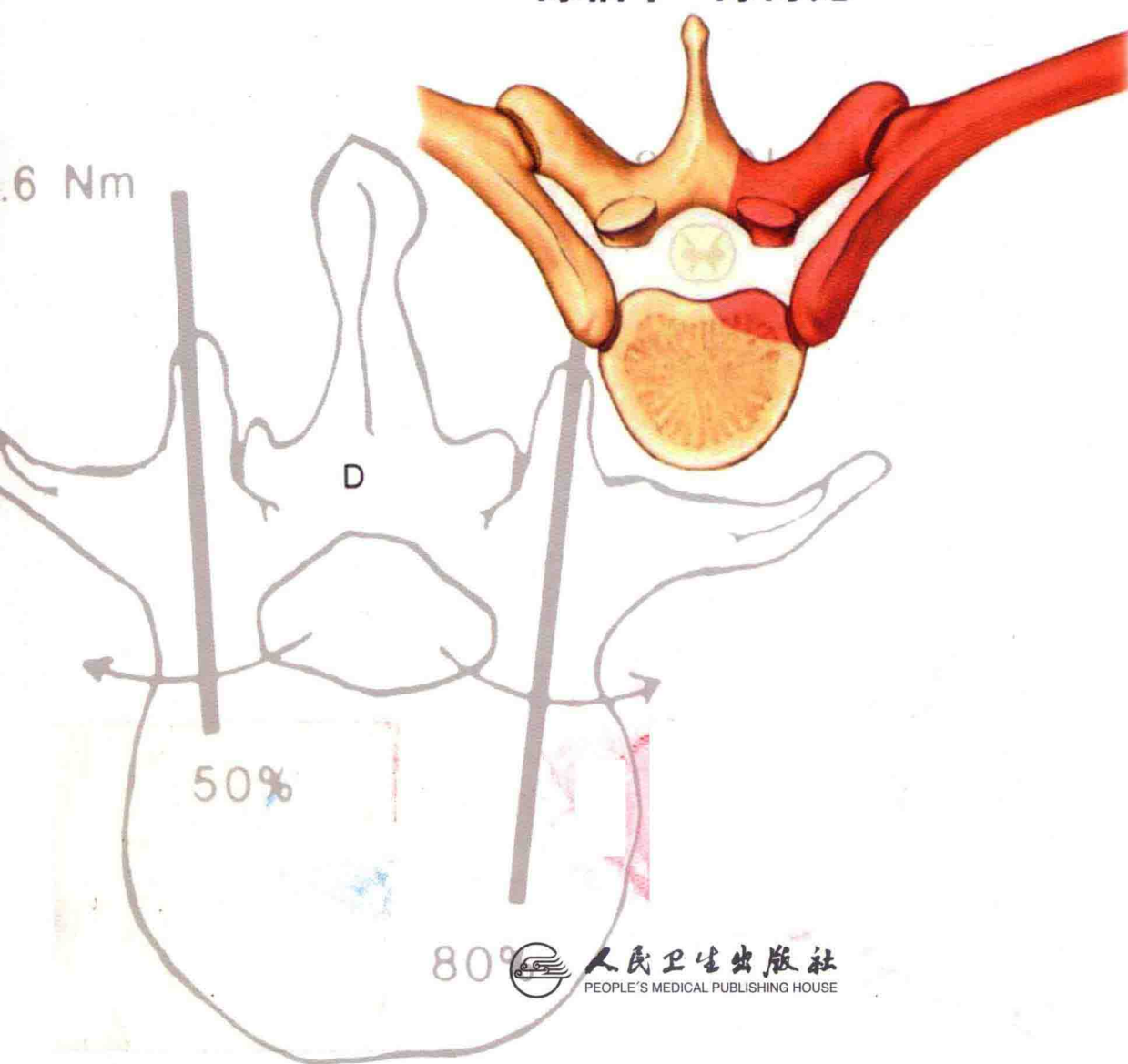


胸椎外科学

Thoracic
Spine
Surgery

主 编
陈伯华 陈博光



80° 人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

胸椎外科学

主 编 陈伯华 陈博光

主 审 胡有谷

作者名单:(以姓氏拼音为序)

安小春	滨州医学院烟台附属医院	骨科	彭 明	青岛市立医院	骨科
陈伯华	青岛大学附属医院	骨科	齐宗华	青岛大学附属医院	骨科
陈博光	台湾大学医院	骨科部	宋跃明	四川大学华西医院	骨科
冯卫华	青岛大学附属医院	放射科	孙建民	山东省立医院	脊柱外科
高正玉	青岛大学附属医院	康复科	汪 雷	四川大学华西医院	骨科
郭 卫	北京大学人民医院	骨肿瘤科	魏富鑫	中山大学附属第一医院	脊柱外科
胡 勇	香港大学玛丽医院	创伤骨科学系	相宏飞	青岛大学附属医院	骨科
胡有谷	青岛大学附属医院	骨科	谢瑞洋	台湾大学医院	骨科部
蒋振松	山东省立医院	脊柱外科	徐少克	台湾台中童综合医院	骨科部
李大伟	总参谋部总医院	骨科	燕太强	北京大学人民医院	骨肿瘤科
李海燕	青岛大学附属医院	骨科	杨 曦	四川大学华西医院	骨科
李铁山	青岛大学附属医院	康复科	岳 斌	青岛大学附属医院	骨科
刘 勇	青岛大学附属医院	骨科	张国庆	青岛大学附属医院	骨科
刘少喻	中山大学附属第一医院	脊柱外科	仇建国	北京协和医院	骨科
龙厚清	中山大学附属第一医院	脊柱外科	郑燕平	山东大学齐鲁医院	骨科
马学晓	青岛大学附属医院	骨科	周春光	四川大学华西医院	骨科
马远征	总参谋部总医院	骨科	周忠杰	四川大学华西医院	骨科

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

胸椎外科学 / 陈伯华, 陈博光主编. —北京: 人民卫生出版社,
2016

ISBN 978-7-117-22441-3

I. ①胸… II. ①陈…②陈… III. ①胸椎—脊椎病—外科手术 IV. ①R681.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 076672 号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

胸椎外科学

主 编: 陈伯华 陈博光

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph @ pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 889 × 1194 1/16 印张: 21

字 数: 650 千字

版 次: 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

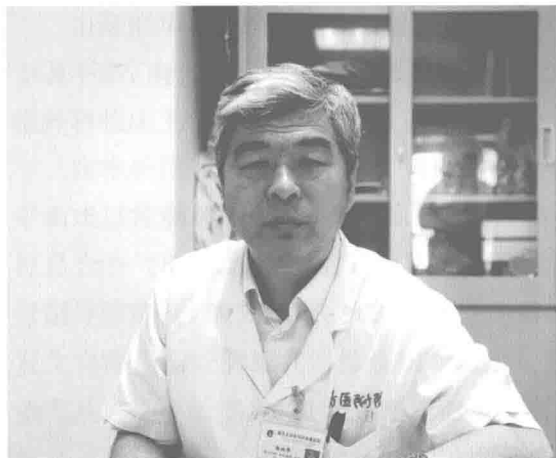
标准书号: ISBN 978-7-117-22441-3/R · 22442

定 价: 89.00 元

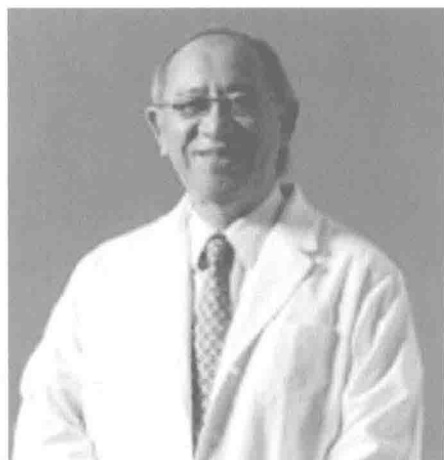
打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ @ pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

