

ERTONGCT
HERNDUANXUE
主编●朱杰明

儿童 CT 诊断学

上海科学技术出版社

主编 朱杰明

儿童CT诊断学

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

儿童 CT 诊断学/朱杰明主编. —上海:上海科学技术出版社,2003.10

ISBN 7-5323-6880-7

I. 儿... II. 朱... III. 小儿疾病—计算机 X 线扫描体层摄影—诊断学 IV. R816.92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 033721 号

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 32.5 插页 4 字数 656 千

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—4 200 定价:118.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

随着影像技术的发展,CT已广泛地应用于儿科影像诊断的领域中。在CT诊断工作中虽有大量的国内参考书籍,但大多数是针对成人的,由于某些疾病在成人和儿童中其CT表现具有共同点,因此它们在儿科CT诊断实践中起到了不少作用。但对于儿童特有的疾病来说,在诊断中会遇到不少困惑,我们由此萌发出编写一部儿科CT诊断方面专著的想法。

上海在1984年起就开始应用CT于儿科影像诊断领域中,积累了一定数量的CT影像资料。上海又是儿科专业医疗单位较为集中的地区,有复旦大学附属儿科医院、上海市儿童医院以及上海第二医科大学附属新华医院和上海市儿童医学中心等。在各家通力合作的情况下,参考了不少国内外专著和文献资料,对近20年的经验进行了总结,编写了这一部包括颅脑、躯体和四肢CT在内的《儿童CT诊断学》,其中还包含近年来应用最先进的多排螺旋CT扫描机所获得的资料。希望我们的著作能为儿科放射诊断的发展作出一份微薄的贡献,并对小儿各科临床医师和放射科医师在实践工作中有所帮助。

尽管我们尽了最大努力,但是由于水平有限,书中可能还有一些缺点,甚至错误,望专家和同道指正。

编者

2002年6月

儿童CT诊断学

编写人员

主编
朱杰明

副主编
朱 铭 李玉华 帕米尔 张永平
王秋艳 李文华 范国平

编者
(以姓氏笔画为序)
冯 赟 乔中伟 刘 明 沈 洁
金 彪 俞炬明 高 煜 韩燕乔
虞峻崴 颜剑秋

本书分总论、颅脑CT、颈部CT、胸部CT、腹部CT及肌肉骨骼系统和脊柱CT等六篇,照片图1000余幅,结合儿童的特点,从病因、病理、临床表现、CT表现等方面叙述了儿童常见病、多发病的诊断,重点阐述了疾病的CT表现,并对一些疾病的鉴别诊断也作了介绍。

本书图文并茂,重点突出,简洁实用,可为儿童各科临床医师和放射科医师的日常工作提供帮助。

自新中国成立以来,我们一直将儿童视为“祖国的未来”、“祖国的花朵”,总在想方设法保证儿童的茁壮成长。现全国儿童总数已超过 3.8 亿,他们是医疗保健事业不可忽视的重要群体,也是各级专科性和综合性医疗机构的放射工作者共同面对的重要服务对象。

由于刘玉清院士和朱大成教授等老一辈放射学家的远见卓识,首先认识了在我国发展儿科放射学事业的必要性,在他们的鼎力支持下,于 1989 年成立了中华放射学会儿科放射学组,将直接从事这一事业的各地各级各类医疗机构中的放射工作者拧成一股绳,创造了定期直接切磋、交流的条件,加速了儿科放射学的发展速度;并且在儿科放射学组的成立之日起即明确取得共识:要千方百计创造条件开展新技术;要不断积累自己的资料,著书立说造福人民。

十多年来,上海市的综合性和专业性医院的同道密切协作,做了大量工作,并且自 1984 年上海第二医科大学附属新华医院第一台 CT 首先用于儿科临床以来,全国各儿童医院已陆续引进多台新型 CT,取得了丰硕成果。如今,以在儿科放射学领域有深厚造诣的朱杰明教授为主编,朱铭、李玉华、帕米尔、张永平、王秋艳、李文华等一批在儿科放射学领域有较深造诣的中青年学者为副主编,总结上海第二医科大学附属新华医院、上海市儿童医学中心、复旦大学附属儿科医院、上海市儿童医院等单位的多年经验,编就了这部《儿童 CT 诊断学》,确实是对儿科放射学事业的一大贡献。书中除详细描述 CT 表现外,每篇都先叙述胚胎

儿童CT诊断学

序

发育和(或)CT解剖学,各种疾病都叙述了病因、病理、临床表现等,内容丰富全面,图像清晰典型。相信此书问世后必将成为新老放射工作者以及有关临床各科医务人员的良师益友。

