

高等医学院校协编教材
供临床医学和医学影像学专业用

断层解剖学

主 编 刘树伟



人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

断层解剖学/刘树伟主编. —北京: 人民卫生出版社, 1998

ISBN 7-117-03043-7

I. 断… II. 刘… III. 断面解剖学 IV. R322

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 19323 号

断层解剖学

主编 刘树伟

人民卫生出版社出版发行

(100078 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼)

河北省永清县第一胶印厂印刷

新华书店经销

787×1092 16 开本 17.25 印张 366 千字
1998 年 11 月第 1 版 1998 年 11 月第 1 版第 1 次印刷
印数: 00 001—4 310

ISBN 7-117-03043-7/R·3044 定价: 29.50 元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究。

序

医学影像学的发展,使断层解剖学成为高等医学院校的新课程。正当急需教材的时候,这本《断层解剖学》问世了,真可谓“好雨知时节,当春乃发生”。因此,我感到由衷的高兴。

这本教材的前身是山东医科大学编著的第一版《人体断面解剖学》,它整理和采纳了国内外许多优秀研究成果,故早在1992年成书时,我就给予了充分肯定。山东医科大学用它为五届本科生、七年制和研究生开设了断层解剖学课程,效果较为满意;同时以它为教材举办了多期全国学习班,为我国培训了一大批师资。此外,它还被许多大专院校用作教科书,反映良好。可以说第一版教材为我国断层解剖学的发展奠定了坚实基础,山东医科大学完成的断层解剖学教学成果也因此荣获国家级教学成果二等奖。

编者通过使用第一版教材的实践和广泛征询意见,对它做了大幅度的增删与修订,于1997年出了第二版,并更名为《断层解剖学》。又经1年的教学实践及15所医学院校的20余位同道的讨论、修改和补充,改由人民卫生出版社出版。从成书的整个过程看,编者是十分审慎认真的。预计它会适用于我国断层解剖学教学,并受到更多同道的关注。

主编将新稿送我,阅后,谨陈管见如下:

1. 在全面的(系统、局部、年龄和变异等的)解剖学基础上学习断层解剖学更易奏效,更有利于与影像诊断学和介入放射学的实践相结合,就使得断层解剖学更具实用意义。因此,断层解剖学是系统解剖学和局部解剖学之后的又一门解剖学课程,宜作为高年级学生的桥梁课。这本教材正是基于这一指导思想,来介绍断层解剖学知识的。

2. 为达到一定的研究目的,做离体器官或很小的局部断层解剖是必要的。但是,作为教材,要为诊治疾病而联系影像诊断或介入放射技术以及探索新的外科入路等,则整体断层解剖乃不可或缺的。此书以讲授整体断层解剖为主,但也汲取了离体器官断层的研究成果,这就使内容更加完善。

3. 从解剖断层认识影像断层,以影像断层印证解剖断层,二者互为研究手段,相得益彰。找出两者相结合的规律,以快速准确地诊断、治疗疾病,造福人类,才是学习断层解剖学的终极目的。这本教材在这个方向上迈出了一大步,但任重道远。

最后,愿编者紧跟科学技术日新月异的发展,以不懈拼搏的精神,在全国同道的支持下,百尺竿头,更进一步,在2000年后,不断有新版问世。

王永贵

1998年1月26日于成都

前 言

本世纪70年代以来,超声成像(USG)、X线计算机断层成像(CT)和磁共振成像(MRI)相继崛起并迅速普及。这些影像技术赖以诊断和介入治疗的形态学基础是断层解剖学,因此,在医学院校内开设断层解剖学课程,对提高教学质量和培养适应时代要求的临床医师,具有十分重要的理论和现实意义。开班授课,首需教材,但目前国内尚无一本正式出版并被大家认同的教材。在这种形势下,中国解剖学会断层影像解剖学分会成立了《断层解剖学》教材编写组,并于1997年7月在山东威海召开了编写会议。出席会议的除编者外,还有徐州医学院医学影像学系朱元业副教授和江西医学院医学影像学系张淑娥副教授。会议决定编写一本适用于医学系和医学影像学系本科生的断层解剖学教材,以山东医科大学编著的《断层解剖学》讲义第二版为蓝本。大家还就本书编写的宗旨、指导思想、编写大纲、作者分工与编写细则等进行了认真和热烈的讨论。会后,经过各位编者半年多的艰苦努力,现终于成书。