主编简介



陈伯华 教授、主任医师、医学博士、博士研究生导师。现任青岛大学附属医院骨科主任、外科教研室副主任，首届齐鲁名医，青岛市拔尖人才。历任中华骨科学会第九届及第十届委员会委员，中华骨科学会脊柱外科第六、七、八届学组委员，中华医学会医疗鉴定专家，国际脊髓学会中国脊髓损伤学会副主委，中国医师协会骨科分会委员，脊柱外科工作委员会委员，骨科康复工作委员会副主任委员，中国康复学会第六届颈椎病专业委员会常委，中国老年学会第六届骨质疏松专业委员会副主任委员，第九届山东省骨科学会副主任委员，山东省骨科学会脊柱外科学组组长和青岛市骨科学会第六届主任委员。兼任《中华外科杂志》、《中华骨科杂志》、《中国脊柱脊髓杂志》、《中国矫形外科杂志》、《中华骨与关节外科》、《中国骨与关节》等杂志编委或常务编委。



陈博光 台湾大学医学院骨科教授。现任陈博光教授联合诊所院长，脊椎医学研究基金会董事长(TAIWAN SPINE FOUNDATION)，亚太脊柱微创医学会名誉会长，前亚太脊椎医学会会长(APSS)，前亚太骨科医学会会长，美国 *Spine* 杂志审稿委员，*Journal of Musculo-Skeletal Research* 总主编，*Journal of Orthopedic Surgery* 杂志审稿委员，*Journal of Bone and Mineral Metabolism Research* 杂志审稿委员。

序

由陈伯华、陈博光教授主编的《胸椎外科学》终于与大家见面了。在脊柱方面的专著中,胸椎外科相关专著不多,胸椎疾病与颈椎及腰椎疾病相比,情况更加复杂,诊断及手术治疗也比较困难,本书的出版对胸椎外科临床工作很有意义。

胸椎周围解剖复杂、特殊:胸椎后凸,两边有肋骨支撑,上连颈椎、下接腰椎,显露困难,内固定的力学平衡难以控制;胸椎前方有大血管,病灶粘连容易大出血;胸椎侧前方与胸腔及肺组织相靠,胸椎骨折、脱位易合并气胸、血胸,造成呼吸困难甚至危及生命,且抢救困难;胸椎管比较狭窄,胸椎疾病和外伤易伤及脊髓导致瘫痪,康复困难;胸椎退变中的黄韧带、后纵韧带骨化比较常见,手术棘手,即便非常小心,也可能发生脊髓损伤。胸椎代谢性疾病相对少见且隐蔽,容易被忽视遗漏,本书专列章节介绍很有必要。胸椎感染尤其是结核较多见,处理策略难倒不少医生。化脓及其他细菌感染的诊断、处理争论较多,尤其是手术时机和具体方法,不同的医生有不同的经验。胸椎肿瘤并不少见,特别是转移癌的好发部位,原因是胸腔静脉无瓣膜、癌细胞易停留并侵入椎体,临床表现及影像学表现变化多、活检又有一定困难,误诊延诊时有发生,处理甚是困难。胸椎畸形矫正手术创伤大、矫正难度大,且并发症不少。以上几大方面内容,本书都作了全面系统的介绍。

本书有基础理论也有实践经验、有传统方法也有现代化方法,参与写作的都是有丰富经验的相关领域专家,针对性、实用性强,对脊柱外科医生的临床工作有很好的指导作用。在此,感谢陈伯华、陈博光教授的辛勤工作。

李佛保

2016年5月

前言

随着科学技术的不断发展,学科的分支也越来越细,在骨科领域中,脊柱外科、骨关节外科和创伤外科等的日益发展使骨科向各亚专业不断细分,目的是更好地提高诊断和治疗水平。当前,国内脊柱外科学中关于颈椎外科和腰椎外科的相关书籍不少,其中包括许多经典专著。胸椎疾患复杂、治疗难度大、手术风险高,成为众多基层骨科医生望而生畏的禁区,即使经验丰富的脊柱外科专科医生,面对复杂的胸椎疾病也难以泰然处之,然而,胸椎外科方面的书籍却并不多见。

2010年,台湾大学医院骨科部陈博光教授来青岛进行学术交流,我们共同提议编撰《胸椎外科学》。旨在为胸椎疾病的诊治提供一部专业的参考书籍。

本书的编委会由30多位脊柱外科知名专家、学者组成,以其坚实的理论基础和丰富的临床经验,对胸椎疾病的各个专题进行了系统阐述。本书内容包括胸椎外科相关的基本理论知识、基本操作、新术式以及诊断和治疗的最新进展,为我国脊柱外科医师和神经外科医师提供了一本内容丰富、实用性强的参考书。希望由此开阔读者的视野,使之成为大中华地区胸椎外科方面的专业书籍。

本书是中国大陆、香港和台湾骨科界,尤其是脊柱外科界精诚合作成果的体现,希望可以为中华民族骨科事业的发展做出新的贡献。

感谢著名的脊柱外科专家,广州中山大学附属一院李佛保教授为本书作序,青岛大学附属医院胡有谷教授为本书主审,使本书内容更为精确严谨。希望为大家献上一部可读、有用的专业书籍。由于水平有限,书中不足之处在所难免,恳请各位专家和读者,不吝赐教。

陈伯华 陈博光

2016年5月

目 录

第一篇 概论	1
第一章 胸椎的发育与解剖	2
第二章 胸椎的生物力学基础	15
第三章 胸椎的影像学诊断	27
第四章 胸椎疾患的诊断与鉴别诊断	37
第五章 胸椎外科手术入路	60
第六章 胸椎脊柱融合术	70
第七章 脊髓监护在胸椎外科中的应用	78
第二篇 胸椎与脊髓损伤	85
第八章 胸椎骨折与脱位	86
第九章 胸脊髓损伤	91
第十章 胸腰椎骨折与脱位	107
第十一章 胸腰椎脊髓损伤	113
第三篇 胸椎退行性疾患	119
第十二章 胸椎间盘突出症	120
第十三章 胸椎管狭窄症	132
第十四章 胸椎黄韧带骨化症	137
第十五章 胸椎后纵韧带骨化症	141
第四篇 胸椎代谢性疾患	145
第十六章 胸椎氟骨症	146
第十七章 弥漫性特发性骨肥厚症(DISH病)	149
第十八章 骨质疏松症	155
第五篇 胸椎畸形	173
第十九章 特发性脊柱侧弯	174
第二十章 先天性胸椎侧凸畸形	185
第二十一章 胸椎后凸畸形	198
第二十二章 特殊类型胸椎后凸的治疗策略	210
第二十三章 强直性脊柱炎所致胸椎畸形	220

