



Pain

疼痛超微创疗法

—脊柱、骨关节病微创针刺&介入治疗

Pain supermicroinvasive therapy

—Spine, bone and joint diseases minimally invasive and interventional therapy of acupuncture

王彦军 主编



Pain

疼痛超微创疗法

——脊柱、骨关节病微创针刺&介入治疗

Pain supermicroinvasive therapy

— Spine, bone and joint diseases minimally invasive and interventional therapy of acupuncture

王彦军 主编

河南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

疼痛超微创疗法——脊柱、骨关节病微创针刺 & 介入治疗/王彦军主编.
—郑州: 河南科学技术出版社, 2011. 11
ISBN 978 - 7 - 5349 - 5158 - 9

I. ①疼… II. ①王… III. ①疼痛 - 诊疗 IV. ①R441. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 134911 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: www.hnstp.cn

策划编辑: 马艳茹 邓 为

责任编辑: 邓 为 李 林 马晓薇

责任校对: 柯 姣

封面设计: 张 伟

版式设计: 栾亚平

责任印制: 朱 飞

印 刷: 河南省瑞光印务股份有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 210 mm × 285 mm 印张: 19.5 字数: 600 千字

版 次: 2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 150.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

编写委员会名单

主 编 王彦军

副主编 李保林 王天玉

编 委 (按姓氏笔画排序)

王天玉 王学昌 王彦军 王海波

冯沛贝 刘一强 刘俊中 李莹

李怡岚 李保林 宋俊岭 赵州凤

常晓朋 董旭红

绘 图 张楠

内容提要

本书是作者在总结多年来疼痛临床治疗经验的基础上，汇集近年来国内外疼痛诊疗的新技术，为满足不同层次疼痛科医生的需求而编写的。全书共分十一章，对现代微创针刺与介入技术进行了详细介绍。主要内容包括脊柱生理解剖、临床检查方法、临床疼痛学基础知识、微创介入技术、微创针刺治疗、颈肩腰腿痛治疗、肩背痛治疗、四肢关节疼痛的治疗，以及疼痛治疗常用药物的安全使用等知识，主要操作方法及仪器使用等均附有相关图片。本书内容翔实、资料准确，易于学习、理解和掌握，是临床疼痛科医生及相关人员的必备参考书。

前 言

疼痛已被 WHO 列为继呼吸、脉搏、血压、体温之后的第五大生命体征。大约 30% 的成年人患有慢性疼痛，而其中约 80% 为腰背及骨关节疼痛。目前，我国的疼痛诊疗水平与发达国家相比差距较大，大量先进的疼痛治疗技术和方法还没有得以普及，特别在基层单位大多还是以口服镇痛药物及传统手法治疗为主，常年服药易产生药物依赖和毒副反应，许多患者仍在忍受着慢性腰背、骨关节疼痛的折磨。目前，对于脊柱、骨关节疼痛的治疗手段已从单纯药物治疗转向多学科的综合治疗，特别是近年来快速发展的微创设备与技术，大大促进了学科的发展。

现代微创针刺与介入技术为各种慢性疼痛治疗提供了高效、安全、微创、无痛、价廉的技术手段。从技术上讲，微创即是以最小的生理干扰、最人性化的关怀获取最佳的疗效。微创，从砭石到“九针”，后经发展已逐渐形成当今我国的超微创治疗体系。所谓超微创技术，正如黄枢教授所说，具有两方面内涵：第一，创伤之微可不计，如毫针的针刺等；第二，所创目的是直接产生刺激信号，而不是为了治疗病灶组织而伤及无辜组织。本书重点论述近年来新发展的针刺与介入两方面的新技术在临床上的应用。

在微创针刺方面，我国的微创技术和微创理念较多，如针灸、针刀、埋线、银质温针等针刺技术及作者所创新的 M 刀超微创疗法。德国 Regensburg 大学 Haake 博士等人开展的一项临床试验表明，与其他物理疗法、运动和服药相比，针刺可以更有效地治疗腰痛。M 刀疼痛超微创治疗系统 [M 指微型 (M)、微创 (M)、多能 (M)] 是集切割、铲削、剥离、针刺、注射、抽吸、消融多功能于一体的微创技术。

在微创介入方面，黄志强院士指出：微创外科是 21 世纪外科学的发展方向。20 世纪 80 年代由 Payne 和 Wiekham 提出微创理念至今，微创介入已在脊椎、关节疼痛治疗中得到了广泛应用。这一先进技术应理解为“影像与电生理引导微创介入”，它是以治疗靶目标的电生理参数、X 线 (CT、MRI) 和超声引导下进行的高选择性、毁损性神经阻滞或精确病灶消融治疗，以阻断疼痛信号的传递、减轻或解除对神经的压力或降