在系统解剖学和局部解剖学知识基础上,密切结合影像诊断学和介入放射学的需要来讲授人体断层中主要结构的形态变化规律,是断层解剖学教学的基本指导思想。据此,在本书的编写中,力求做到以下几点:①注重断层解剖与整体解剖的衔接,本书是以学生学过系统解剖学(系解)和局部解剖学(局解)为起点的,但为了帮助学生理解断层解剖,融入了某些必要的或本科阶段没有学过的系解和局解的内容。②立足于尸体断层解剖与影像断层解剖的融合,两者是断层解剖学的基本内容,既联系密切,而又不完全相同:在编写中,尽量将这两方面的内容统一起来,把握其内在规律和结合点。③强调解剖学知识与影像诊断学和介入放射学的适当结合,在编写中,增加了一些断层结构在临床上应用的内容,鼓励学生用断层解剖学的具体知识去思考和解决临床影像学的实际问题。④注意了横断层与矢、冠状断层解剖的结合,本书以介绍横断层解剖为主,适当介绍了矢、冠状断层解剖,这样既可满足MRI的需要,又有助于学生进一步理解横断层解剖。⑤突出了教材的思想性、科学性和先进性,因此在内容的选择上,尽量吸收和采纳国内外的优秀研究成果和最新进展,充分反映国人资料和作者本人的研究成就。

全书分绪论、头颈部、胸部、腹部、男性盆部、女性盆部、脊柱区、上肢和下肢九章。除绪论外,各章内容分为三部分:①第一节 概述,主要叙述本部的境界和分部、标志性结构或重要平面,在上、下肢部分简述了重要关节。②第二节(除脊柱区,上、下肢外),为连续横断层解剖,这是断层解剖学的基本内容,故着墨较多。在教学中,应讲精、讲清、使学生真正掌握,并从中领悟到断层解剖学的内在规律,从而达到举一反三的目的。③其它节,对临床意义较大或结构较复杂的部位,进行专题阐述。这一部分各校可依学时及对象的不同,而选择性讲授。断层解剖学为新兴学科,许多内容仍在发展之中,故本书将主要参考文献分章置于全书正文之后,供研究者或学习者需进一步阅读时参考。为便于查阅及学习英文解剖学名词之用,本书未附有索引。本书的解剖学名词以国家科学技术(自然科学)名词审定委员会公布的《人体解剖学名词》(科学出版社,1991)为准,未

收录的采用常用者。

全书共有断面图 256 幅，其中 221 幅为本书作者依断层标本绘制，断层标本由山东医科大学、华西医科大学、白求恩医科大学、西安医科大学和第三军医大学制作；影像图片共 72 幅，主要由山东医科大学第一附属医院、山东省医学影像学研究所、湖南医科大学湘雅医院、上海医科大学华山医院和山东万杰医院 PET 中心提供。

我国断层解剖学奠基人、恩师王永贵教授既细致地审阅和修改了绪论部分，又撰写了序，使本书大为增色。在编写过程中，栾铭箴教授和华伯坝教授一直给予悉心指导，并认真审阅了全书。北京医科大学汪亚晴副教授提出了许多建设性的意见，但因故未能参编。本书线条图，除第四章第二节由白求恩医科大学邓芳同志绘制外，均由山东医科大学电化教研室朱丽萍同志统一重绘。山东医科大学王政高级实验师誊抄了部分书稿。山东医科大学教务处处长朱文华教授、解剖学教研室的领导和老师们均给予了大力支持和帮助。在此，向所有关心和支持这本书的同志们表示衷心感谢！