第六篇 胸椎感染	233
第二十四章 胸椎椎间盘感染	234
第二十五章 胸椎化脓性脊柱炎	237
第二十六章 胸椎结核	240
第二十七章 胸椎布氏杆菌病	250
第七篇 微创手术在胸椎外科的应用	255
第二十八章 极外侧微创开胸入路	256
第二十九章 经皮内镜胸椎间盘切除手术	260
第三十章 后入路微创胸椎减压及固定的概念与病患选择	264
第三十一章 影像导航系统在脊柱外科中的应用	267
第八篇 胸椎与胸椎管内肿瘤及其他	271
第三十二章 胸椎肿瘤	272
第三十三章 胸椎管内肿瘤	292
第三十四章 胸廓出口综合征	299
第九篇 胸椎手术并发症与康复护理	307
第三十五章 胸椎手术后并发症及其防治	308
第三十六章 胸椎疾患围术期处理及手术前后康复与护理	315

第一篇

概 论

第一章 胸椎的发育与解剖

第一节 胸椎的胚胎发育

脊柱和椎间盘的胚胎发育经历了一个复杂的过程,经过脊索期、体节形成、脊椎及椎间盘的形成,以及以后椎体的骨化和椎间盘的发育各个阶段才完成。

一、脊索期

胚盘发育第三周初,上胚层中轴线上的部分细胞增殖较快,增厚,称原条(primitive streak),其头端的细胞迅速增生形成膨大,称为原结(primitive node)。继而在原条的中线出现浅沟,原结的中心出现浅凹,分别称为原沟(primitive groove)和原凹(primitive pit)。增生的上胚层细胞持续向原条方向迁移,并经原条下陷迁入下胚层,逐渐置换了下胚层细胞,从而形成一层新细胞,称为内胚层。经原条迁移的另一部分上胚层细胞在上胚层与新形成的内胚层之间形成中胚层。原来的上胚层此时则改称外胚层。于原凹处向头侧增殖扩展的一群特殊细胞形成脊索突(notochordal process)以及脊索突头侧的脊索前板(prechordal plate)。部分脊索突细胞与内胚层细胞及卵黄囊融合,剩余的脊索突细胞自行排列形成扁平的脊索板(notochordal plate),其外侧缘向下卷曲并连接起来,形成真正的脊索(notochord)。

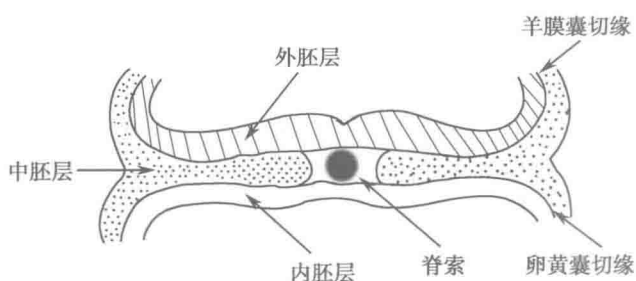


图 1-1-1 胚胎发育第 2 周末脊索断面

脊索形成后逐渐向尾端延伸直至原条完全消失。脊索是一切脊椎动物的原始体轴支柱。而在人体发生中,脊索对神经管、体节等中轴结构的发生仍有着重要的诱导作用(图 1-1-1)。

二、体节的形成

受精后第 19 天左右,位于胚盘中轴线两侧的外胚层细胞增生,形成椭圆形的神经板,神经板两侧高起形成神经褶,而中央凹陷形成神经沟。神经沟闭合后形成神经管(neural tube),其头段将分化为脑,尾段将分化为脊髓。在神经沟闭合形成神经管时,神经板外侧缘的细胞增生,形成神经管背外侧的两条纵行细胞索,称为神经嵴(neural crest)。神经嵴将分化为周围神经系统,包括:脑神经节、脊神经节、交感节和副交感神经节及外周神经。与此同时中胚层亦发生分化。胚盘中轴线两侧的中胚层细胞增生、增厚形成轴旁中胚层,两侧边缘部分的中胚层仍较薄,称为侧中胚层(或称内胚层板),两者之间的中胚层组织称为间介中胚层(或称中间内胚层柱)。轴旁中胚层细胞局部增生并围绕中心放射状排列并于神经管两侧呈水平分节,故称为体节(somites)。胚胎第 20 天左右于颈区出现第一对体节,然后约至第五周末,人胚先后出现 42~44 对体节。体节中央有一腔隙,称为体节腔。体节腔的背外侧细胞分化成生皮肌节,腹内侧的细胞分化成生骨节。生皮肌节进一步分化成为外侧的生皮节和内侧的肌节。生骨节将分化为脊椎骨。生皮节将分化为真皮和皮下结缔组织。生肌节将分化为四肢和体壁上的骨骼肌(图 1-1-2A、B)。

三、脊椎及椎间盘的形成

在胚胎发育的第 4 周,生骨节的细胞迁移到神经管和脊索的周围,形成一间充质柱。含有节间动

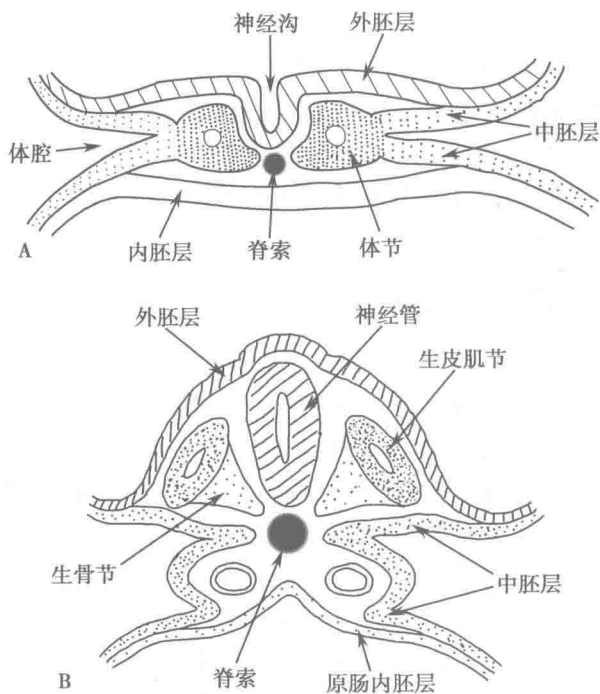


图 1-1-2 体节的形成与分化

A: 体节的形成横切面; B: 体节分化形成生皮肌节、生骨肌节

脉的生骨节间隙将此间充质柱分割,使其仍保持其节段性起源的痕迹。继续发育后,每一个生骨节细胞团分裂为头、尾两部分。由于尾部的细胞接近节间动脉,所以接受营养多而致密化并向尾侧增殖。这些增殖的细胞穿越节间组织与下一生骨节头部细胞团合为一体而形成前软骨椎体。位于原生骨节细胞头、尾两部分之间的间充质不再增殖,填充在相邻的前软骨椎体之间,参与椎间盘的形成。由于原来的节间组织并入前软骨椎体中,所以前软骨椎体恰好位于原来体节间水平位置。前软骨椎体向背侧发展形成神经弓,向腹外侧发展为肋突结构,向内侧发展成为侧突的间充质原基(图 1-1-3)。在胸椎,肋突分化成为肋骨。

