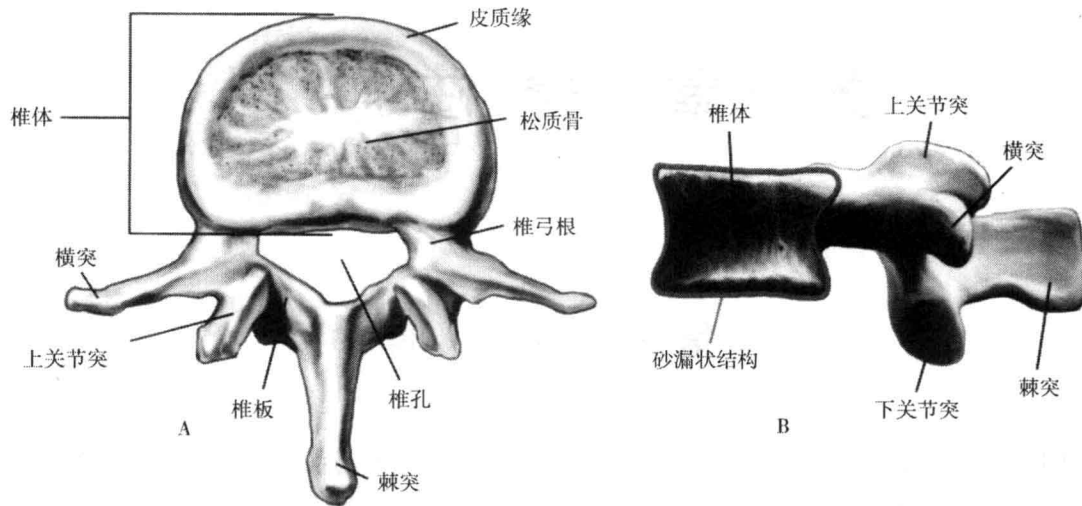


图 1-2 腰 2 椎体的上面图 (A) 和侧面图 (B)

椎弓根 (pedicle of vertebral arch) 是椎弓紧连椎体的缩窄部分, 自椎体两侧的后上端向后突出, 构成椎管的侧壁, 其上、下缘称为椎上、下切迹, 与相邻上、下椎骨切迹相连, 形成椎间孔 (管) (intervertebral foramina), 脊神经根由此离开椎管。

椎板 (lamina of vertebral arch) 是椎弓根的后部的弓形板, 两侧和椎弓根相续, 相邻椎板之间有黄韧带相连。

每个椎弓有 7 个突起, 即 4 个关节突、2 个横突和 1 个棘突。关节突位于椎弓根和椎板相连处, 上关节突向上后, 下关节突向下前, 构成椎间关节。横突自椎弓根及椎板会合处向两侧伸出, 位于上、下关节突之间, 有很多肌肉附着其上。棘突自两侧椎板会合处向后突出, 也是很多肌肉的附着点, 彼此间借棘间韧带和棘上韧带相连。棘突尖部约有半数向一侧倾斜。椎骨各突起仅中央有少量松质骨, 其周围则是密质骨, 血液循环较差。

## 一、颈椎 (Cervical Vertebra)

颈椎为整个脊柱中最小的真椎, 共 7 个。第 1、2 和第 7 颈椎结构形态特殊, 属于特殊颈椎。第 3、4、5、6 颈椎为普通颈椎, 体态大致相似。

### (一) 第 3~7 颈椎

颈椎的椎体较小, 呈椭圆形, 其上面横径上凹陷, 上位颈椎位于下位颈椎体的凹陷处, 互相嵌入增加了颈椎的稳定性。椎体前面呈弧状隆起, 上下缘有前纵韧带附着, 后缘较平坦, 有滋养孔、血管出入孔, 上下缘有后纵韧带附着。外侧缘有与下位椎体相接的唇样突起 (钩突) 即谓 Luschka 关节或钩椎关节或椎体间侧关节。它的增生可致椎间孔狭窄, 压迫脊神经根。横突根部具有横突孔, 其大小为  $5\text{ mm} \times 5.5\text{ mm}$ , 为椎动、静脉及神经所穿行, 横突末端分成横突前后结节, 两结节之间的深沟为脊神经的前支所通过, 椎弓根较细, 自椎中部向后外侧延伸。椎弓窄长, 椎孔较大, 呈三角形或椭圆形。关节突呈短柱状, 起于椎弓根和椎板的连结处。关节面平滑, 呈卵圆形, 呈前高后低倾斜位。棘突稍倾斜向下, 末端分成叉状。上关节突的关节面突向后上方, 下关节突指向前下方, 关节面与水平交角较胸腰椎小, 约  $45^\circ$ 。这种结构形式易遭受屈曲暴力造成脱位或半脱位。

(1) 椎体： $C_3 \sim C_6$  椎体的横径较矢径为大。上、下面呈鞍状。椎体外上方的隆起，称为钩突，与上位椎体下面侧方的斜坡相应钝面形成钩椎关节又称为 Luschka 关节（图 1-3、图 1-4）。