编写断层解剖学教材是一项崭新的开创性工作，无前人的经验可循。尽管我们做了较大努力，错误和不足之处在所难免，恳望得到有益的批评和建议，以使它更加适用于断层解剖学教学。

刘树伟

1998 年 2 月 18 日于济南

目 录

绪论	1
一、断层解剖学的定义和特点	1
二、断层解剖学的兴起、范围和分科	1
三、断层解剖学常用的研究方法	2
四、断层解剖学的现状和发展前景	4
(一) 结合影像诊断学和介入放射学的断层解剖学研究	4
(二) 结合立体定向放射外科学的断层解剖学研究	6
(三) 结合显微外科学的断层解剖学研究	6
(四) 结合针刺的断层解剖学研究	6
(五) 断层解剖学的发展前景	6
五、断层解剖学的常用术语	7
六、断层解剖学的学习方法	9
第一章 头颈部	11
第一节 概述	11
一、境界和分部	11
二、标志性结构	11
三、头部断层解剖学常用基线	12
第二节 头颈部连续横断层解剖	12
第三节 脑血管应用解剖和断层解剖	28
一、脑血管的特点	28
二、脑的动脉系统	28
(一) 颈内动脉系	28
(二) 椎基底动脉系	32
(三) 大脑动脉环	37
三、大脑的静脉	37
(一) 大脑浅静脉	37
(二) 大脑深静脉	37
(三) 脑底静脉环	39
第四节 脑室断层解剖	39
一、脑室横断层解剖	39
二、脑室矢状断层解剖	42
三、脑室冠状断层解剖	45
四、侧脑室的容量	46
第五节 脑池断层解剖	47

一、大脑纵裂池	47
二、大脑外侧窝池	48
三、帆间池	48
四、大脑大静脉池	49
五、四叠体池	49
六、小脑上池	49
七、终板池	50
八、环池	50
九、鞍上池	50
(一) 位置与组成	50
(二) 六角形鞍上池	51
(三) 五角形鞍上池	51
(四) 四角形鞍上池	51
十、脑桥小脑角池	52
十一、小脑延髓池	52
十二、小脑溪	53
十三、延池	53
第六节 蝶鞍区断层解剖	53
一、蝶鞍区三维断层解剖	53
(一) 冠状断层解剖	53
(二) 矢状断层解剖	55
(三) 横断层解剖	55
二、蝶鞍的形态和大小	56
三、鞍膈	57
四、鞍底	57
五、蝶窦	57
六、垂体	58
(一) 垂体上缘形状	58
(二) 垂体柄	58
(三) 垂体高度	58
(四) 垂体血供与 MR 钆快速增强扫描	58
(五) 垂体的最佳显示断层	59
七、海绵窦	59
八、鞍周血管	59
九、鞍周神经	59
(一) 视神经、视交叉与视束	59
(二) 动眼神经	59
(三) 滑车神经	60
(四) 三叉神经与 Meckel 腔	60

(五) 展神经	61
十、下丘脑	62
第七节 喉区断层解剖	62
一、喉正中矢状断层解剖	62
二、喉冠状断层解剖	62
三、喉区 CT 解剖	63
第二章 胸部	66
第一节 概述	66
一、境界	66
二、标志性结构	66
第二节 胸部连续横断层解剖	66
第三节 纵隔淋巴结断层解剖	80
一、纵隔淋巴结的分区	80
二、纵隔淋巴结的断层解剖	80
(一) 纵隔淋巴结在典型横断面上的分区	80
(二) 纵隔淋巴结的数目和大小	84
三、易误诊为淋巴结肿大的纵隔结构	86
(一) 纵隔血管	86
(二) 心包上隐窝	86
(三) 左、右心耳	86
(四) 胸腺	86
(五) 胸内甲状腺	86
第四节 肺内管道应用解剖	87
一、肺段的概念	87
二、肺内管道	87
(一) 支气管	87
(二) 肺动脉	88
(三) 肺静脉	90
(四) 肺内支气管、肺动脉和肺静脉的相对位置关系	90
第五节 肺段在横断面上的划分	92
一、肺段支气管的断面表现	92
二、CT 图像上肺段支气管与肺血管之间的相对位置关系	93
三、在横断面上划分肺段的标志性结构	93
四、肺段在主要层面上的分布	93
五、肺段在连续横断面上的划分	94
(一) 气管杈层面	94
(二) 右肺上叶支气管层面	94
(三) 中间支气管层面	96
(四) 左肺上叶支气管层面	96