脊索被椎体包围的部分将完全消失,但在椎体间的部分却保留下来,亦有椎体内脊索细胞不断移位到前软骨椎体之间,所有这些脊索细胞将发生不同程度的黏液退变和增生,最终形成椎间盘的髓核部分。此时,脊索组织由未进行软骨化细胞的致密部包绕,由此形成椎间盘的纤维化。

四、椎体的骨化

典型的椎骨骨化过程始于胚期,至出生后 25 岁时方结束。椎体腹、背侧的两个初级骨化中心很快融合,至胚胎期末共有 3 个初级骨化中心。第 9 周,

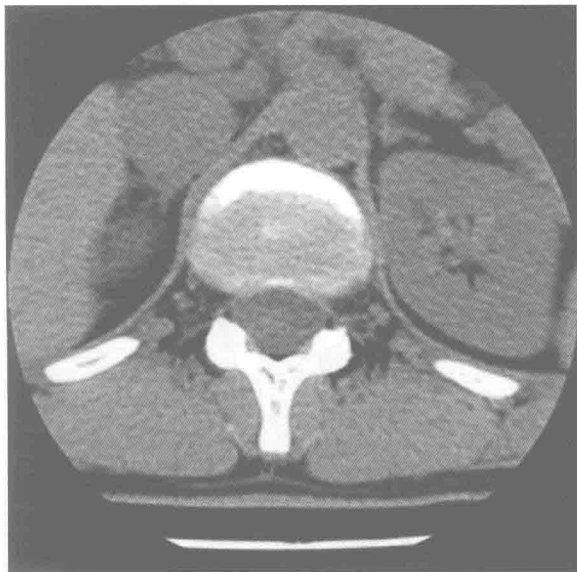


图 1-1-3 生骨节的进一步分化

软骨性椎体由于骨膜血管进入而产生前后切迹。血管进入软骨后并在腹、背侧形成血池,与椎体的前、后部形成骨化中心,被软骨间隔分开,而后者很快消失。最早的骨化中心出现在下胸椎与上部腰椎,并很快向头侧延伸。位于中央的椎体核发出星状毛细血管将周围软骨吸收。早期骨化中心在椎体前、后侧。骨化中心在生前 22~25 周达软骨椎体的前界,在生前 18~22 周达椎体的后界。但并不与椎体软骨期时的软骨化中心相应。

在胚胎第 5~6 个月,骨化中心扩大骨化后使椎体上下两缘为两个软骨盘,并显示朝向椎间盘方向的软骨内成骨。前后大的骨化管腔形成椎体血管的进入处。沿着椎体前、外侧周围又出现新的马蹄形软骨盘,即软骨环骨骺。在幼年时此为骨环骨骺的原基。这些软骨环是纤维环某些纤维的附着点。

椎体的骨化中心并不延伸到这个脊椎的骨性结构。椎体后外侧的骨化,是由神经弓的骨化中心进行的。因此在生后头几年,椎体部分的原发骨化中心发育成椎体,神经弓的原发骨化中心发育成椎弓。在出生时,脊椎骨有 3 个骨化初级骨化中心,分为椎体和左右两侧的神弓部的骨化中心。椎体部分骨化中心发育成为椎体,其余两个发育成为椎弓(图 1-1-4)。

神经弓的骨化约在第 8 周。首先出现在上颈椎。以后逐渐向脊柱下方扩展。1 岁时腰椎两侧神经弓开始连合。随后颈、胸椎的神经弓亦发生类似的改变。颈椎的髓椎体连合,大约在 3 岁时与两侧的神弓连合。在青春期以前,横突尖部一直是软

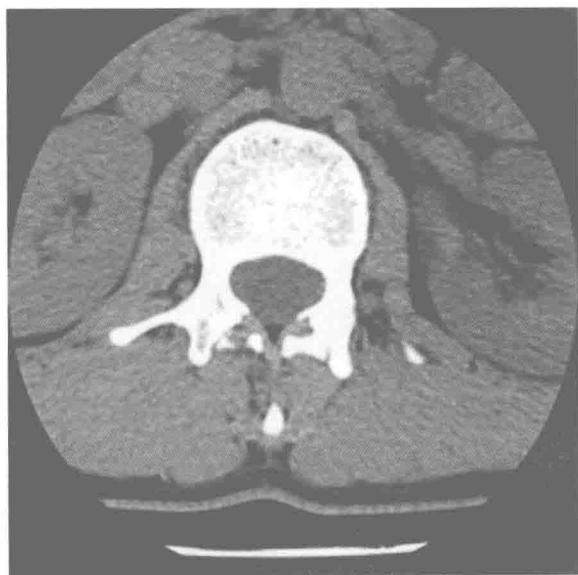


图 1-1-4 三个初级骨化中心

骨状的。大约在 16 岁时，横突尖部、棘突尖部及椎体的上、下两面出现继发骨化中心(图 1-1-5)。神经弓突起部的继发骨化中心，分别形成横突、关节突和棘突。在发生学上，每个横突分为一个肋骨部和一个外形上真正的横突。椎体部分的继发骨化中心是一个压力性骨骺，起到使椎体生长的作用。人类的压力性骨骺呈环状，它的中心部分为透明软骨并向后延伸到神经弓，这些骨骺形成椎体上下椎间盘中的软骨盘部分。软骨盘的外周为骺环，由于中心部软骨向后延伸到神经弓，故骺环在椎体前外周缘高而后缘平。



图 1-1-5 继发性骨化中心的位置

在椎体与神经弓部骨化过程中，在椎体内形成水平与垂直的骨小梁代替椎体中央呈放射状的骨小梁，在神经弓内主要在下部出现放射状排列的骨小梁。神经弓松质骨和椎体松质骨愈合，并且神经弓放射状骨小梁一部分延伸到椎体内，构成最大负荷状态的生物力学力线。

五、椎间盘的发育

椎间盘的发育比较复杂。椎间盘由两个不同部分组成。在椎间盘中心区域由脊索细胞组成。随着椎体内脊索的闭合，脊索细胞从椎体迁移到椎间隙。此时椎间的脊索细胞逐渐增多。胚胎第 18 周的椎间盘脊索组织较胚胎第 7.5 周整个脊索组织为多。以后脊索组织黏液退变，至出生时遗留为髓核的主要来源。椎间盘的另一部分即周围部分，来自脊柱节段下端上部的细胞构成。这些细胞形成纤维环，并且在胚胎第 10 周，已分化为梭形的成纤维细胞。这些细胞排列在发育中的髓核周围，其中间部分连于上下软骨性椎体间。由于髓核向外扩张，纤维环向四周膨出。在胚胎第 18 周髓核继续增大，由于脊索细胞的增殖，纤维软骨性纤维环分化明显，并初步显示出分层结构。从纤维环的内层向中心生长，构成髓核的纤维性部分。在生后，这些纤维成分是髓核生长的主要来源。由此可见，髓核由两个起源：一是脊索组织；二是纤维环的内层。前者是生前髓核的主要来源。后者是后髓核的主要来源。这种髓核的双重来源，说明为何在成人的髓核和纤维环之间缺乏清晰的界限。纤维环最外侧与椎体或纵行韧带相连，而内层呈分层状。髓核在胎儿后期及婴儿时期生长很快，在髓核内有大量黏液间质，内有成簇、成束的脊索细胞组成。髓核的形态和在椎间盘中的位置因年龄而有所不同。在新生儿时髓核呈楔形；2 岁时髓核位于椎间盘中央偏前，4~8 岁时髓核又移位于中心，呈球状或椭圆形。此时脊索细胞消失，髓核逐渐成为一个软而细胞较少的纤维软骨。婴儿髓核呈胶冻状，易从椎间盘挤出，在较大的儿童，髓核被局限于椎间盘内而不易变形。