低压强，使许多原来药物不能缓解的顽固性疼痛得到缓解或消除，如本书重点介绍的激光、臭氧椎间盘消融术，射频热凝脊神经后支治疗颈腰背疼痛、肌筋膜疼痛综合征等都取得了神奇的临床疗效。因其既具有保守治疗的无创或超微创特点，又具有外科手术的治疗效果，故受到临床医生和患者的青睐而成为首选治疗方法。在本书付梓之机，特别感谢恩师宋文阁、倪家骧、王福根、何晓峰、朱汉章、肖越勇、樊碧发等教授无私的知识传授；感谢在微创介入领域大胆探索的前辈和同志们给予的支持和鼓励；感谢所引用文献和图片的原始作者。由于本人学识浅薄，书中内容难免存在粗陋错误之处，还请专家同仁不吝赐教。

王彦军

2011年5月

目 录

第一章	脊柱生理解剖	1
第一节	脊柱的生长发育	1
第二节	骨组织的类型	2
第三节	脊柱的结构特征	3
第四节	脊柱的连接	6
第五节	脊柱的整体观及运动	10
第六节	脊柱相关肌肉	15
第七节	脊柱相关血管	23
第八节	脊柱的神经支配	34
第九节	脊柱介入治疗的应用解剖	36
第二章	临床物理检查	40
第一节	颈椎物理检查	40
第二节	上肢关节物理检查	41
第三节	腰部物理检查	43
第四节	肌力测定	47
第五节	下肢关节物理检查	49
第六节	神经系统物理检查	57
第三章	辅助检查	62
第一节	放射线检查	62
第二节	肌电图和神经传导检查	69
第三节	超声检查	71
第四节	骨扫描	74
第五节	脊柱骨关节疼痛常用检验项目	76
第四章	临床疼痛学基础知识	79
第一节	疼痛的基础理论	79
第二节	疼痛的临床评价	89

第五章 微创针刺篇	97
第一节 微创针刺疗法总论	97
第二节 M 刀疼痛超微创治疗系统——微创介入与针刺的创新结合	98
第三节 “化学针刺”疗法——O ₃ 针的临床应用	102
第四节 针刀医学——现代中医微创技术的临床应用	108
第五节 针灸疗法——现代超微创治疗技术的鼻祖	110
第六节 银质温针——疼痛微创治疗的独特疗法	116
第七节 刃针疗法	119
第八节 现代穿刺针系统和操作技术	121
第九节 关节穿刺和注射	124
第十节 神经阻滞的定位和临床评估	129
第六章 微创介入技术	139
第一节 经皮穿刺椎间盘激光消融减压术 (PLDD)	140
第二节 椎间盘造影术	148
第三节 臭氧治疗椎间盘突出的原理及应用	149
第四节 射频消融术治疗颈、腰椎间盘突出症	153
第五节 骨质疏松症的微创治疗	159
第六节 股骨头缺血坏死的介入治疗	161
第七节 微创脊柱外科技术发展	167
第八节 下腰痛射频电小关节去神经术	168
第九节 超声波在腰椎间盘突出诊断中的应用	169
第十节 肌肉、骨骼介入性超声	170
第十一节 神经电生理在腰椎间盘突出治疗中的介导与应用	172
第七章 腰腿痛及慢性软组织疼痛的治疗	174
第一节 腰腿痛病临床治疗方案选择	174
第二节 慢性难治软组织疼痛病因及治疗路径	176
第八章 颈椎疾病的治疗	179
第一节 颈椎病	179
第二节 颈源性眩晕	185
第三节 慢性颈椎间盘源性疼痛	188
第四节 寰枕筋膜挛缩综合征	195
第九章 肩背痛的治疗	196
第一节 纤维肌痛症	196
第二节 纤维肌痛综合征研究进展	197
第三节 腰背肌筋膜炎	198
第四节 下背部痛	199
第五节 腰椎间盘突出症	204
第六节 老年人的腰痛问题	214
第七节 椎间盘源性疼痛	222



第八节	强直性脊椎炎	226
第九节	腰肌劳损	229
第十节	棘上韧带损伤	229
第十一节	第3腰椎横突综合征	230
第十章	四肢骨关节疾病的治疗	232
第一节	肩周炎	232
第二节	冈上肌腱炎	234
第三节	冈上肌损伤	237
第四节	冈下肌损伤	238
第五节	肱骨外上髁炎	239
第六节	旋转带肌腱炎	240
第七节	骨性关节炎	240
第八节	骨性关节炎治疗的新思路	245
第九节	膝关节病	249
第十节	坐骨神经痛	264
第十一节	梨状肌综合征	267
第十二节	臀肌筋膜炎	269
第十三节	坐骨结节滑囊炎	270
第十四节	臀上皮神经损伤	271
第十五节	肌腱炎症和腱鞘内膜炎	272
第十六节	狭窄性腱鞘炎	274
第十七节	跟痛症	277
第十八节	跟腱周围炎	282
第十九节	腕管综合征	282
第二十节	腱鞘囊肿	286
第二十一节	疼痛的护理关怀	287
第十一章	疼痛治疗常用药物的安全使用	289
第一节	镇痛药	289
第二节	其他常用药物	293

第一章 脊柱生理解剖

脊柱由 24 块椎骨、1 块骶骨和 1 块尾骨及其连接组成（图 1-1-1）。椎骨包括颈椎 7 块、胸椎 12 块、腰椎 5 块、骶椎 5 块和尾椎 4~5 块。在成年人，骶椎和尾椎分别融合成 1 块骶骨和 1 块尾骨。脊柱各骨通过椎间盘、椎间关节、韧带及肌肉实现连接，血管与神经走行于其中。