(五) 中叶支气管层面	98
(六) 左、右肺下叶支气管层面	98
(七) 基底干支气管层面	101
(八) 下肺静脉层面	101
(九) 上、下底段静脉层面	102
(十) 底段静脉层面	102
第三章 腹部	105
第一节 概述	105
一、境界	105
二、腹部的重要平面	105
第二节 腹部连续横断层解剖	106
第三节 肝段与肝内管道应用解剖	124
一、肝段的概念	124
二、肝段的划分法	124
三、肝门静脉	125
(一) 肝门静脉左支	125
(二) 肝门静脉右支	126
(三) 肝门静脉尾状叶支	126
四、肝动脉和肝管	126
(一) 尾状叶的动脉和肝管	126
(二) 左外叶的动脉和肝管	126
(三) 左内叶的动脉和肝管	126
(四) 右前叶的动脉和肝管	127
(五) 右后叶的动脉和肝管	127
五、肝静脉	127
(一) 肝左静脉	127
(二) 肝中静脉	127
(三) 肝右静脉	128
(四) 肝右后静脉	128
(五) 尾状叶静脉	128
六、在断面上肝内门静脉与肝静脉的鉴别方法	128
第四节 肝段在横断面上的划分	129
一、肝裂的交汇点	129
二、肝裂在横断面上的识别	129
三、肝段在典型横断面上的划分	129
(一) 第二肝门层面	129
(二) 食管裂孔层面	129
(三) 肝门静脉左支矢状部层面	130
(四) 肝门静脉分叉部层面	131

(五) 胆囊层面	131
(六) 右半肝下份层面	133
第五节 胰断层解剖	133
一、胰的位置、分部与毗邻	133
二、胰横断层解剖	134
(一) 胰头	134
(二) 胰颈	134
(三) 胰体	136
(四) 胰尾	136
三、胰矢状断层解剖	136
(一) 胰头	136
(二) 胰颈	138
(三) 胰体	138
(四) 胰尾	138
四、胰管断层解剖	139
五、胰常见的变异	139
第六节 膈下间隙断层解剖	139
一、膈下间隙的分区	139
(一) 肝周间隙	139
(二) 脾周间隙	142
二、膈下间隙矢状断层解剖	142
三、膈下间隙横断层解剖	146
第七节 腹膜后间隙断层解剖	150
一、腹膜后间隙的分区与内容	150
二、腹膜后间隙的横向交通	150
(一) 腹膜后间隙的外侧延伸	150
(二) 腹膜后间隙的内侧延伸	153
三、腹膜后间隙的纵向交通	154
(一) 腹膜后间隙的上方延伸	154
(二) 腹膜后间隙的下方延伸	154
四、肾与后腹膜隐窝的位置关系	155
第四章 男性盆部	156
第一节 概述	156
一、境界	156
二、在横断层中男性盆部结构的配布规律	156
第二节 男性盆部连续横断层解剖	156
第三节 前列腺分区解剖	170
一、传统的前列腺分区方法	170
二、实用的内、外腺分区法	170

