

CT 机器、图像后处理技术的新进展

何萍霞 张玉花

(大庆油田总医院 CT 室, 163001)

摘要: 1) CT 机的进展: CT 机器自问世以来, 随着计算机技术、探测器技术、X 线技术的不断发展以及新的微电子和显微技术不断的应用于 CT 机, 从而提高了 CT 机的性能, 标志着 CT 扫描从层面扫描到螺旋扫描的换代。2) 图象后处理技术: 螺旋 CT 的出现及计算机软件的开发, 利用导航技术做出具有 3D 仿真内窥镜的图象, 既 (VE), 这种新的影像学方法, 引起了广泛的关注。

关键词: CT 扫描; 图象处理; X- 螺旋 CT。

ISSN 文章编号: 1001-4140 (2002) 010044-04 中图分类号: R R814.42 文献标识码: A

The New Advances of CT Machine, Image After-treatment Technique and Related Information

HE Pingxia and ZHANG Yuhua

(Da Qing Oilfields General Hospital, 163001)

Abstract : 1) Advancement of CT machine : Since CT machine has been applied , with unceasing development of computer technique, detector technique , X-ray technique and new micro-electron and micro-technique have been used , thereby performance of computerized X-ray tomography machine has been improved greatly , it is era-changing identification of computerized X-ray tomography scan from bed plane scan to spiral scan. 2)The image after-treatment technique: With emergence of spiral computerized X-ray tomography and exploitation of computer software , this new kind of imaging method that means VE has been paid attention to widely that making up images of three dimension simulation endoscope by means of guidance technique .

Key words: CT scanner, image processing , spiral computerized X-ray tomography

1 CT 机的新进展

CT 机自七十年代问世以来, 各国专业厂家竞相研制开发新的产品, 产品技术日新月异, 这些年来随着 CT 滑环技术、螺旋式扫描技术、宽探测器多层采集螺旋 CT 的不断产生, 使 CT 检查技术逐渐的提高到一个崭新的水平^{[1][2]}。

1.1 单向连续旋转型 CT 和滑环技术: 它是通过高压电缆和发生器相连, 并作圆周往复运动。每次扫描都需经过启动、加速、匀速取样、减速、停止几个过程, 使扫描速度难以有大幅度提高, 且电缆在长期往返运动中也易出现故障, 尤其是高压滑环容易发生高压放电而导致高压噪音, 影响数据采集系统, 进而影响图像质量, 故目前大多采用低压滑环。

1.2 螺旋 CT 扫描技术: 它将 CT 技术推上了一个新的阶段。螺旋扫描技术与传统 CT 扫描不同之处在它是在 X 线管转动的同时, 检查床以匀速度平移前进中, 连续采集体积数据进行图像重建的。因此, 螺旋扫描技术不再是对人体某一层面采集数据, 而是围绕患者螺旋式地运动, 对一组或多组层面采集数据。常规扫描与螺旋扫描技术的根本区别是前者得到的是二维信息, 而后者得到的是三维信息。由于螺旋扫描采集的是体积数据, 不会有层与层之间遗漏, 并可进行薄层扫描, 获得没有重组成分的真正的三维重建图像, 并可视工作需要在所扫描的体积内, 对任意剖面和位置进行重建。

1.3 多层螺旋 CT: 目前 GE、SIEMENS、TOSHIBA 公司等都推出了旋转一周可采集 4 层投影数据的多层螺旋 CT 系统, 这是 CT 机发展的新技术。