潘恩源 陈丽英

于中国医科大学第二临床学院

2002年6月

第一篇 总论	1
第一章 CT新进展及在儿科中的应用	3
第二章 CT对比剂	13
第二篇 颅脑CT	21
第一章 新生儿和婴儿颅脑正常发育	25
第二章 颅脑先天性畸形	29
第三章 代谢性脑病	59
第四章 婴儿和儿童时期脑损伤	76
第五章 神经皮肤综合征	96
第六章 儿童时期颅内肿瘤	105
第七章 脑积水	139
第八章 感染性病变	150
第九章 颅内血管异常	176
第三篇 颈部CT	193
第一章 颈部正常解剖	195
第二章 颈部先天性疾病	197
第三章 颈部炎性疾病	203
第四章 颈部肿瘤	206
第五章 甲状腺和甲状旁腺病变	212
第四篇 胸部CT	217
第一章 纵隔病变	219
第二章 肺部病变	247

第三章	胸膜病变	284
第四章	横膈病变	286
第五章	胸部外伤	288
第五篇	腹部 CT	297
第一章	肝及胆道疾病	301
第二章	脾脏疾病	328
第三章	胰腺疾病	338
第四章	肾脏疾病	349
第五章	肾上腺疾病	373
第六章	胃肠道疾病	383
第七章	腹腔疾病	396
第八章	腹膜后疾病	403
第九章	盆腔疾病	411
第十章	腹部外伤	428
第六篇	肌肉骨骼系统和脊柱 CT	445
第一章	四肢先天性或发育性异常	448
第二章	骨骼外伤	457
第三章	肌肉骨骼感染	464
第四章	骨肿瘤和肿瘤样病变	470
第五章	软组织肿块	488
第六章	缺血性病变	495
第七章	脊柱和椎间盘病变	497

第一篇 总论

第一章 CT 新进展及在儿科中的应用.....3

- 一、CT 发展简史/3
- 二、CT 的各项重要技术/4
- 三、单层螺旋CT 与多层螺旋CT/6
- 四、CT 的发展方向/9
- 五、CT 在儿科中的应用/9

第二章 CT 对比剂.....13

- 一、概述/13
- 二、X 线对比剂/13
- 三、基本结构/13
- 四、对比剂比率的概念/14
- 五、不良事件/15
- 六、对比剂不良反应的预防和治疗/16
- 七、儿童CT 检查中对比剂的应用/17

第一章 CT 新进展及在儿科中的应用

自从 20 世纪 70 年代初第一台 X 线电子计算机体层成像(CT)机问世以来,随着科学技术的迅速发展,计算机性能的飞速提高,滑环技术、机架驱动设计以及 X 线探测技术研究的不断深入,现代 CT 的性能有了多项重大的突破性进展。

一、CT 发展简史

1895 年,德国科学家伦琴发现了 X 线,利用 X 线的穿透性以及密度和厚度不同的人体组织对 X 线吸收有差别,用于人体检查与疾病诊断,形成了放射诊断学。1969 年英国工程师 Hounsfield 设计出了第一台 CT 机,并于 1972 年面世。CT 的出现是放射诊断学发展史上一个划时代的进步,CT 所显示的是横断面解剖图像,其密度分辨率明显优于传统的 X 线图像,显著提高了诊断效果,CT 的出现还使放射诊断学开始进入数字化放射学时代。

CT 的基本结构包括机架、高压发生器、X 线球管、探测器、计算机系统和图像显示与存储系统等。早期的第一代、第二代 CT 的 X 线球管常为固定阳极球管,探测器数量少,采用平移旋转扫描,扫描时间长,完成一层图像的扫描时间为数十秒至数分钟,只能用于头颅检查,日前已被淘汰。第三代 CT 的 X 线球管为旋转阳极,X 线束为扇形束,探测器数目增多,平移运动已