三、前列腺分区解剖的现代概念	170
四、前列腺的基本断面及 MRI 表现	172
第五章 女性盆部	174
第一节 概述	174
一、境界	174
二、在横断层中女性盆部结构的配布规律	174
第二节 女性盆部连续横断层解剖	174
第六章 脊柱区	188
第一节 概述	188
一、境界和分段	188
二、标志性结构	188
第二节 脊柱区一般结构	188
一、椎间盘	188
二、韧带	189
三、脊髓	190
四、椎静脉系	190
(一) 椎外静脉丛	190
(二) 椎内静脉丛	191
(三) 椎体静脉	191
五、椎旁软组织	192
第三节 脊柱区颈段	192
一、颈椎	192
二、椎间盘	192
三、椎管及其内容物	192
四、椎间孔与神经根	193
第四节 脊柱区胸段	194
一、胸椎	194
二、椎间盘	194
三、椎管及其内容物	194
四、椎间孔与神经根	194
第五节 脊柱区腰段	195
一、腰椎	195
二、椎间盘	195
三、椎管及其内容物	196
四、腰神经通道	197
第六节 脊柱区骶尾段	198
第七章 上肢	199
第一节 概述	199
一、境界和分部	199

二、主要关节	199
(一) 肩关节	199
(二) 肘关节	199
(三) 腕关节	199
(四) 腕骨间关节	200
(五) 腕掌关节	200
第二节 肩部横断层解剖	201
第三节 臂部	203
一、臂上份横断层解剖	203
二、臂中份横断层解剖	204
三、臂下份横断层解剖	205
第四节 肘部	205
一、经肱尺关节横断层解剖	205
二、经桡尺近侧关节横断层解剖	206
第五节 前臂部	206
一、前臂上份横断层解剖	206
二、前臂中份横断层解剖	207
三、前臂下份横断层解剖	207
第六节 手部横断层解剖	208
第八章 下肢	216
第一节 概述	216
一、境界和分部	216
二、主要关节	216
(一) 髋关节	216
(二) 膝关节	216
(三) 踝关节	217
(四) 跗骨间关节	217
第二节 髋部	218
一、髋部矢状断层解剖	218
二、髋部冠状断层解剖	218
三、髋部横断层解剖	218
第三节 股部	221
一、股部上份横断层解剖	221
二、股部中份横断层解剖	221
三、股部下份横断层解剖	221
第四节 膝部	222
一、膝部矢状断层解剖	222
二、膝部冠状断层解剖	224
三、膝部横断层解剖	224

第五节 小腿部	227
一、小腿上份横断层解剖	227
二、小腿中份横断层解剖	227
三、小腿下份横断层解剖	227
第六节 足部	228
一、踝关节冠状断层解剖	228
二、踝关节横断层解剖	228
三、足关节地平(斜)断层解剖	229
四、足部横断层解剖	230
主要参考文献	236
索引	245

绪 论

一、断层解剖学的定义和特点

断层解剖学(sectional anatomy)是用断层方法研究人体形态结构及其相关功能的科学,属于应用解剖学的范畴。与系统解剖学和局部解剖学相比,它有以下特点:①能在保持机体结构于原位的状态下,准确地显示其断面形态变化及位置关系;②可通过追踪连续断层或借助计算机进行结构的三维重建和定量分析;③密切结合影像诊断学和介入放射学,是解剖学与医学影像学相结合而产生的边缘学科。开设断层解剖学课程的目的,是使学生在系统解剖学、局部解剖学和医学影像技术知识基础上理解和掌握人体主要结构在连续断层内的变化规律,为学好临床医学课程奠定坚实的形态学基础。