多层螺旋 CT 机的出现使快速扫描和高分辨容积扫描成为可能, 扩展了 CT 机的运用范围, 使非电子束 CT 机也能用于心血管系统的成像。

多层螺旋 CT 机的技术关键是采用了新的探测器, 它是在原探测器纵向上被扩展, 从而成为

*收稿日期:2001-11-28

二维探测器陈列，即在纵向上有一定宽度的探测器，这就允许在纵向上有一定宽度的面积被高速扫描，容积数据被采集。多层次螺旋 CT 应用的探测器大致可分为两类：等宽型探测器和不等宽型探测器。GE 和 TOSHIBA 公司采用的是等宽型探测器，SIEMENS 和 MARCONI (PICKER) 公司采用的是不等宽型探测器。以上两类不同排列方式的探测器组合各有利弊。等宽型探测器排列层厚的组合形式较灵活，但是外周的 4 排探测器只能组合成一个宽探测器使用，其间的间隔会造成有效信息的丢失，不如不等宽型探测器的效率高。不等宽型探测器的优势是在宽层厚时，探测器的间隙较小，量子吸收效率较高；不足之处是层厚组合不如等宽型探测器灵活。探测器的工作原理同常规单层探测器一样，是一种固体探测器。有的公司已采用稀土陶瓷探测器，比高压氙气探测器可降低 40% 的照射量，还有快速扫描无余辉等诸多特性，是一种非常理想的高稳定材料，确保了低毫安扫描条件下，极佳的图象质量。多层次螺旋技术比常规单层螺旋技术采用更大的螺距 (1.25--8:1)，在 X 线管的热容量不显著增加的情况下，可采集很薄的层厚 (如 0.5mm)，以很快进床速度在极短的时间内做长距离的扫描，可得到大容量的信息用于各种重建与后处理功能。

多层次螺旋技术采用低 X 线剂量 (可比单层螺旋 CT 节省 40% 以上的 X 线剂量)。当增加螺距时，mA 值可不显著增加。为了保证图象质量、长扫描时间和长扫描距离，螺旋 CT 需要配置高热容量管球，当前多用 5.0 兆热单位 (MHU) 的，最高可为 7.7MHU。探测器则使用稳定性好、光输出高、余辉暂短的固体探测器，如稀土陶瓷钆酸钇 (Ygd O)，其转换率可超过 90%。高转换率可得到高分辨率图像，又降低 X 线剂量。

多层次螺旋 CT 的多层次采集方式提高了采样时间分辨率，如可达到 300ms/层，采集速率明显提高。大多数的二维信息在需要时可以实时显示，并可实施多期相的脏器特异性扫描，如肝脏扫描时可得到更精确的四期相影像。

多层次螺旋扫描 CT 机提高对比分辨率和空间分辨率。前者可在保持与单层螺旋 CT 相同的低对比分辨率条件下，降低 30% 以上的 mA 值；后者和单层螺旋 CT 相比大约可提高一倍，最高可达到 24LP (线对) /cm。特别是有些产品设计采用各向同性体素采集技术，所达到的高空间分辨率有利于显示细微结构。其自动设定螺距的扫描技术，只要设定扫描范围和时间，设备将自动设定最佳的扫描螺距，简化和优化扫描技术。一体化操作界面设计是一种利于设备的升级与换型时不必重新培训操作程序的设计思路。据悉，GE 和 TOSHIBA 公司 2001 年可能推出 8 通道 (即 8 层) CT，但未增加 Z 轴的覆盖宽度。

1.4 平板 (FP) 探测器—容积 CT：在 2000 年北美放射学会 (RSNA) 上，GE、Marconi 等厂家已正式展示了“以平板 (FP) 探测器代替传统的 X 线 CT 探测器”此类 CT 的设计，并承诺一段时间后可提供产品。容积性 CT 在原理上是用一定宽度的平板探测器与 X 线管连动，在旋转中直接采集对应的一层厚度体积的容积性 (而不是层面) 信息，经计算机处理后形成层面的或三维的影像。这种平板探测器的新型探测器和与之相配合的新扫描技术正处于开发之中。这种平板探测器 Z 轴覆盖宽度至少可达到 150mm，远远超过任何一种多排探测器。球管旋转一周，可获得整个 Z 轴宽度的多层次图像，是一种极有前途的改进。但目前平板探测器的面积还不够大，数据采集系统和计算机的运算能力有限，扫描速度也有待提高。

1.5 实时透视 CT：传统 CT 扫描作为一种介入引导工具，与常规透视和 B 超相比，由于不能实时显示图象，使其应用受到限制。尤其是在胸、腹部介入引导的应用中，受到了极大的限制。随着 CT 滑环技术、高速精密的多层次探测系统、球管的大热容量及图像的同步显示技术的出现，使实时透视成为可能，从而大大拓宽了 CT 在介入领域的应用。目前世界上已有 5 家大公司的产品。CT 扫描速度可达 2~8 层/s，最大透视持续时间 40~80 秒，图象矩阵为 256×256，首层图象由探测器旋转 360° 用 1.17s 获得，以后的图象仅旋转 600° 用 0.17s/层获得。既 1 秒或亚秒级容积扫描所采集的数据行连续成像 (continuous imaging)，于 1 秒内可连续显示 6~8 幅图像，达到近于透