经被取消,只作旋转扫描,扫描时间较短,仅数秒就可做全身扫描,较新型的机器扫描时间缩短至亚秒级。第四代 CT 探测器数目增至数千个,固定安装在扫描机架四周,形成一探测器环,扫描时仅 X 线球管绕病人旋转,探测器固定不动,扫描时间为秒级,较新机型扫描时间为亚秒级。第三、第四代 CT 机设计上的主要差别在于第三代 CT 机球管与探测器同时绕病人旋转,而第四代 CT 机器其球管旋转时探测器固定不动。第三、第四代 CT 机在性能上并没有太大的差别。普通的第三、第四代 CT 机采用电缆供电,因此球管不能连续旋转,在完成一圈扫描后,球管必须逆向旋转 360°,然后才能扫第二层,影响了扫描速度的提高。1985 年滑环技术的出现是 CT 发展史上的一个重大突破,滑环技术有效地解决了电缆缠绕问题,使球管能连续旋转扫描。第三、第四代机器其球管连续旋转的同时,检查台面不断前进,即形成螺旋 CT。螺旋 CT 大大缩短了整个检查时间,并开始打开容积扫描的大门,它具有 CT 血管造影的功能及动态扫描、各种三维重建和仿真内镜的作用,极大地改进了 CT 图像的直观性,提高了诊断效果。

20 世纪 90 年代初某些厂商开始研究双螺旋技术,并于 1992 年推出临床双螺旋 CT 技术。事实证明该技术代

表了螺旋 CT 的发展方向,但当时并未引起广泛的重视。直至 20 世纪 90 年代末,通用电器、西门子和东芝等大公司纷纷推出 4 层面螺旋 CT 扫描系统,球管旋转一圈可出 4 层图像,引起放射界的广泛注意,公认多层螺旋 CT 为 CT 发展史上又一划时代的进步。2001 年,球管旋转一圈可出 8 层图像的多层螺旋 CT 也已进入市场,球管旋转一圈可出 16 层图像甚至 32 层图像的多层螺旋 CT 也已面世,多层螺旋 CT 正进入一个高速发展阶段。目前的多层螺旋 CT,以其高速、高性能、优异的图像质量及后处理等越来越受到广大医生的青睐。

在螺旋 CT 不断发展的同时,于 20 世纪 90 年代还出现了一种设计思路不同的 CT 机——电子束 CT。电子束 CT 的球管与探测器均不旋转,通过电子偏转系统使电子枪旋转发射来完成扫描,由于没有机械运动,电子束 CT 扫描速度极快,仅为数十毫秒一圈。从目前的设备看,电子束 CT 图像质量略差,检查成本较高,其优势主要在于心脏检查方面,而 CT 发展的主流方向还是螺旋 CT 和多层螺旋 CT。

二、CT 的各项重要技术

(一) 探测器的材料及排列

以往较多采用气体探测器,目前中高档机均采用固体探测器,相对于气体探测器其灵敏度高,光子转换率高,成本也相对较高。探测器的技术指标主要有稳定性、转换效率及采样速度等。目前的固体探测器技术已趋成熟,稳定性好,转换效率都达到 99%,

而采样速度是探测器的关键,优异的固体探测器余辉短,反应速度快,回零速度快,采样速度决定高速扫描的数据量,相应决定了图像的分辨率。

就目前高档多层螺旋 CT 来说,其探测器的排列均为平行多排,目前市场上有双排、8 排、16 排、34 排等多种。每次 4 层图像的多层螺旋 CT,其探测器分等宽或不等宽平行排列。目前各大公司就此观点分为两派,不等宽设计的探测器比等宽设计的探测器 X 线的转换效率高,故射线剂量更低,而等宽设计层厚组合方便,便于升级。两种排列各有千秋,孰优孰劣尚无定论。

目前各厂商销售的多层 CT 探测器宽度都限制在一定范围内(20 ~ 32mm),还不能达到理想中的旋转一圈完成整个脏器乃至整个人体的扫描。对将来 CT 的期望是扫描一次就能得到大范围的全部扫描数据,然后根据此数据进行各种后处理以得到自己需要的图像。所以下一代的 CT 将采用平板探测器技术,在纵向方向上覆盖更大的范围。可以一次扫描覆盖整个待检查的脏器,不仅能大幅提高扫描速度,减少伪影,还可以实施整个脏器的实时灌注成像,极大地扩展 CT 的应用范围。

多层螺旋 CT 目前主要受到硬件和软件两个方面的技术限制。硬件方面是数据采集系统的限制:层面越多,单位时间系统采集的数据量将越多,而现有的计算机技术和数据转换与传输技术尚达不到理想的速度,无法一次性采集和处理如此巨大的数据。这

就是为什么现在已经有 8 排、16 排和 34 排结构的探测器,但实际上一般只能做出 4 层面 CT 的主要原因。各厂家在这方面都在努力寻求突破。目前已有超快速采集芯片技术问世,将数据放大、数模转换和数据传输集成在一块大规模集成电路上,使 CT 扫描系统可以同时处理更多层面的数据。