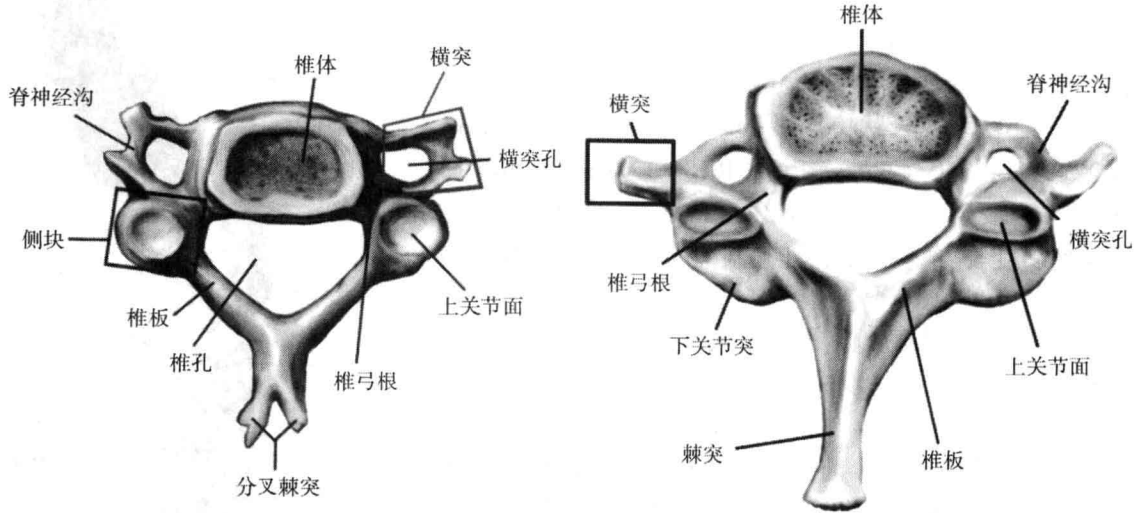


图 1-3 颈椎  $C_4$  和  $C_7$  上面

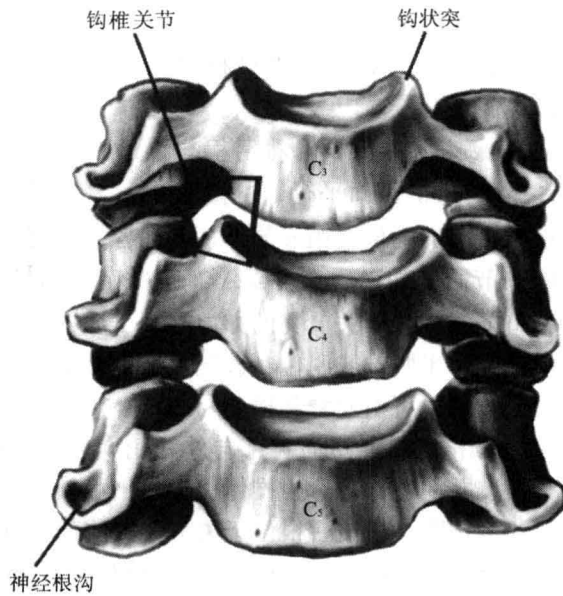


图 1-4  $C_3$ 、 $C_4$ 、 $C_5$  前面

颈椎椎体由上向下逐渐增大，呈扁椭圆形，横径较大，前下缘稍凸出（图 1-5）。 $C_3 \sim C_7$  上面矢径为 14.4 ~ 16.3 mm，下面矢径为 15.7 ~ 16.9 mm，同一椎体下面矢径除  $C_7$  外，较上面矢径略大 1 mm。颈椎椎体高度，后缘较前缘高 0.5 ~ 1 mm，颈椎前凸曲度主要由椎间盘维持。

颈椎椎体的前上缘呈斜坡状，前下缘呈嵴状突起，覆盖相邻下位椎体的斜坡上，故椎体上面的矢径较下面矢径为小，而其横径又稍大于下面的横径，上下椎体重叠。经前路切除椎体时，深度应掌握在 14 ~ 17 mm，宽度不超过 16 ~ 22 mm，以防损伤脊髓或椎动脉。椎体前方的椎间隙低于椎体中部



的椎间隙，切除椎间盘时，应注意这个特点，不要过多地切除椎间盘下方椎体的骨质。

颈椎椎间盘退变感，椎体边缘常产生骨赘，其发生部位比率：后/前为 1/2.8，上/下为 1/1.7。与 C<sub>4</sub>~C<sub>6</sub> 位于颈椎曲度顶点，活动多，承受应力大，是骨赘最好发生的部位。