视的效果，即所谓 CT 透视（CTfluoroscopy）。这对开展 CT 介入技术很有意义^{[1][3]}。CT 透视所用 X 线量较小，可以减少 X 线的辐射量。操作者在 CT 操作室内可用脚闸控制扫描。实时 CT 透视与 B 超及透视相比，有独到之处，会有较好的应用前景。

由于成像时间短，覆盖容积大，并获得连续数据，加上计算机后处理功能的提高，已开发出一些新的技术，例如仿真内窥镜和容积再现技术等。

1.6 电子束 CT (electron beam computed tomography, 简称 EBCT)又称超高速 CT：

EBCT 技术是快速断层成像技术的先驱。EBCT 在心血管、胸腔、腹腔、颅脑、整形外科等方面的成功应用，体现了中国的 EBCT 临床应用已达到国际先进水平。EBCT 作心血管造影和三维重建技术，可用于各类心血管疾病：冠心病、心肌病、瓣膜病、主动脉疾患、心脏肿瘤以及先天性心脏病等。应用 CT 节段分析法，诊断复杂先天性心脏病；应用 CT 血管造影开发对冠状动脉搭桥、血管造影，实现了应用无创伤的方法检查冠状动脉及保证搭桥成功。其快速断层扫描技术现正要成熟的应用于冠状动脉 EBCT 造影、胸部大血管的 EBCT 造影以及正在开展 EBCT 的肺功能扫描。

国外专家一致认为 EBCT 造影对于判定冠状动脉起源，筛选冠状动脉病变以及对冠状动脉搭桥术后随访有着重要作用。对主动脉瘤、大血管病、动脉栓塞 CT 血管造影研究，证明 EBCT 血管造影可以代替常规有创的血管造影，开拓心血管病 CT 诊断的新领域。而常规冠状动脉造影对于介入治疗和手术治疗仍然是必要的。

冠状动脉 EBCT 三维图像的中心线重组和抑制运动伪影的技术，对于 EBCT 冠状动脉造影及三维重建有着开拓性的价值，使 EBCT 的应用更趋完善。应用电子束 CT 扫描仪尚可做立体透视“三维成像”，引导美容整形手术模拟和手术导航，为许多因车祸或天灾毁容或导致颅、颌骨错位者或先天颅、颌骨结构和面容异常者进行“有的放矢”的手术矫正。如果能够充分利用设备，发挥自己病员丰富、临床力量雄厚的优势，在 EBCT 的临床应用方面必将走在中国的前沿，且必将带动相关学科的进步^[4]。

从技术上讲，螺旋扫描滑环式设计、固态的、低余辉高检测率材料探测器应在今后 CT 中逐渐普及。这标志着常规 CT 扫描已经完成了从层面扇形扫描、螺旋扫描到椎束扫描的换代，意味着 CT 机的功能和基础理论已全面更新，对中国各级医院实施 CT 的更新换代会产生重要的影响。

2 图 像 后 处 理 技 术 的 进 展

仿真内窥镜技术（VE）利用导航技术无创地做出一些人体器官的具有重建 3D 仿真内窥镜效果的图像。目前这项技术应用于人体器官，如血管、胃、结肠、气管及膀胱等。我们的研究表明 VE 可以比较准确地显示胆道系统、胃、结肠、膀胱等器官的病变。在对胃、结肠、膀胱进行检查时，所检查的空腔器官都先被造影剂（高或低密度造影剂）充盈，产生足够的对比后进行。

结果表明 3D VE 可以准确地显示一些病变，如胃溃疡、胃息肉、结肠癌、膀胱癌等。在对胃部病变进行的检查中，利用 VE 对病变进行随诊检查，以了解治疗的有效性，而通常胃部病灶很难在轴位上显示出来。在进行 VE 检查时，可以同时测量病灶的大小。VE 的另一个优点是通过导航技术可以从任意角度观察病变，特别是病变导致严重狭窄时，常规内镜无法通过狭窄部位，只能观察病变的某一个局部。VE 就可以全面地反映出病变的大小、形态、及侵犯范围等，而且病人在进行一次 CT 扫描后就离开检查室，可随时通过计算机重建图像，无须病人再次进行检查，减少了病人的 X 线接受剂量及检查费用。由于 VE 可以部分取代有创的内镜检查，因此成为一些病变的筛选及随诊的手段。

VE 也存在一些局限性：1)必须严格清洁肠道，消除残留粪便和水分，且能否减少诊断上的假阳性和假阴性率尚有待研究；2)VE 不能显示出粘膜的颜色，因此对一些较扁平病变显示率较