软件方面是多层螺旋 CT 锥形 X 线束伪影的校正、重建算法问题。目前多层螺旋 CT 探测器的纵向宽度有限,现有的校正软件可以消除锥形线束伪影带来的影响。随着探测器纵向宽度的不断提高,X 线光子打到探测器中心层面和边缘层面的入射角度差别越来越大,锥形线束伪影将会越来越严重。如何校正伪影,改善图像质量将是锥形线束 CT 发展的另一关键。

(二) 滑环技术

以往 CT 机的 X 线球管扫描时随机架作往复旋转运动,电缆易缠绕且速度低。滑环技术是应用中频技术将高压发生器与 CT 球管连在一起,固定在机架内随机架旋转而同步运动,它运用高速旋转的封闭滑环来代替向机架运动器件供电和传输数据的电缆。滑环技术发明以后,球管可持续一个方向旋转,提高扫描速度而进入螺旋 CT 时代。而按 X 线产生部分传递电压的高低,又可分为高压滑环和低压滑环。高压滑环易发生高压放电导致高压噪声,影响数据采集系统,从而影响图像质量,对图像的低密度分辨率影响很大。低压滑环安装维护方便,噪声小。目前各大公司几乎均采用低压滑

环技术,并可预见低压滑环技术将取代高压滑环技术。

(三) 旋转驱动方式

限制螺旋 CT 扫描速度的主要障碍是机架的驱动方式和巨大的离心力。从 CT 问世以来,都采用传统皮带马达驱动方式,但随着各项技术的不断更新,扫描速度的不断增快,传统技术显示出两个方面的缺点,即马达的功率问题及马达的受力问题。目前采用皮带马达驱动方式的多层螺旋 CT 扫描一圈的最短时间为 0.5 s,若要再提高已相当困难。从 20 世纪 90 年代中期开始采用全新的机架驱动方式即电磁驱动方式(磁悬浮技术),旋转速度快,而且机械传动部分可以省掉,大大提高整体的可靠性(图 1-1-1)。现在的多层螺旋 CT 中,部分厂家已采用电磁驱动方式,虽然目前采用电磁驱动方式的多层螺旋 CT 扫描一圈的最短时间也为 0.5 s,但还有发展潜力。估计电磁直接驱动技术将在今后的高档螺旋 CT 领域得到广泛应用。

(四) X 线系统

目前的球管热容量均较大,较高能达到 3~7 MHu,而球管的散热率均较大,能达到 700~1 400 kHu/min,以满足快速连续扫描的临床需要。目前高档多层螺旋 CT 的连续扫描时间均达百秒。针对大小双焦点,目前一些公司提出新概念即动态飞焦点,使扫描系统的原始数据量加倍,从而大大提高图像的空间分辨率,并且拥有动态飞焦点技术的 CT 球管还可以提高球管的使用寿命。随着技术的进步,常规

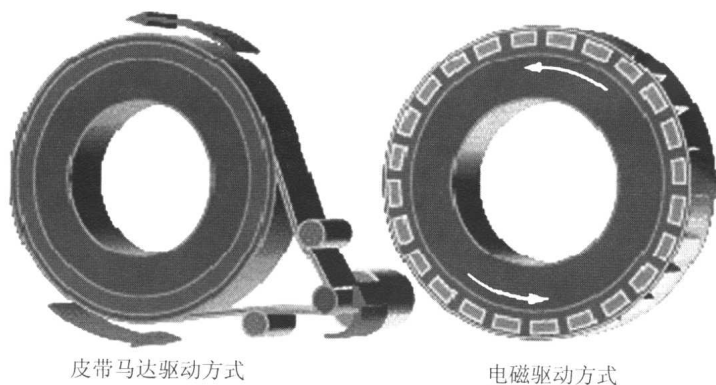


图 1-1-1 两种不同的驱动方式

扫描序列的剂量亦趋于减少,一些低剂量扫描序列或儿童扫描序列,估计剂量较常规剂量低 30%~80%,从而既有利于被检查病人,又省球管,延长球管使用寿命,降低检查成本。

(五) 计算机系统

扫描速度的不断提高,薄层的广泛应用,扫描数据的急剧增加,CT 上计算机的性能与运算速度越来越快,并能进行多任务操作。大部分高档多层螺旋 CT 都采用 64 位主计算机,而且内存也不断提高,有 256 Mb 逐步提高到 512 Mb 及 1 024 Mb,内存越来越大,处理能力及速度越来越快。硬盘容量也在不断增加。大量图像的处理,重建速度非常重要,直接影响检查速度。目前普通单螺旋 CT 的重建速度从数秒已缩短至多层螺旋 CT 的亚秒,并且不随扫描方式不同而改变,有利于大量数据的处理。如多层螺旋 CT 扫描一个病人可能有 500~800 幅图像产生,如此巨大的数据量,如果重建速度慢会导致扫描完成后花费大量的时间等图像。