第一节 脊柱的生长发育

脊柱的发育是由中胚层的生骨节细胞围绕脊髓和脊索形成的。胚胎早期，每侧体节腹内侧面分出一团间充质细胞，为生骨节。生骨节逐渐移向中线脊索周围。起初生骨节组织的节段包绕脊索与体节对应，当进一步发展时，每个生骨节的尾端部分变致密，并和下位生骨节的头端连接起来，形成新的节段称为椎骨原基，即后来的椎体。椎体形成后不久，在其背面伸出密集的间充质，形成神经弓，包围脊髓。腹面形成肋突，肋突在胸椎形成肋骨，在颈椎、腰椎与横突相合。椎骨原基形成软骨，后骨化为椎体。椎体中的脊索完全退化，但在椎间隙中央的脊索却保留下来，增长并经过黏液样变性，形成髓核。髓核周围的纤维组织分化成纤维软骨环，与髓核共同构成椎间盘。临床上偶遇到骶尾部的脊索组织残留并异常生长而形成肿瘤，压迫周围组织产生腰骶痛及盆腔脏器功能障碍。

生骨节旁的生肌节组织，原来与生骨节位于同一节段，当生骨节重新组合之后，则处于两相邻椎骨间，并逐渐发育成脊旁肌肉。原位于生骨节间的动脉，此时处于椎体腰部，形成脊间动脉，即以后的肋间动脉及腰动脉。神经则位于两椎骨间，通过后来形成的椎间孔与脊髓相接，成脊神经。

正常人出生时的椎骨在椎体和两侧椎弓各有一个骨化中心。生后 1 年，胸椎、腰椎两侧椎弓完全融合；颈椎在第 2 年初融合；骶骨较晚，在 7~10 岁融合，且常融合不良，形成脊柱裂。椎弓与椎体的融合，在颈椎为 3 岁，胸椎为 4~5 岁，腰椎 6 岁，骶椎 7 岁或更晚。次发骨化中心在青春期才出现。

脊柱的分节和包绕神经管，是一个复杂的演化发育过程，在发育过程中脊椎的发育缺陷可形成半椎、楔椎、蝶椎、融合

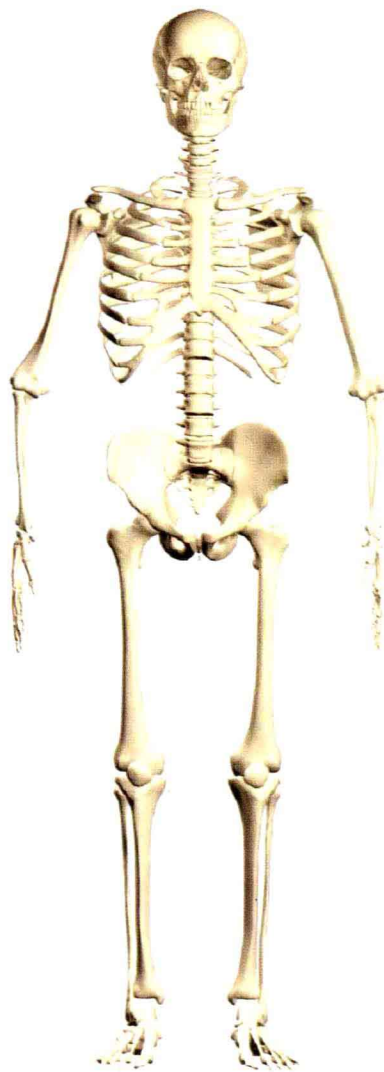


图 1-1-1 人体骨骼

椎、移行椎，是常见的脊椎畸形之一，更常见的发育障碍是两侧椎弓对合障碍形成的脊柱裂。

在胚胎1~3个月时，脊髓和脊柱的长度一致，在以后的发育过程中，脊柱的生长迅速超过了脊髓，致脊髓末端在椎管内上升。在出生时其末端位于L₃（第3腰椎，为简略叙述，下文颈椎、胸椎、腰椎、骶椎和尾椎分别用C、T、L、S和C₀来表示）水平，至成人其末端在L₁下缘，L₂以下的脊膜称为终丝，仍连于尾骨水平。随着这种不相称的生长，腰骶脊神经就从脊髓的发出处，斜行到相应的脊柱节段出椎间孔处，脊髓以下的神经呈马尾状，称为马尾神经。