二、断层解剖学的兴起、范围和分科

16世纪初,意大利画家 da Vinci 绘制了男、女躯干部的正中矢状面图,这是有关断层解剖的最早记载。16~18世纪断层解剖发展缓慢。19世纪中期,俄国的 Pirogoff 以天然冰冻法制备断层标本,出版了具有里程碑意义的人体断层解剖学巨著,包括一卷八开本的描述资料和四卷含有 213 幅断面图的特大对折本。1872年,德国人 Braune 制作了人体三种基本断层的解剖学图谱。1911年,美国的 Eycleshymer 和 Schoemaker 经九年的努力,绘制了一部精美的人体横断层解剖学图谱。至本世纪 70 年代,超声成像、X 线计算机断层成像、发射型计算机断层显像和磁共振成像等断层影像技术相继出现,它们既需要断层解剖学为其提供详尽的诊断依据,又是研究活体断层解剖的有力手段。从此,断层解剖学摆脱了纯尸体研究的状态,其研究范围扩展为紧密联系着的两个方面:尸体断层解剖和影像断层解剖,前者是后者的形态学基础,后者又从诊治的需要不断提出新的要求,两者相辅相成,共同发展。

影像断层解剖研究起于本世纪 50 年代,那时超声断层仪研制成功,70 年代初又发展了实时超声技术,可观察心和胎儿活动,形成了超声解剖学(ultrasonic anatomy)。1969年,英国科学家 Hounsfield 发明了 X 线计算机断层成像(X-ray computed tomography,CT),可在横断层内研究人体解剖结构,CT 解剖学(CT anatomy)宣告诞生。70 年代,计算机应用于核医学,出现了正电子发射计算机断层显像(positron emission computed tomography,PET)和单光子发射计算机断层显像(single photon emission computed tomography,SPECT),其主要特点是可在横、矢、冠三种断层内显示人体组织的功能和代谢状态。Lauterbur 于 1973 年成功地获得最早的磁共振图像(magnetic resonance imaging,MRI),1978 年第一台颅脑磁共振扫描机用于人体检查,从此,拥有横、矢、冠、斜四种断层图像的磁共振成像解剖学(MRI anatomy)大大丰富了断层解剖学的内容。近几年来,立体超声、CT 血管造影、磁共振血管造影、计算机图像三维重建和多媒体技术等又将断层解剖学推向了三维和四维水平。

介入放射学起始于 50 年代，形成了 60 年代，作为一种少(微)创性诊疗技术，将成为医学影像学以至临床医学的又一重要发展方向。在超声、CT、X 线和数字减影血管造影等影像监视下，介入技术可将导管直接插入各个器官的供血血管和非血管系统。因此，介入放射学既需要断层解剖学，也需要系统解剖学和局部解剖学作为穿刺、插管等的依据，因而介入放射解剖学(interventional radiologic anatomy)应运而兴，前途远大。

今天，医学影像技术的发展日新月异，并被广泛应用于人体研究，从而拉开了揭示活体解剖、生理和代谢活动的序幕。随着各种学科的发展和学科间的渗透、分化和综合，断层解剖学将会有更加广阔的发展空间。

三、断层解剖学常用的研究方法

1. 冰冻切片技术(cryotomy) 是人体断层标本制作的常规方法。其基本步骤有：①选材，一般选用较为年轻、身材匀称的尸体；②固定，用 10%福尔马林固定 3 个月以上；③X 线标记，标记骨性结构作为画线的依据，一般以耻骨联合上缘中点和颈静脉切迹中点的连线为前正中线；④画线，依切锯目的的不同而在尸体表面画出与锯路一致的切锯线；⑤冰冻，将画线标本平置于木板上，然后放入 -20℃的冰柜中冻硬；⑥切锯，用电动断层带锯沿切锯线制成断层标本，一般矢状断层标本制作时先切正中矢状面，然后向两侧进行。

2. 生物塑化技术(plastination) 1978 年，由德国 Heidelberg 大学 Hagens 博士发明。其主要原理是选用某些渗透性能好的液态高分子多聚化合物单体作为塑化剂，置换组织细胞内的水份后进行聚合固化，以达到长期保存生物标本的目的。整个塑化过程基本包括：固定、脱水、真空浸渍和硬化处理四个步骤。该项技术在断层解剖学研究中的应用主要包括：①薄片塑化技术(sheet plastination technique)，适于保存和透明大而薄的整体断层标本；②塑化切片技术，先将标本塑化，再用钻石线锯切成最薄可达 200μm 的薄片。