低, 而常规胃镜下可直接显示粘膜, 根据粘膜颜色的变化有助于发现一些扁平的病变; 3)进行胃及结肠检查时, 要使其最好地扩张才能更好的显示病灶; 4)也不能评价萎陷的局部。

仿真内窥镜清楚的显示出所检器官的内壁正常和异常结构, 其所见与手术或内镜所见大致相似。其产生的三维图象与人视觉系统所见相似。更重要的是这种方式使用的总容积内所有数据没有信息丢失, 几乎任何器官的表面或解剖结构都可以清晰地显示出来。

检查前, 患者需禁食、禁水至少 8 小时以上才能进行检查。扫描前病人口服两包发泡剂后, 立即进行常规仰卧位螺旋 CT 上腹部扫描。螺旋 CT 扫描结束后, 图像数据被传到 GE Advantage Windows 工作站。该工作站利用预设的仿真内窥镜图像处理系统, 当图像中的 CT 值位于选定阈值的范围内时, 就可以显示出 3D 内镜图像。通过软件的导航技术, 可任意改变内镜的方向及光圈的大小。

在进行 3D 图像处理时, 采用颜色来模拟实体状态下器官的颜色。MIP 技术是将各条射线上所遇到的最大强度象素进行投影而成, 优点是灰阶能真实地反映靶器官实际组织的 CT 值, 现广泛应用于除气道和胃肠道以外的各部位 3D 成像, 尤其适合于区分血管壁的钙化与管腔内的造影剂, 观察骨折移位和内固定术后等的情况。MIP 的缺点是缺乏空间关系。MinIP 与 MIP 相反, 是由最小强度的象素投影而成, 主要用于肺部如支气管扩张的评价。SSD 是设置一定的阈值 (CT 值), 预设阈值范围内的象素沿一定径线重组成的图像呈白色, 而阈值以外的象素呈黑色。其优点是很强的立体感, 辅以切割、开窗技术效果更佳, 是最常用的 3D 成像方法, 可应用于全身各部位。

RaySum 是在 SSD 的基础上进行“透视”, 使图像透明, 主要用于空腔脏器如气道及胃肠道等的成像, 有利于显示狭窄内缘的情况。叠加成像是应用不同阈值及切割法分别对各种结构进行 SSD 成像, 应用透明技术将数种结构 (如骨骼、血管、气道、肿瘤等) 加以不同的颜色、再叠加成立体的图像, 使图像更具真实感和立体感, 也可将背景 (如软组织) 用 MIP 显示, 肿瘤和血管性病变作 SSD 成像后再进行叠加。叠加成像常用于观察肿瘤与周围结构的关系, 其主要缺点是耗时较长, 易受人为因素的影响。容积再现技术是一种新的螺旋 CT 三维显示方式, 它利用全部体素的 CT 值作 SSD 重建, 能使表面与深部结构同时显示, 图像更加逼真^{[5][6][7][8][9]}。

参考文献

- [1] 吴恩惠, 吴奇.CT 和 MRI 技术与诊断的进展.放射学实践 2000,15(3):
- [2]祁吉,戴建平,徐家兴. 大型影像学设备的技术进展. 安科通讯.2000 年.(中华企业内刊网 neikan.com.)
- [3]Radiology .1999,211:309~315
- [4] 戴建平. 电子束 CT 的新近展..中华放射学杂志, 1998 ,32:75
- [5] 李子平 , 许达生, 孟悛非..CT 仿真内窥镜成像技术临床应用的初步探讨.中华放射学杂志, 1998, 32:104
- [6] 吴东,周康荣,彭卫军.螺旋 CT 胃部三维成像:不同剂的对照研究.中国医学影像技术.2000,16:90~91
- [7]Fukuya T,Honda H,Kaneko K,et al.Efficacy of helical CT in T-staging of gastric cancer.[J] Comput Assist Tomogr,1997,21:73~81
- [8] Ogata I,Komohara Y,Yamashita Y,et al. CT evaluatuin of gastric lesions with three-dimensional display and interactive virtual endoscopy: comparison with conventional barium study and endoscopy [J].AJR,1999,172:1263~1270.
- [9]Wood BJ,O' Malley ME,Hahn PF,et al.Virtual endoscopy of the gastrointestinal system outside the colon.[J].AJR,1998,171:1367~137

作者简介: 何萍霞, 女, 1961-03 月出生;汉族, 大专毕业, 医师。于 2000 年写的《视网膜母细胞瘤二例报告》编入中华综合医药卫生研究 2000, 4: 344