图像的存储现在用磁光盘较多,存储量大,图像都为数字化存储,可靠,且

可反复使用。并配备标准 DICOM 接口,便于图像的传送与打印等等。

(六) 软件功能

CT 的软件功能随着各项硬件技术的发展,日益强大。现在的三维重建有多种彩色显示有助于复杂人体解剖结构的显示;CT 血管造影(CTA)已在广泛应用,可获得纯动脉期、纯静脉期、结合期等清晰的大范围血管造影图像,并可结合对比剂跟踪技术。仿真内镜图像越来越细腻光滑,仿真内镜包括结肠内镜、气管内镜、血管内镜等。成年病人有心脏钙化分数分析软件,心电门控也逐步发展,目前可采用前瞻性和回顾性心电门控。在磁共振上开展的功能成像也在 CT 上逐步开展,如灌注成像,不仅脑组织,肝也能做灌注。特殊的容积重建可同时看到血管、软组织和骨骼;还有诸多如多平面多角度重建,最大最小密度投影,骨密度分析等等。

三、单层螺旋 CT 与多层螺旋 CT

目前基于技术的发展,成本的降

低,以前常规的非螺旋CT已逐渐退出历史舞台,现在单层螺旋CT已占据中低档市场,估计数年后可能会逐步减少,而多层螺旋CT已经进入了成熟期,其优异的性能、临床表现及合理的价格已被越来越多的医院接受。

(一) 基本概念

非螺旋CT相对较简单。螺旋CT在单层螺旋上与多层螺旋有些概念不同。因为螺旋CT独特的扫描方式使CT实现了由二维解剖结构图像进入三维解剖图像的飞跃。螺旋CT标志着进入了容积CT时代。

常规非螺旋CT及单层螺旋CT,其实际层厚与X线准直宽度相等。而多层螺旋CT则不同,多层螺旋CT中螺距(pitch)的概念与单层螺旋CT也有所不同。

螺距=床运动距离/(圈·层厚)×层数/圈。

1. 床速为0 即非螺旋扫描状态。

2. 床速不为0 ①层数/圈=1,分母=层厚,即为目前的单层螺旋扫描。
②层数/圈≠1,分母=每幅层厚×层数/圈,即为目前的多层螺旋扫描。

重建间隔的定义是被重建的相邻两层横断面之间Z轴方向的距离。螺旋CT的一个重要特点是可做回顾性重建,即先获取螺旋扫描原始数据,然后可根据需要做任意横断面的重建。

在多层螺旋CT需引入以下概念。如旋转时间(即扫描时间)的定义是每360°旋转所需时间,常规单层螺旋扫描时间大都需数秒至1s,而现在多层螺旋CT能做到0.5s。并因此引出一新

概念:层采集率(SAR),即每秒采集层数。 $SAR = \text{层数} / \text{秒}$,它反映了多层螺旋CT的潜力。

(二) 单层螺旋CT与多层螺旋CT比较

多层螺旋CT技术不仅意味着快速与薄层成为常规,更包含强大的功能。例如,同样的速度、容积及能量,螺距相同,双螺旋的Z轴分辨率为单螺旋的Z轴分辨率的2倍,此有利于小病灶的检出。如果用单层螺旋扫描的话,重建时病灶可能不在重建层面中心,会发生部分容积效应而漏诊小病灶,而多层螺旋CT由于分辨率高而利于小病灶的检查及CTA时小分支血管显示。

相同的分辨率,相同容积及能量,双层螺旋的速度为单层螺旋的2倍。由于多层螺旋CT有大量的探测器,允许使用更厚的放射束,并由此灵活地增加床速,相应缩短实际扫描时间(图1-1-2)。

以此类推,相同的分辨率、相同的速度、相同的能量,双层螺旋的扫描容积翻倍;若相同速度、相同扫描容积、相同的能量,导致双倍的分辨率。

(三) 多层螺旋CT

多层螺旋CT不仅仅意味着快速与薄层,更是一场挑战。包括高分辨率CT血管造影,动态屏气成像,亚毫米层厚至像素的各向同性,减少三维重建、多平面重建的伪影。纵轴分辨率高的重要应用是CT血管造影、三维重建、多平面重建无扭曲变形(各向异性造成),伪影少,图像质量更好。

扫描时间大幅缩短,造成病人运