薄片呈半透明状，干燥无味，既可肉眼又可于显微镜下观察。



绪图 1 上腹部血管的螺旋 CT 图像三维重建(引自参考文献 16)

A 主动脉 a 肾动脉 ha 肝动脉
PV 肝门静脉 S 肠系膜上动脉
Sa 脾动脉 Sv 脾静脉 V 肾静脉

3. 电子计算机图像三维重建(computer aided 3-dimension reconstruction) 是将生物或人体组织连续切片或断层影像重建成立体图像并进行三维显示的计算机信息处理技术。其基本步骤包括：标本制作、数据输入(模/数转换)、三维建模、光滑处理、灯光照射和三维显示。目前 CT 和 MRI 机器多具有三维重建功能，重建后的图像直观、生动、逼真，且可任意剖割、旋转、逐层剥离和定量分析(绪图 1)。

4. 激光共聚焦技术 激光共聚焦显微镜(confocal scanning laser microscopy, CSLM)是一种新近开发的以激光为光源、类似 CT 扫描的光学显微镜。它可以对相

对较厚的组织、细胞标本作“光学切片”进行断层扫描观察，获得高清晰度的断层图像，故又称细胞 CT。CSLM 还可对细胞断层图像行三维重建和对细胞内含物作定量分析。

5. 超声成像 B 超和 C 超断层成像是实时成像，可提供血流及运动的信息。80 年代初，彩色多普勒超声成像兴起，可作血流方向及流速的分析。90 年代，经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)不但可获取清晰的心断层图像，还能进行心的三维图像重建。特别全平面(omniplane)TEE，可从 0°旋转至 180°或从 180°旋转至 0°行全方位扫查，全面评价心功能和充分显示心解剖。内镜超声术(endoscopic ultrasonography, EUS)和微型化导管超声术(miniature catheter ultrasonography, MCUS)可送入消化道、胆道、胰管和泌尿生殖系行超声检查。血管腔内超声技术(intravascular ultrasound, IVUS)及其三维图像重建能够直观地显示血管腔及硬化斑块的立体形态。多媒体超声技术(multimedia ultrasound)更使图像色彩丰富、清晰度高、全屏幕运动、视频特技三维实时成像(四维成像)。目前超声成像正从静态向动态、从黑白向彩色、从二维向三维和四维、从反射法向透射法迈进。

6. X 线计算机断层成像 CT 主要为横断成像，但带有越来越多的图像后处理系统，如多维断层重建、三维图像重建、扫描后再次重建放大、薄层冠状成像、图像的伪彩色处理、立体模型与几何模型测量法等。近几年 CT 的主要进展有：①高分辨 CT(high resolution CT, HRCT)，可清晰显示咽、喉的解剖，还可研究吞咽及发音活动的各个时相。肺部 HRCT，能显示次级肺小叶的解剖。②三维 CT(three dimensional CT, 3DCT)，所获得的骨性结构和肝内管道的立体图像，酷似解剖标本。③螺旋 CT(spiral or helical CT)，它与现代图像后处理方法相结合可获得呼吸移动器官和血管结构的满意图像。三维重建的 Spiral CT 血管造影(CT angiography, CTA)是一种侵入性最小的血管造影技术，可清晰显示正常与异常的血管解剖。④电子束 CT(electron-beam CT, EBCT)，其扫描速度(0.05 秒/层)为一般 CT 的数倍至数十倍，能完成螺旋 CT 不能完成的任务，如冠状动脉 CTA 及心造影(绪图 2)，还可作血流量、血流速度和药物弥散等功能检查，因此 EBCT 亦称心血管 CT。总之，CT 技术正向着快速、薄层、三维立体、功能化、简单化和智能化方向发展。