髓核的发育过程中，当脊索细胞消失后，髓核的生长主要靠纤维成分的增殖。在 4 岁时髓核的纤维成分明显并有软骨发育。

椎间盘的血液供应，在胚胎早期血管进入到椎间盘内。约在胚胎第 3 个月，血管行径与脊索平行。其他来自骨膜的血管也进入软骨，但不进入椎体骨化中央带。这些血管沿着椎体缘进入椎间盘，每隔

一定距离朝髓核方向发出细支。这些呈放射状排列的血管,与椎体的生长骺盘呈现锯齿状外形有关。生长期儿童椎体亦可因而表现为凹陷状。沿着椎体边缘的血管科出现钙化带和骨化中心,后者在后期融合为骺环。出生后不久,椎间盘内的血管退变,至18~25岁大多数血管实际上已消失。椎体内的血管穿透软骨盘后与来自骨膜的血管形成吻合弓。血管穿透软骨盘所留下的空隙可使软骨盘软骨骨化。在血管完全退变时,这些软骨钙化环可由瘢痕组织或钙化所代替。

在2~7岁椎间盘发育较快,并且椎体开始出现双凹现象。但在卧床不起的病儿椎体生长慢,也不出现双凹现象,椎间隙几乎比正常窄一半。2岁前的横径生长较快,2岁后矢状径生长较快。椎间盘的生长速度无性别差异。

脊柱的胚胎发育和生长发育涉及一个复杂的过程,许多常见的异常情况与这些过程相关。此外,多个系统由一个前体分化生成,在胎儿时期一些早期缺陷或许可以有很多种临床表现。临床医生应该在掌握正常胚胎发育过程的同时,意识到先天性脊柱缺陷的共同表现。通过彻底的体格检查来鉴别在与其他系统畸形相关的情况来识别早期的脊柱缺陷。

(安小春 岳 斌)

第二节 胸椎的临床解剖

一、胸椎

人体的胸椎共有12个。由前方的椎体和后方的板状椎弓组成。椎体是椎骨负重的主要部分,内部充满骨松质,表面的骨密质较薄。椎体后面与椎弓共同围成椎孔,各椎孔贯通,构成胸椎管。

胸椎具有以下特点:其两侧有肋凹;椎孔呈圆形,

且面积较小;椎弓根短而细;关节突在额状面上,有利于旋转而不易发生脱位;棘突细长且向后下方彼此重叠成为叠瓦状;横突呈圆柱状,且前面有横突肋凹。 $T_1 \sim T_4$ 胸椎称为上胸椎,其中 T_1 其横径几乎是前后径的两倍; T_2 横径和前后径差别较小; T_3 最小; T_4 椎体呈典型的心形。因胸主动脉在左侧的压迫, $T_1 \sim T_4$ 胸椎的横切面左右不对称。 $T_5 \sim T_{10}$ 胸椎为中胸椎,其前后径逐渐增加,而横径变化不大。其棘突最长,最倾斜。胸椎的椎弓根越向下越厚。第11、12胸椎为胸腰段胸椎,为胸椎和腰椎的移行部,由于椎体活动度逐渐增大,椎间关节面由额状面向矢状面逐渐过渡。而且,此部为胸椎后凸向腰椎前凸过渡的部分,为生理负荷改变的部位,也是脊髓损伤的好发部位。

(一) 椎体

胸椎后缘较前缘高,胸椎椎体前缘与后缘高度的比值在 T_1 、 T_2 为0.95~0.97,至 T_6 、 T_7 胸椎逐渐下降至0.91,以后又逐渐回升至0.95, T_{11} 、 T_{12} 最低,约0.88。所以全体胸椎形成后凸。范力军通过测量正常人胸部侧位片后凸角得出随年龄增加自儿童组至长寿组上胸椎后凸角自 7.96° 增加至 21.57° ,下胸椎后凸角自 4.98° 增加至 13.58° 。胸椎后凸角度随年龄增大而增大,符合生理性改变。胸椎椎体由上而下因为负荷逐渐增加逐渐加大。椎体两侧上下有一半圆形肋凹,相邻椎体的上、下肋凹共同形成肋凹与肋骨小头形成关节。

(二) 椎弓根

胸椎椎弓根短而细,在椎弓根最窄处其横断面上宽下窄。常用椎弓根横径、矢状径和内倾角(e 角)、下倾角(f 角)描述椎弓根的形态(图1-2-1)。

1. 椎弓根的横径和矢状径 椎弓根横径是指椎弓根内外侧皮质外缘之间的最短距离,矢状径是指其上下皮质外缘之间的最短距离,而横径一般小于

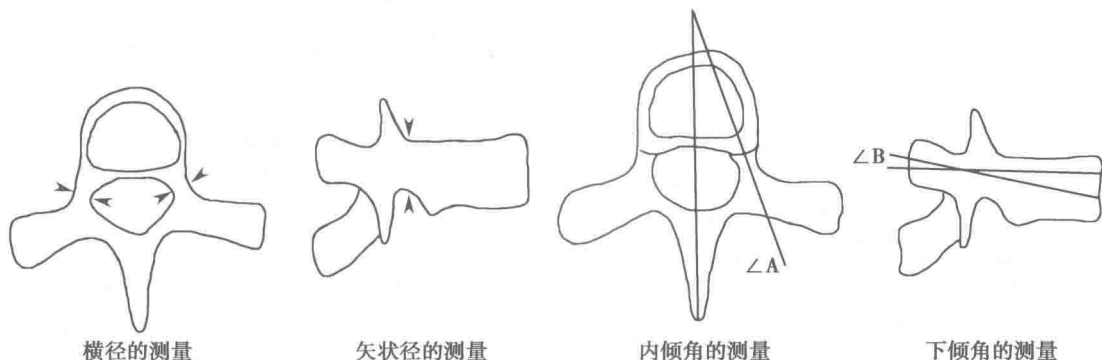


图 1-2-1 椎弓根测量方法

$\angle A$ 为内倾角, $\angle B$ 为下倾角

矢状径。国外 Zindrick 等诸多学者研究后认为最窄的椎弓根为第 4 或第 5 颈椎。而国内学者乔栓杰的测量结果提示颈椎椎弓根横径最宽的是 T_1 , 为 12.0mm, 最窄者为 T_4 , 为 3.0mm。而胸椎椎弓根横径的平均值为 5.9mm。 T_1 、 T_2 及 $T_9 \sim T_{12}$ 胸椎横径的平均值为 7.2mm, 大于 $T_3 \sim T_8$ 胸椎横径的平均值 4.7mm。国内学者杜心如等对椎弓根的内径进行测量后发现胸椎椎弓根内横径 (5.4mm) 小于腰椎内横径 (13.0mm), 胸椎内矢状径 (12.3mm) 大于腰椎内矢状径 (9.4mm); 其研究结果显示腰椎内纵径均大约 4mm, 而内横径小于 4mm 者占 2.6%~30% 不等 (出现在 $T_{11} \sim L_4$), 最小者其内横径为 2mm, 故此部分不宜行椎弓根螺钉固定。同时发现 $T_{11} \sim L_3$ 椎弓根部分呈现肾形或泪滴形, 其矢状径大于横径, 且椎弓根骨皮质的厚度自大至小依次为下部、上部、内侧、外侧。