第二节 骨组织的类型

所有脊椎都是在相同的基本结构基础上形成的，且同一名词可通用于脊柱的各个节段。只有C₁和C₂的结构比较独特（图1-2-1）。

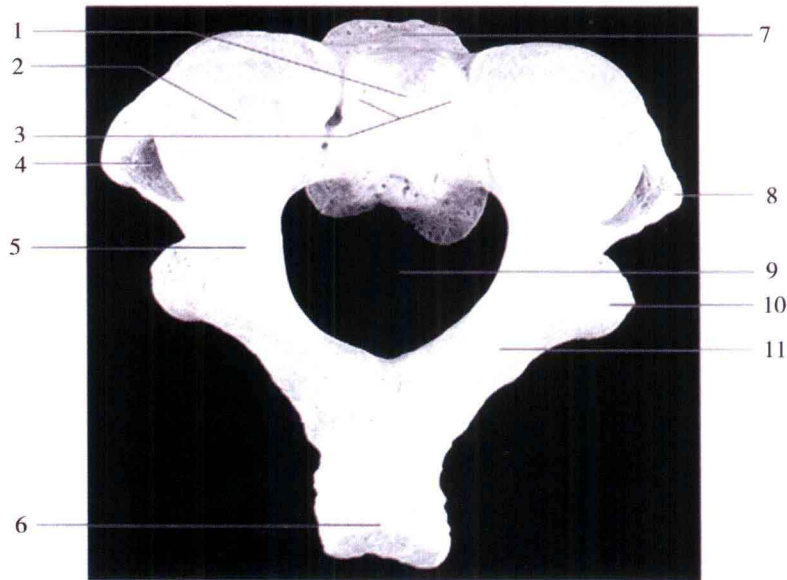


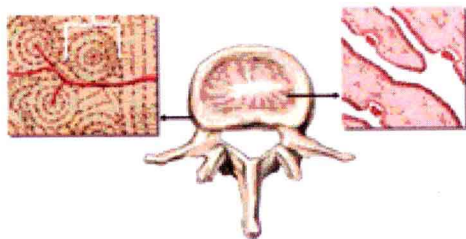
图1-2-1 第2颈椎上面观

1. 齿突-尖韧带附着
2. 侧块的上关节面
3. 齿突-翼状韧带附着点
4. 横突孔
5. 椎弓根
6. 棘突
7. 椎体
8. 横突
9. 椎孔
10. 下关节突
11. 椎弓板

骨组织有两种类型：皮质骨和松质骨。脊椎的外层包壳由皮质骨组成。皮质骨是一种致密、坚硬的骨组织，其硬似象牙，由紧密的哈弗系统构成。皮质骨比松质骨坚强得多，可提供良好的固定位点。

脊椎的内部由松质骨组成。松质骨是一种多孔、疏松的编织骨，形似海绵或蜂窝状。松质骨也称小梁骨，因为它是由细小骨性突起及骨针样结构，即所谓骨小梁（细骨条索）而形成的网织骨。骨小梁间的微小腔隙内含有骨髓。骨髓可见于儿童和成人长管状骨的髓腔内和松质骨。骨髓可形成红细胞和某些类型的白细胞。松质骨比皮质骨薄弱，且更易受到疾病侵袭及出现骨密度丢失。

皮质骨占骨骼总量的80%，而松质骨只占其余的20%，但由于骨小梁具有巨大的表面积，故松质骨的面积/体积比为皮质骨的10倍（图1-2-2）。

图1-2-2 L₂ 的皮质骨和松质骨显微结构

第三节 脊柱的结构特征

脊柱由 24 块椎骨、1 块骶骨和 1 块尾骨及其连接组成。椎骨包括颈椎 7 块、胸椎 12 块、腰椎 5 块、骶椎 1 块和尾椎 1 块 (图 1-3-1)。

(一) 椎骨的一般形态

椎骨是由前方短圆柱形的椎体和后方板状的椎弓组成的。

1. 椎体 (vertebrae body) 椎体是椎骨负重的主要部分, 内部充满松质, 表面的密质较薄, 上下面皆粗糙, 借椎间纤维软骨与邻近椎骨相连。椎体后面微凹陷, 与椎弓共同围成椎孔。各椎孔贯通, 构成容纳脊髓的椎管。

2. 椎弓 (vertebrae arch) 椎弓是弓形骨板。紧连椎体的狭窄部分, 称椎弓根, 根的上下缘各有一切迹。相邻椎骨的上下切迹共同围成椎间孔, 有脊神经和血管通过。两侧椎弓向后扩展变宽, 与椎弓板在中线会合。由椎弓发出 7 个突起: ①棘突 1 个, 伸向后方或后下方, 尖端可在体表扪及, 是肌腱和韧带的附着点, 同时还可作为脊椎运动的杠杆。颈椎上端的棘突可以呈分岔形状 (“双足”状)。②横突 1 对, 伸向两侧, 也是肌肉和韧带附着处。③关节突 2 对, 在椎弓根与椎弓板结合处分别向上下方突起, 即上关节突和下关节突, 相邻关节突构成关节突关节, 即所谓小关节。此种关节为滑膜关节, 由关节囊所包绕, 关节囊内含有起润滑作用的滑膜液。关节突关节与椎间盘一起担负着脊椎的运动功能。