7. 磁共振成像 MRI 可清晰显示人体结构的组织学差异和生化变化，其另一特点是不改变体位便可直接获取横、矢、冠、斜四种断层图像。近几年来，磁共振成像技术发展迅速：①磁共振血管造影(MR angiography, MRA)，是利用 MR 特殊的流动效应而无需造影剂的血管造影新技术，它种类繁多，无创伤性，可显示大血管及各主要器官血管的第三、四级分支。②磁共振波谱分析(MR spectroscopy, MRS)和磁共振波谱成像技术(MRSI)，前者是用数值形式来测定人体内的化学成份，后者是用图



绪图 2 冠状动脉的电子束 CT 图像

像形式来表达机体代谢的变化。③磁共振弥散成像(MR diffusion imaging)和灌注成像(MR perfusion imaging),显示分子的流动,针对扩散过程中的微观运动,反映体内微循环的情况,主要用于血管梗塞的早期诊断。④功能磁共振成像(functional MRI, fMRI),可以测量相对脑血流,用于研究脑的功能。⑤开发微型和腔内线圈,如眼线圈和肛内线圈,使 MRI 在细微水平上不断扩大检查范围。⑥不断研制新的造影剂,如亲淋巴造影剂就有超顺磁氧化铁微粒(USPIO)和 Gd-DTPA-PGM 等多种。随着 MRI 造影剂研究的不断深入,可以预见, MRI 将是在分子水平上从形态和代谢方面研究人体器官的理想手段。



绪图 3 脑 PET 图像

8. 单光子发射计算机断层显像 SPECT 为利用发射 γ 射线的放射性核素进行器官断层显像的设备。80 年代后期, ^{99m}Tc 标记的脑血流显像剂和心肌灌注显像剂研制成功, 并被广泛应用。近几年来, ^{111}In 或 ^{123}I -生长抑制素受体显像剂的研制也取得突破, 它们不仅可广泛应用于心脑血管疾病的诊断、癫痫灶的术前定位和肿瘤的诊断, 而且还可进行脑功能和受体研究。SPECT 图像在观察形态结构方面逊色于 XCT 和 MRI, 但在获取脏器的代谢信息和诊断功能性病变方面, 明显占有优势。

9. 正电子发射计算机断层显像 PET 为利用发射正电子的放射性核素进行器官断层显像的仪器。它以 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F 及其许多标记化合物进行脑(绪图 3)和心肌血流灌注、氧耗量、葡萄糖、蛋白质和脂肪代谢显像, 还能进行神经受体显像。因此, PET 是在分子水平上显示活体器官代谢、受体和功能活动的影像技术, 被誉为生理断层。PET 主要用于神经系统、心理紊乱、心疾患和肿瘤的显像, 目前较成熟的 PET 临床检查集中于肿瘤(65%~85%)。

四、断层解剖学的现状和发展前景

为满足医学影像学等临床医学的需求, 70 年代以来, 有关断层解剖学的论著大量涌现, 当然也存在着许多亟待开垦的处女地。

(一) 结合影像诊断学和介入放射学的断层解剖学研究

1. 编制人体断层解剖学图谱 从研究手段上, 大致可分为三类:

第一类, 据断层标本绘制图谱。Takahashi 率先按断层的下表面制图, 从而开创了现代断层解剖学图谱的新特征。代表性的图谱有 Koritke 和 Sick 出版的成年男女头颈和躯干部的连续横、矢、冠状断层解剖学图谱, 但其切片较厚(1.5~2.5cm), 从而限制了它在临床上的应用。王永贵等利用大量尸体, 完成了国人连续横、矢、冠状断层解剖学图谱。

第二类, 依断层影像编制图谱。1991 年, Merran 编著了 CT and MRI Radiological Anatomy 一书, 用大量图像全面介绍了人体各部的 CT 和 MRI 解剖。1994, Wicke 著名的教科书 Atlas of Radiologic Anatomy 第 5 版出版, 由 MRI、血管造影、CT、超声、淋巴造影、支气管镜及核医学的基本图像组成。1995 年, EL-Khoury 等完成了 Sectional