钩突在 C<sub>3</sub>~C<sub>7</sub> 呈矢状位。C<sub>3</sub>~C<sub>7</sub> 钩突高 5.9~6.2 mm，C<sub>5</sub>~C<sub>6</sub> 较高，C<sub>3</sub> 及 C<sub>7</sub> 较小；钩突宽 10.8~12.1 mm，亦以 C<sub>5</sub>~C<sub>6</sub> 较大，C<sub>7</sub> 最小；钩突厚 5.9~6.8 mm，C<sub>3</sub> 最厚，C<sub>5</sub>~C<sub>6</sub> 较薄；钩突斜度 55.8°~67.2°，能限制椎体侧方移动，保持颈段稳定。

正常钩突多呈半椭圆形。颈椎病人可呈尖刺状 (32.06%)、峰状 (30%)、角块状 (13.9%) 及其他形状，以 C<sub>4</sub>~C<sub>6</sub> 为多见，41~60 岁者占 69.1%。斜位 X 线片可提高阳性率。

钩突的前方为颈长肌，前外侧为穿经横突孔的椎动、静脉及包绕其上的交感神经丛，后外侧参与构成椎间孔前壁，有颈神经根及根动脉通过，内侧为椎间盘。颈椎椎间盘在正常情况下，因为钩突的阻挡，不易向两侧突出。如钩突斜度过大，可向外伸展而使横突孔狭小，影响椎动脉通过。

(1) 椎弓板 (lamina of vertebral arch)：C<sub>3</sub>~C<sub>6</sub> 椎弓板厚 2.9~3.7 mm，高 11.0~13.3 mm。

(2) 关节突 (articular process)：颈椎的关节突从椎弓根与椎弓板相接处伸出。C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub> 的关节面与横截面平行，可做充分的旋转活动。侧面看，除寰枢椎关节突的位置稍靠前外，其他各关节突相连成一骨柱，似被斜行切断成若干小节。颈椎上关节突的关节面多朝向后上，C<sub>3</sub>~C<sub>5</sub> 上关节突与椎体平面成 44.4°~47.1°角。上关节突朝上后方，下关节突朝下前方。颈椎关节突的方向有利于屈伸、侧屈和旋转运动，但比较不稳定。屈曲性损伤，可致椎间关节发生半脱位或脱位，甚至关节突跳跃，即上一颈椎的下关节突滑至下一颈椎上关节突的前方，而发生交锁，可引起脊髓损伤。

(3) 横突 (transverse process)：颈椎的横突短而宽，向外并稍向前下。横突有两根，终于前、后结节，有众多肌肉附着。前根为横突孔前侧部分，自椎体侧面发出。横突的前根和前结节是肋骨退化的遗迹。在第 7 颈椎可变大而成为颈肋。横突后根位于关节突的前部为真正的横突。横突前后根的游离端借一弯曲的肋横突板相连。横突孔 (transverse foramen) 由椎弓根、横突前、后根及肋横突板围成，多呈卵圆形。椎动脉一般由第 6 横突孔进入，向上经各颈椎横突孔，再经寰椎后弓的椎动脉沟入颅。横突孔内尚通过椎静脉丛及交感神经网，C<sub>7</sub> 的横突孔只有椎静脉通过。横突上面有一深沟，称为脊神经沟，颈神经跨越此沟。郭世绂等 (1987) 对 104 副颈椎骨骼标本观察，发现颈椎横突孔有多种变异：一孔者占 83.5%；二孔者占 16.1%，其中 C<sub>6</sub> 占 45.5%，C<sub>7</sub> 占 27.5%，C<sub>5</sub> 占 21.2%，C<sub>4</sub> 占 3.1%，C<sub>1</sub> 占 2.1%，C<sub>3</sub> 占 0.4%，横突具二孔者多前大后小，双侧者占 9.3%；三孔者占 0.1%；无孔者占 0.4%。

C<sub>3</sub>~C<sub>7</sub> 横突孔横径 5.0~6.5 mm，矢径 3.4~5.1 mm，前壁厚 1.2~2.0 mm，前壁高 4.1~8.0 mm。

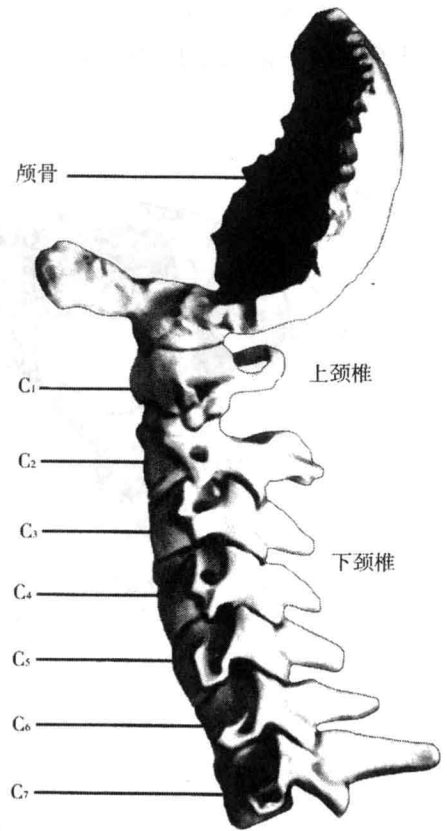


图 1-5 颈椎侧面观