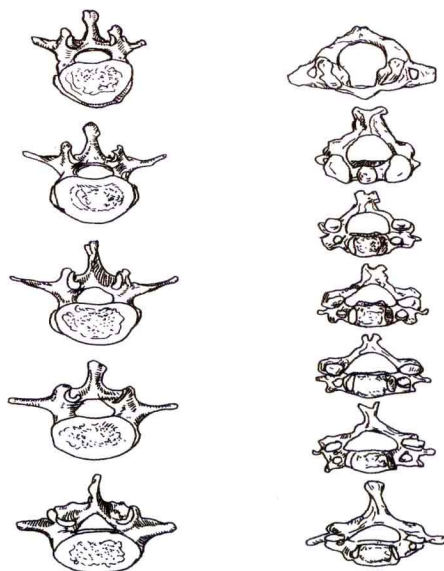


图1-3-1 各椎体上面观

(二) 各部椎骨的主要特征

1. 颈椎 (cervical vertebrae) 颈椎位于颅骨与胸椎之间, 由 C₁ ~ C₇ 七节椎骨组成。根据它们的特征, 颈椎又可细分为两个区: 上颈椎: C₁ 和 C₂ (图 1-3-2); 下颈椎: C₃ ~ C₇, 也称之为枢椎下区 (subaxial region)。

(1) C₁ 又名寰椎 (atlas), 其形态与其他颈椎相比虽有共同的结构, 如都有横突及横突孔, 各有两个上下关节突及一个较大的椎孔, 但其最大的差别是没有椎体, 椎孔则由前、后两弓围成, 棘突极短 (图 1-3-3)。它有一个小的骨性凸起叫前结节 (anterior tubercle), 为椎体的遗迹, 是韧带结构的附着点, 位于侧块两端的形似三角形的横突上, 由肌肉与韧带附着, 对头颈部的旋转起平衡作用; 横突孔位于其基底部偏外, 较大, 有椎动脉和椎静脉从中穿行; 后弓上方偏前各有一斜行深沟通向横突孔, 椎动脉出 C₁ 横突孔后沿此沟走行; 前弓、后弓均较细 (特别是与侧块相连处), 易因受暴力而导致该处骨折与脱位。

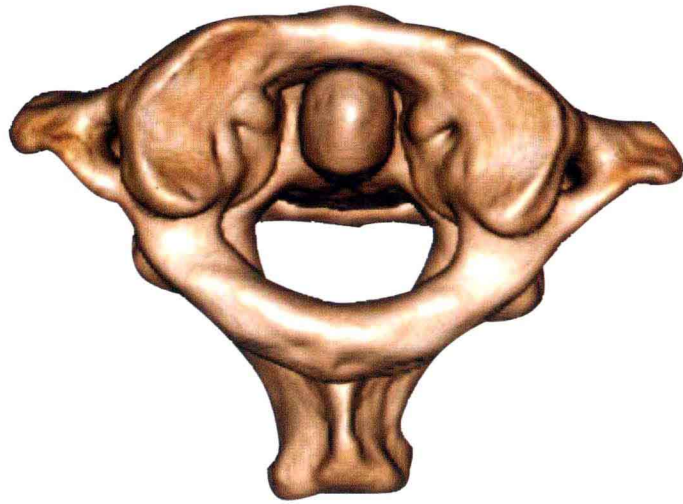


图 1-3-2 颈椎上面观

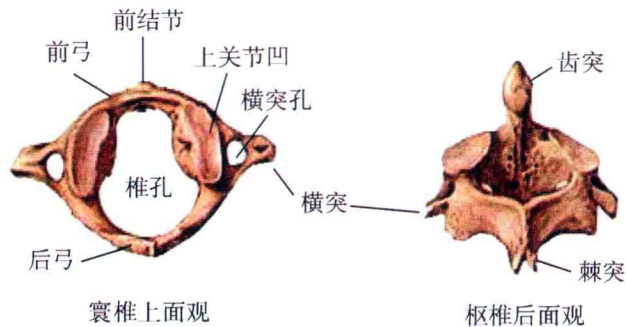


图 1-3-3 颈椎上、后面观

(2) C_2 又名枢椎 (axis), 其基本形态与其他颈椎相似, 因椎体上方有一称之为“齿突”的柱状突起, 且齿突具有“枢”的作用而获名。齿突原为寰椎椎体的一部分, 发育中发生分离且与枢椎融合, 所以较易出现齿突阙如、中央不发育、寰椎与枕骨融合、寰枢融合等畸形和变异, 并由此引起该区域的不稳定而压迫脊髓, 从而引起四肢麻木无力等脊髓损害症状, 容易与脊髓型颈椎病相混淆。齿突根部较细, 在外伤时易骨折而导致高位截瘫, 危及生命。其基本形态与其他颈椎相似, 枢椎的棘突长而粗大, 末端分叉, 因此, 它是 X 线检查、手术及临床查体时重要的定位解剖标志 (图 1-3-4)。用手指在颈后部发际附近可以摸到最上面、最大的骨突起就是枢椎的棘突。在进行临床查体的时候, 找到枢椎的棘突, 也就可以往下按顺序找出其他各颈椎的棘突了。