生物力学研究结果提示, 螺钉直径越粗抗拔出力量越强大, 但直径过粗可致椎弓根皮质破裂从而使螺钉固定强度下降。所以, 测量椎弓根横径及矢状径可以为如何选择合适直径的螺钉提供参考。Misenhimer 等的研究结果显示, 椎弓根螺钉占据椎弓根横径的 80% 就会发生椎弓根膨胀、变形或骨折。因此, 在横径小于 5mm 的椎弓根上用临床上常用的 5mm 螺钉导致椎弓根穿破的可能性增大。

2. 椎弓根角度的测量 椎弓根纵轴延长线与椎体正中矢状面之间的夹角称为 e 角, 椎弓根纵轴延长线与椎体水平面之间的夹角称为 f 角。这两个角的测量对于临床正确置入椎弓根螺钉以及准确进行经椎弓根穿刺椎体成形术有重要意义。

梁道臣的研究结果提示男性的 e 角由 $T_1 \sim T_7$ 逐渐减小, T_7 的 e 角最小, 由 $T_7 \sim T_{12}$ 又逐渐增大, T_{12} 最大。女性胸椎 e 角由 $T_1 \sim T_6$ 逐渐减小, 然后由 $T_6 \sim T_{12}$ 逐渐增大, 至 T_{12} 达到最大, T_6 最小。男性 f 角在 $20^\circ \sim 25^\circ$ 之间变化, 女性在 $19^\circ \sim 26^\circ$ 之间变化。男性及女性左右侧对比无显著差异, 男女之间

相比无显著差异。男性及女性椎弓根 e 角 $T_1 \sim T_4$ 、 $T_9 \sim T_{12}$ 两组间对比无显著差异, 两组与 $T_5 \sim T_8$ 组对比无显著差异。胸椎椎弓根 f 角男性及女性三组间对比无显著性差异。

e 角和 f 角决定椎弓根螺钉的进钉方向。不恰当的 e 角和 f 角都会使螺钉穿破椎弓根或椎体损伤周围重要的组织结构, 因此进钉方向对置入螺钉非常重要。其中, e 角决定进钉方向时临床意义较大, 下胸椎固定时螺钉 e 角不宜过大, 否则易进入椎管。胸椎椎弓根进钉宜在上关节突下缘, 距关节突关节中心偏外 3mm, 靠近横突基底部位, 螺钉应向矢状线呈 $7^\circ \sim 10^\circ$, 并向下倾斜 $10^\circ \sim 20^\circ$ 。

3. 椎弓根长度的测量 椎弓根的长度指椎弓根后缘皮质中点沿椎弓根轴线到椎体前缘皮质的距离 (图 1-2-2)。史亚民等测量国人胸椎标本发现, 椎弓根的长度从 $T_1 \sim T_7$ 逐渐增加, $T_7 \sim T_{12}$ 基本相同 (图 1-2-3)。

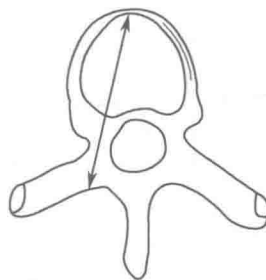


图 1-2-2 胸椎椎弓根长度, 即椎弓根后缘皮质到椎体前缘皮质的距离

生物力学研究表明, 椎弓根螺钉越长, 固定强度越大, 但随着螺钉的增长, 穿破椎体损伤血管及脏器的危险性也增大, 而过短又使固定不够坚固。因此, 选择合适的螺钉强度也很重要。临床实践中, 椎弓根螺钉的深度一般以钉尖到达椎前皮质后方 5~8mm 为宜。

(三) 横突

胸椎横突粗短, 呈圆柱状, 伸向后外, 除了最下

性别	第1胸椎	第2胸椎	第3胸椎	第4胸椎	第5胸椎	第6胸椎
男 (n=20)	34.9 ± 2.2	36.8 ± 2.0	37.9 ± 2.2	39.2 ± 2.2	40.7 ± 2.1	41.8 ± 2.2
女 (n=20)	33.5 ± 1.8	33.5 ± 1.8	36.0 ± 1.7	37.4 ± 1.9	38.7 ± 1.7	40.0 ± 1.9
总 (n=40)	34.2 ± 2.1	35.9 ± 2.0	37.0 ± 2.2	38.3 ± 2.3	39.7 ± 2.2	40.9 ± 2.3
性别	第7胸椎	第8胸椎	第9胸椎	第10胸椎	第11胸椎	第12胸椎
男 (n=20)	43.2 ± 2.2	44.2 ± 2.5	44.6 ± 2.5	44.6 ± 2.7	43.7 ± 3.2	44.7 ± 3.2
女 (n=20)	41.0 ± 2.0	42.1 ± 2.1	42.1 ± 2.2	41.4 ± 1.9	41.0 ± 2.3	41.7 ± 2.7
总 (n=40)	42.1 ± 2.4	43.1 ± 2.5	43.3 ± 2.5	42.8 ± 2.7	42.2 ± 3.0	43.2 ± 3.3

图 1-2-3 胸椎椎弓根长度测量 ($\bar{x} \pm s$)

2~3个胸椎体外,每一横突有一肋凹,与肋结节形成横肋关节。到目前为止对于胸椎横突的专门研究较少。崔新刚等对胸椎横突和腰椎横突的解剖形态学做出对比研究之后,认为胸椎横突长度较 $L_{1,2}$ 横突长,厚度及高度均大于除 L_5 以外的腰椎横突。

(四) 关节突

胸椎的关节突接近冠状位,上关节突朝向后外,下关节突朝向前内,关节面与横截面约呈 60° 角(图1-2-4),与冠状面呈 20° 角。这种排列有利于胸椎的侧屈、旋转和少量屈伸运动,但受到肋骨框架的限制。胸椎上关节突呈薄板状,自椎弓根与椎板连接处发出,关节面平坦;下关节突位于椎板的前外侧面,呈卵圆形,略凹陷。胸椎的关节突正位于以椎体前侧为中心所作圆弧上,这种结构特点决定了胸椎的旋转运动(图1-2-5)。脊柱旋转运动主要发生在胸椎,额状位的关节突关节面有利于旋转,限制了胸椎的屈伸运动,不易发生脱位。伴随运动的有肋骨和胸骨。站立时,这种旋转运动同时伴有骨盆对下肢的旋转运动。坐位时可单独发生。