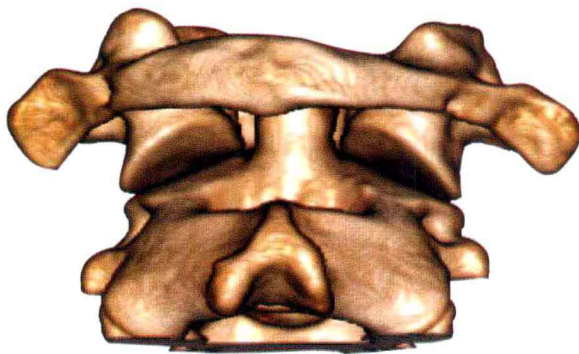
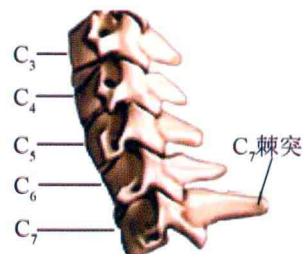


图 1-3-4 寰枢椎三维重建

图 1-3-5 $C_3 \sim C_7$ 侧面观



(3) $C_3 \sim C_7$ 的结构特点如下:

1) 椎体: 一般较小, 呈横椭圆形, 上面的左右径约为 2.41 cm, 下面约为 2.28 cm, 均大于前后径。椎体中部略细, 上下两端膨大, 高约 1.47 cm, 上面在左右径上凹陷, 下面在前后径上凹陷。上下椎体之间形成了马鞍状的对合, 以便保持颈部脊柱在运动中的相对稳定。椎体上面的后缘两侧有向上的脊状突起称为钩突, 它们与上位椎体下面的后缘两侧呈斜坡形对应部分相对合, 形成所谓钩椎关节, 即 Luschka 关节。 $C_4 \sim C_6$ 水平的 Luschka 关节, 如过度增生肥大, 可使椎间孔狭窄, 压迫脊神经, 产生症状, 为颈椎病的原因之一。

2) 椎弓: 椎弓向前与椎体相连处较细, 称为椎弓根。上下椎弓根之间合成椎间孔。椎间孔的前内侧壁为椎间盘, 上下为椎弓根, 后外侧壁为关节突及其关节囊, 脊神经也在此合成并由此孔穿出。神经根的营养动脉也经此孔进入椎管。椎弓根向后是板状部分, 称为椎板, 上下椎板之间有黄韧带连接。

3) 突起: 棘突位于椎弓的正中, 呈前后位, 突向后下方, 棘突的末端一般都是分叉的 (图 1-3-5)。

(4) C_7 又名隆椎 (vertebra prominens), 棘突特别长, 末端分叉率只有 4%, 活体易于触及, 常作为计算椎骨序数的标志。横突呈额状位突向外方, 略短而宽, 上面有一深沟称为脊神经沟, 有脊神经通过。横突的末端分裂成前后两个结节, 围成横突孔, 有椎动脉和椎静脉通过。 C_7 横突末端前方的结节特别隆起, 称颈动脉结节, 有颈总动脉经其前方。当头部出血时, 可用手指将颈总动脉压于此结节, 进行暂时性止血。关节突呈短柱状, 位于横突之后, 上下关节突之间的部分称为峡部, 颈椎关节突的排列便于前屈和后伸运动; 关节面平滑, 呈卵圆形, 覆有关节软骨, 关节面朝向下前方, 可以在下一个颈椎的上关节突上向前滑动 (图 1-3-6)。

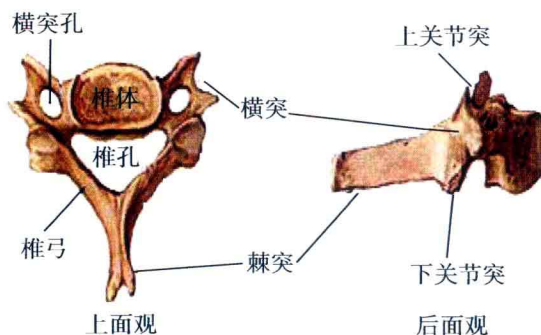


图 1-3-6 隆椎

2. 胸椎 (thoracic vertebrae) 从上面观, 胸椎的椎体为心形, 前后径大于左右径。胸椎椎体比颈椎大, 且从上至下逐渐增大。椎弓根直径较小, 尤其是左右横径更小。胸椎的棘突较长, 向后下方倾斜, 呈叠瓦 (roof tile) 状。椎管的形状呈圆形, 容纳脊髓的空间较小。与颈椎一样, 胸椎的神经根自椎间孔出椎管。然而, 与颈椎不同的是, 胸椎的神经根只占据椎间孔约 25% 的空间。正因为如此, 胸椎的退变性疾病很少压迫神经根 (图 1-3-7)。

3. 腰椎 (lumbar vertebrae) 腰椎位于身体的中段, 上连颈椎和胸椎, 下连骶椎。腰椎共有 5 块, 腰椎的椎体较颈椎和胸椎大而厚, 主要由松质骨组成, 外层的密质骨较薄。椎体呈横肾形, 上下面平坦, 周缘有环形的骺环, 环中骨面粗糙, 为骺软骨板的附着处; 前面较后面略凹陷。椎弓根粗大, 椎骨上切迹较浅, 椎骨下切迹宽而深, 椎弓板较胸椎宽短而厚。椎孔呈三角形、椭圆形、近三叶草形或三叶草形。棘突为长方形的扁骨板, 水平伸向后, 上下缘略肥厚, 后缘钝圆呈梨形, 有时下角分叉。关节突呈矢状位, 上关节突的关节面凹陷, 向后内方。下关节突的关节面凸隆, 向前外方 (图 1-3-8)。

4. 骶骨 (sacrum) 骶骨由融合成一体的五节椎骨组成。在婴幼儿, 骶骨的各节段间以软骨分隔,

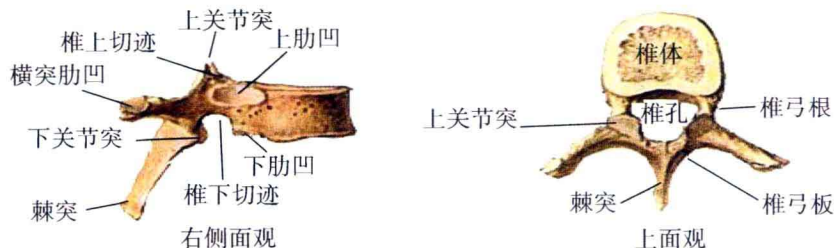


图 1-3-7 胸椎

至 18 岁时融为一体。每一节段腹侧的横嵴代表融合的部位（图 1-3-9）。

骶骨的形状像倒三角形，底边位于骶骨的顶部。这样，骶骨就像一个楔状物嵌于骨盆的两块髌骨之间。脊柱的轴向载荷就是通过这种结构传向骨盆及下肢。骶骨的两侧分别与髌骨构成骶髌关节，骶髌关节既是滑膜关节也是韧带关节。

S₁ 上方最前端的部分称为骶骨岬，两边称为骶骨翼，骶骨翼直接与骨盆构成关节。五节融成一体的骶骨中含有骶管。神经根通过腹、背两侧的孔道出骶管。在骶孔的两侧有一个区域叫做侧块，由骶椎的横突融合而成。在骶骨的中线上有一个嵴称作中线骶骨嵴，由 S₁ ~ S₅ 棘突融合而成。骶骨下部的背侧面骨质阙如，形成一个末端的孔洞称之为骶孔，内有终丝，固定脊髓及马尾神经。

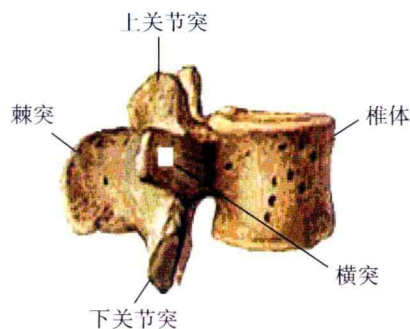
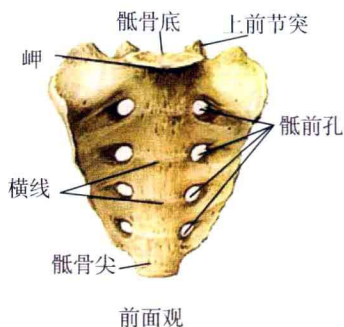
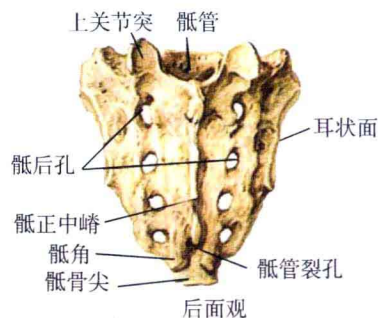


图 1-3-8 腰椎侧面观



前面观



后面观

图 1-3-9 骶骨

5. 尾骨 (coccyx) 尾骨由 3~4 块退化的尾椎长合而成。上接骶骨，下端游离为尾骨尖。

第四节 脊柱的连接

各椎骨之间通过韧带、软骨和滑膜关节相连，可分为椎体间的连接和椎弓间的连接（图 1-4-1）。

1. 椎体间的连接 椎体间连接包括椎间盘、前后纵韧带连接。

(1) 椎间盘 (intervertebral disc, IVD): 位于椎体终板表面的凹面关节之间，主要由纤维环、髓核和软骨板三部分所构成的。IVD 在脊柱中形成最重要及独一无二的关节系统，允许脊柱在多个面上运动。椎间盘是人体内最大的无血管（没有血液供应）结构。

椎间盘的外层为纤维环 (annulus fibrosus)，纤维环连接相邻椎体，使脊柱在运动时可以成为一个整体。纤维环甚为坚固，紧密附着于软骨板上，保持脊柱的稳定性。必须有极大力量广泛撕裂纤维环时，才能引起椎体间脱位。纤维环的特殊排列方向，使相邻椎体可以轻度活动，但运动到一定限度时，纤维环紧张，又起到节制韧带的作用，限制旋转运动（图 1-4-2）。