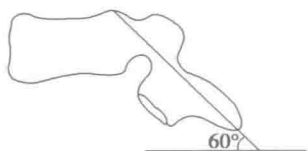


图 1-2-4 胸椎关节突与水平面的夹角

崔新刚等研究后发现,胸椎关节突关节对于胸椎椎弓根穿钉定位点是一良好的解剖定位标志。其通过测量及手术模拟发现在 $T_1 \sim T_{10}$ 以上关节突外 $1/3$ 点作为椎弓根入点,且 $T_1 \sim T_3$ 以 25° 角为最适内倾角, $T_4 \sim T_{10}$ 以 15° 为最适内倾角, $T_1 \sim T_{10}$ 均以 10° 为最适尾倾角,5具尸体的 $T_1 \sim T_{10}$ 共100个椎弓根,全部穿钉成功。

(五) 椎板

胸椎椎板短、宽、厚,且由上而下重叠。李志军等对脊柱骨标本椎板厚度进行了测量。结果发现胸椎椎板厚度 T_6 最薄, T_{12} 最厚, $T_1 \sim T_{12}$ 胸椎变化为 6.8mm ,厚度变化不明显。性别间 $T_1 \sim T_9$ 有极显著性差异(P 小于 0.01), $T_{10} \sim T_{12}$ 胸椎有显著性差异(P 小于 0.05)。

椎板是构成椎管后部主要结构,发育性、退变性椎板增厚均可致胸椎管狭窄,压迫脊髓和神经。

(六) 棘突

胸椎棘突细且长,向后下方倾斜,彼此重叠,呈叠瓦状排列。有学者研究后提出可通过胸椎棘突定

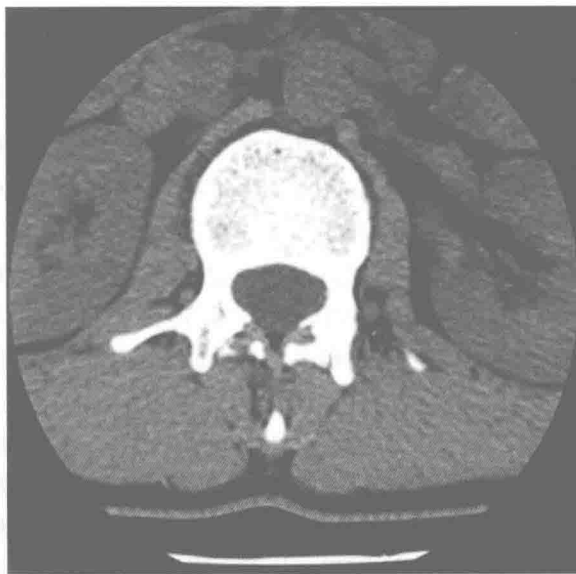


图 1-2-5 胸椎的关节突位于圆弧上

位协助选择合适椎弓根螺钉置钉点。崔新刚等测量胸腰椎椎骨标本及正常人胸腰椎X线片与CT片后,以棘突上缘根部水平线与关节突关节中央垂线二者交点为基本定位点。 $T_{10} \sim T_{12}$ 最佳进钉点位于此点上方 5mm 。

(七) 椎孔

胸椎椎孔大致呈圆形,较小,骨折时容易引起脊髓损伤。因 T_1 、 T_2 胸椎容纳颈膨大, T_{11} 、 T_{12} 胸椎容纳腰骶膨大,故此4个椎体椎孔较大,呈三角形。

二、胸椎的血供

胸椎除直接或间接受相邻肋间动脉供应外,上2个胸椎尚接受甲状腺下动脉、锁骨下动脉、肋颈干或椎动脉发出的降支,其中尤其以来自甲状腺下动脉者最多。不同节段血管在相应椎体前、后面和椎弓根内、外面分为升、降支,供应相邻椎骨,每侧相邻升、降支相连呈纵吻合,左右同名支相连呈横吻合。

每个胸椎椎体的滋养动脉分为三群:二群分别由椎体左右前外侧进入,一群由椎体后面中央进入。在4个月胎儿,椎体每侧有5~6支滋养动脉,1~3岁幼儿减为3支。在上10个胸椎,由椎体后面进入的滋养动脉常为2支;下2个胸椎常为3~4支。三群动脉在椎体内呈放射状排列,并在松质骨内互相吻合。终动脉只在椎体发育中的终板软骨中出现,以后随椎体骨化,动脉支在松质骨内形成吻合,终动脉也随之消失。

三、胸椎的关节

(一) 胸椎与肋骨关节

胸椎和肋骨形成肋椎关节或联结,包括肋头与椎体侧面的肋凹形成的肋头关节和肋结节关节面与胸椎横突肋凹所构成的肋横突关节。

1. 肋头关节 在第1、11、12肋,肋头与其相对应的椎体的肋凹及椎间盘相关节,但在2~9肋骨不但与其相对应的椎体相关节,同时还与上一节的椎体相关节。

第2~9肋头的关节面呈楔形,覆盖一层纤维软骨,下部的关节面较大,两个关节面之间借一峭隔开。在肋头峭与椎间盘之间有肋头关节内韧带相连,将关节腔分为上下两部分,关节囊的前方有放射状的肋头辐射韧带。第1、11、12肋头的关节面仅与一个椎体相关节,呈圆形,无肋头峭,也没有肋头关节内韧带。

2. 肋横突关节 上7个肋骨的结节呈橄榄形,与相应的胸椎有一个光滑的关节面部分,而外侧有一个粗糙的部分。在上一椎骨横突下缘和下一肋颈之间尚有肋横突韧带,向外与肋间内膜相续,在它的内缘与椎体之间围成肋横突孔,有肋间神经后支和肋间后动脉通过。在椎骨横突和下关节突的根部,有肋横突外侧韧带斜向外下方,止于肋结节的后面,呈现腱索状,向外与肋间外肌相接。两侧的肋头与肋横突关节需联合活动。

(二) 胸椎关节

胸椎的椎间盘较薄,仅为2~4mm,椎体的前后有长纵形的前、后纵韧带、棘间韧带及横突间韧带(图1-2-6)。

胸椎的关节突呈冠状位,相邻关节突之间组成关节突关节。关节突位于一个圆形轨迹上,圆心位置靠近椎体的中心点,故相邻椎体之间可能产生旋转运动,但由于肋、肋软骨及胸骨与胸椎相连,使其活动范围受限,因而有利于保护胸腔内重要器官。胸椎关节突的关节面朝向前后,其横轴的倾斜度大于45°,较颈椎大,但较腰椎小。由于相邻胸椎之间上、下关节突为前后相互重叠,因此前后方向的暴力,一般不致使胸段脊椎脱位。

四、胸椎椎管

(一) 胸椎椎管的形态特点

胸椎椎管除T₁~T₃和T₁₂胸椎部较大外,T₄~T₁₀胸椎椎管管腔一致,也是最狭窄的部位。此段椎



图 1-2-6 胸椎的韧带

管在胸椎骨折脱位、椎管内占位性病变时,因管腔狭小,往往产生脊髓损伤或脊髓受压的症状、体征。

胸段椎间孔由胸椎的上、下椎弓根切迹围成,因上切迹浅,接近椎体上缘,而下切迹深且多位于椎体中、上1/3部位,所以椎间孔多位于上位椎体中、下部及下位椎间盘部位。椎间孔与椎体和椎间盘的这种对应关系对于寻找神经根具有定位意义(图1-2-7)。在上位胸椎椎弓根位置偏上,椎弓根上缘往往高于同序数椎体上缘,与其上位的椎间盘相平。在椎间孔内有相应节段的脊神经根穿出,在椎间孔外缘处脊神经节呈圆形膨大,所以在胸部脊神经节多位于椎间孔外,脊神经根在椎间孔的中上部

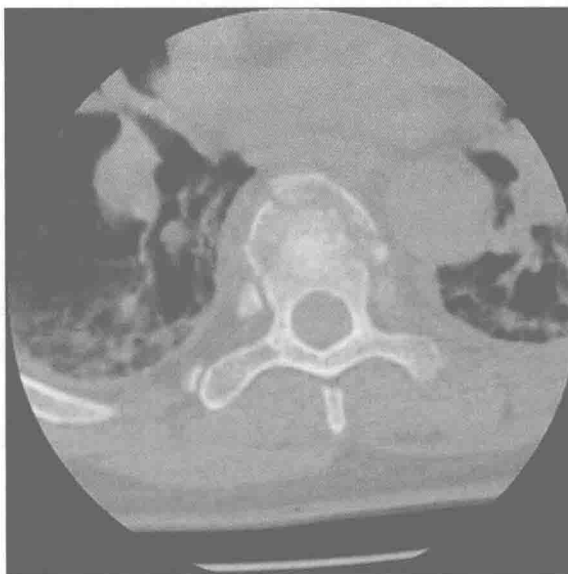


图 1-2-7 胸椎的椎间孔

自椎管内穿出,其伴行的根动脉、静脉多位于神经根下方。在椎间孔外,神经根与伴行动脉、静脉可平行伴行或缠绕走行。在胸段,可以通过肋间神经作为向导逆行追踪寻找椎间孔,进而显露椎弓根的上、下切迹。切除肋骨头后可显露出肋凹,其多位于椎弓根的前外侧部,可以作为寻找椎弓根的定位参考标志。椎弓根的内缘是椎管的外侧壁,故可以通过咬除椎弓根来显露硬膜及脊髓的侧方。这种入路对显露脊髓前侧方非常清楚,如果需要可以连续咬除上下椎弓根,显露更长的胸段脊髓及硬膜。

胸椎椎管前臂由椎体后面及椎间盘组成,在其表面有后纵韧带覆盖,所以胸部椎间盘突出和后纵韧带钙化往往自前方压迫脊髓。椎管后壁由上、下关节突关节、黄韧带及椎弓板组成。胸椎是黄韧带骨化的好发部位,骨化的黄韧带自侧后方压迫脊髓,是造成椎管狭窄症的重要原因。

(二) 胸椎椎管内脊髓与椎体的对应关系

在上胸椎及 $T_1 \sim T_4$, 胸髓比相应序数的椎体高 1 个节段。在 $T_5 \sim T_8$ 相差 2 个节段;而在 $T_9 \sim T_{12}$ 则相差 3 个节段。这种对应关系在临床上常用,可判断脊髓损伤部位水平。例如 T_8 椎体骨折脱位时,脊髓损伤平面应为 T_{10} 。

(安小春 岳 斌)

第三节 正常的胸椎解剖学: 胸椎矢状序列

脊椎是一个力学结构。椎骨关节相互之间通过一个复杂的杠杆系统(脊椎),支点(关节突关节和椎间盘),被动约束装置(韧带)和启动装置(肌肉)进行运动控制。有关脊柱解剖,正常的脊柱序列和脊柱生物力学的全面理解,对脊椎问题的临床分析和治疗的各个方面的认识是极其重要。

脊柱的三个基本功能是传输负载,运动,并保护重要的脊髓和马尾神经。脊柱的解剖结构以最佳方式提供这些功能。脊柱由 7 节颈椎,12 节胸椎,5 节腰椎,5 节融合的骶椎,3~4 节融合尾椎组成。当观察正面也称作冠状平面时,脊柱通常会呈直线并两侧对称。矢状面显示四个正常弯曲。这些弯曲为颈椎和腰椎的前凸及胸椎和尾椎的后凸。这些正常的解剖曲度构成脊柱力学结构的基础。增加脊柱的屈伸度和增强减震能力,同时在椎间关节的水平上保持足够的刚度和稳定性。

一、发育、解剖和功能

在历史上,脊椎的形态是通过艺术来记录。早期艺术家们赞美脊椎的柔和曲线,描绘身体优美的体形,但往往是夸大的脊柱的缺陷变形。

脊柱的范围以骨盆后弓为基础一直向上延伸到作为支持和支点的颅骨区域。胸椎是胸部的一个不可分割的部分。腰椎和颈椎区域则相对独立。腰椎与胸椎和骨盆构成关节运动,而颈椎与颅骨和胸椎发生关节运动。由此可见胸椎的重要性。

在新生儿中,脊柱在矢状面上其整体长度有平缓的后凸曲度(图 1-3-1)。该后凸曲度称为脊柱后凸。随着发育,婴儿获得他们头部运动控制的能力,并能保持他们的头直立。颈部的直立姿势导致在颈椎处产生继发弯曲前凸,称作脊柱前凸。四足动物的脊柱有这些相同的矢状曲度。当孩子开始直立坐位和行走,换句话说当孩子成为一个两足动物,脊椎发育第二个弯曲。这个弯曲即腰椎前凸。

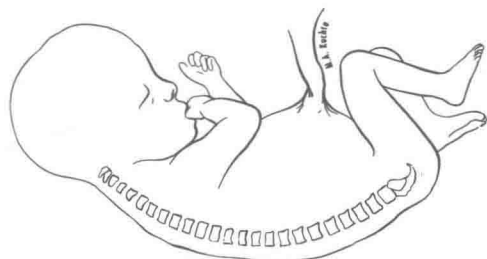


图 1-3-1 新生儿全脊柱矢状序列曲度向后,呈脊柱后凸

胸椎和骶椎相对固定的矢状弯曲是主要的弯曲,源于在新生儿脊柱的姿势。椎体的楔形结构主要导致了胸椎和骶椎的后凸。另一方面,颈椎和腰椎的前凸是由继发弯曲导致。一般来说,颈椎和腰椎的前凸不是由于椎体的楔形变,而是由于相邻的椎骨彼此之间形成一定的角度。也就是说,椎间盘楔形变而不是椎体本身导致前凸。对于腰椎前凸来说,椎间盘前侧比后侧更高。如前所述,颈椎和腰椎区域是脊椎的关节运动区域,并且基于这种运动形式,整个脊柱各方位的运动成为可能。

一种学派认为这种脊柱矢状曲度的形式具有吸收能量的功能以防止伤害。交替变换前凸和后凸的曲度的确具有潜在吸收能量的功能,但是新生儿的脊柱后凸也有一个类似的潜在的吸收能量的功能。原始的新生儿脊柱后凸为胸、腹部的心肺和消化系统准备了大量的空间。在早期儿童发育,直立的头部位和稳定的双足行走需要一个脊柱前凸。矢状