纤维环主要由胶原纤维组成，由环形纤维和纤维软骨所构成，其中含有大量的水分及蛋白多糖。



胶原纤维呈同心圆状分层排列，称作板层（lamellae）。板层结构在椎间盘的前部更厚，数量也更多。

在每一个板层内，胶原纤维的排列方向与水平面呈 30° 角，由于每两个相邻板层的排列方向相反，导致胶原纤维的方向在两个相邻的板层间有 120° 的角度变化。胶原的交错排列使其张力强度大增，同时也允许多平面的运动。椎间盘的结构类似于辐射状的汽车轮胎，有很好的强度，抗压及抗张能力也很强（图1-4-3）。

髓核（nucleus pulposus）位于椎间盘的内部，纤维环的内层纤维逐渐与髓核混合。

髓核较之纤维环更呈胶冻状，水分及蛋白多糖的含量也更高。年轻人的髓核中水分含量可达85%，而老年人则可能低于25%。髓核的主要作用是对抗轴向载荷中的压应力。当椎间盘受压时变扁，髓核有向外膨出的趋势，可将施加于纤维环的纵向压力转为水平冲击，纤维环的弹性可以消散由髓核而来的冲击。压力消失后髓核

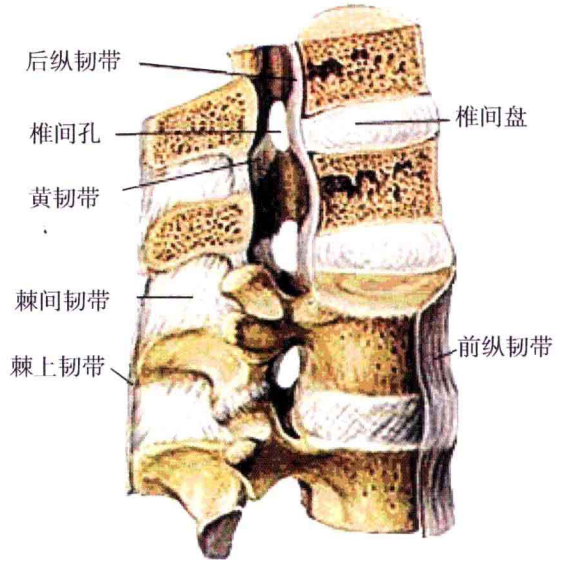


图1-4-1 椎骨间连接（正中矢状位）

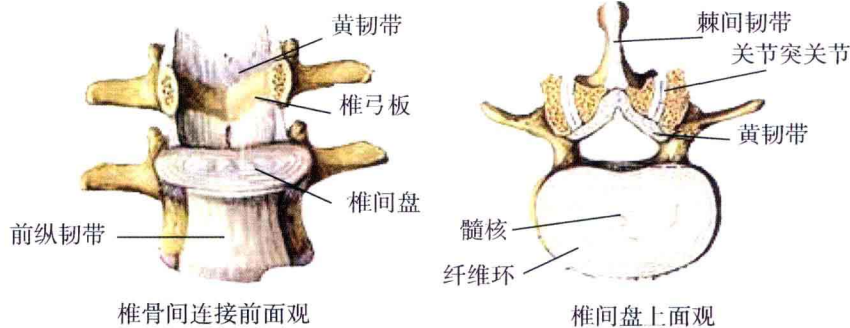


图1-4-2 椎骨间连接

会复原，像弹簧垫一样具有缓冲作用。

透明软骨板构成椎间盘的上下壁。椎间盘的主要生理作用为连接各椎体，是脊柱活动的关节之一，也是人体活动时缓冲震荡的重要结构。

这些纤维软骨的复合结构约占整个脊柱长度的 $1/4$ 。从 $C_2 \sim C_3$ 椎体间至 $L_5 \sim S_1$ 椎体间均有椎间盘。颅骨（ C_0 ）与寰椎（ C_1 ）间没有椎间盘，寰枢椎（ $C_1 \sim C_2$ ）间也没有真正的椎间盘。

每个椎间盘都允许轻微的伸、屈及侧屈活动，也可进行轻微的旋转及环形运动。单个节段活动范围有限，但由于运动节段的叠加，脊柱可有相当大范围的活动。颈椎及腰椎的活动范围较大，而胸椎的活动度则相对较小。

除了允许脊柱活动外，椎间盘还可吸收震荡，防止椎体及神经结构的损伤。然而，由于椎间盘的强度较大，以致在脊柱被压缩时，往往在椎间盘尚未损伤前就已经有了椎体损伤。

(2) 前纵韧带（anterior longitudinal）：前纵韧带是人体内最长的韧带，厚而宽，较坚韧。上面附着于寰椎的前结节，下端止于 S_1 和 S_2 的前面。前纵韧带的弹性和张力很大，当脊柱前屈受到挤压时能保持形状不变，而且在脊柱后伸时，能充分限制脊柱的过伸活动，有防止脊柱过度后伸和椎间盘向前突出的作用。

(3) 后纵韧带（posterior longitudinal）：椎体后面的后纵韧带长度与前纵韧带相当，与椎体相贴部分

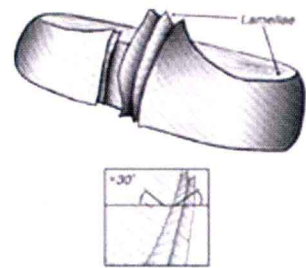


图1-4-3 胶原层水平旋转 30°