

放射性核素计算机处理的 断层扫描及其展望

〔有水昇：日本临床 37(1)：100~106, 1979(日文)〕

前 言

RI(放射性同位素)扫描是一个平面脏器组织的投影,投影的深浅与邻近各脏器组织又相互重叠,为此要正确认识脏器的轮廓、形态,在不少情况下是困难的。

并且重复扫描时对正确掌握 RI扫描的面和 RI 在某脏器局部的分布也有困难。

RI的扫描历史不过25年,在开始时已经注意到这些缺点,大部份都寄希望于断层扫描。断层扫描的重复投影,使影像不同部位各自分开,则脏器的轮廓、形态能够正确地扫描出来,从而可以提高临床的应用价值。

RI断层扫描与X线的断层扫描一样,在方法上不使用计算机的方法和使用计算机的方法两大类。不使用计算机的方法图象会重叠,对比增强,断层扫描出大部份要图象处理,均依赖于照相胶卷的特性,而使用计算机所得的图象要通过演算处理,进行图象的重建(image reconstruction),通过局部RI分布的定

量计算结果,能获得满意的断层扫描图。

然而由于计算机的容量、演算处理的内容,使细微变化平坦化,不仅出现扫描的分辨力低下,而且经费增大,所花时间加长,会产生误差(demerit)。使用计算机的好处,是能尽量弥补其缺点,计算机断层象初期就有实用价值,在临床上广泛使用,计算机处理断层扫描(Computed tomography——CT)应当象X线一样普及。但是用RI的 CT 扫描才进入实用范围,仍在发展阶段,其价值有待今后进一步研究。

用RI断层扫描时,初期已对使用计算机制作图象有浓厚兴趣,从这个意义上讲叫RI的CT。为了区别用RI的CT和用X线的CT,用RI的CT简称为放射性核素计算机处理的断层扫描(Radio nuclide computed tomography——RCT),而一般习惯用的X线CT简称为CT。

CT和RCT的比较

CT是从体轴断面各个方向,检查X线的透过量,将这些数据通过计算机处理,重建图象,求出各

表 1 RCT 扫描和 CT 扫描 的比较

		RCT	CT
探 头 检 出 光 子 数 检出系统分辨率 资料来源最小检出变动率		NaI 晶体 $10^2 \sim 10^4$ /秒 准直检出系统为5~15mm RI组织聚积量的差异数倍~数十倍	NaI晶体 BGO或氙室 $10^8 \sim 10^{12}$ /秒 图线数为1~4mm 组织的密度差异0.5~5%
图 像	方 法 表 示 分 辨 率	用γ射线辐射重建横断像或断层像 局部RI的分布 5~15mm	用透过的X线建横断像 局部密度分布 1~4mm
安 全 性	副 作 用 受 照 剂 量	无 0.2~数Rad	无 0.5~数Rad
反 复 检 查 患者扫描时间 机 能 检 查 容易将患者病变扫出的 主要因素		可 能 1~20分钟 可 能 使用的RI在病变部位或标记 组织特异高浓度的聚集	可 能 4秒~1分钟 困 难 病变部位与周围组织脏器之 间密度差异大小

个部位的X线吸收系数。由于吸收系数的不同,而产生黑白浓淡的变化,制成的图象已广泛地被应用。

而RCT是从体轴断层面的各种方向,检查所放出的 γ 射线,将此数据用计算机处理重建图象,探测各个部位的 γ 射线也就是了解RI的分布,以RI强度分布黑白浓淡的变化制成图象,因此,CT和RCT无论是在方法上或在组成因素上,都有许多共同点。表1为各有关要点的比较。

CT的资料来源为脏器组织的密度差别,而RCT的资料来源是放射性药品在脏器组织的不同分布。放射性药物的种类、动态改变等产生了RI分布的各种变化。因此由RCT所得的资料和由CT所得的资料不仅性质不同,而且由于RCT是根据不同疾病或检查目的来选择放射性药品,因此它对脏器组织的形态、机能或病理生理的诊断,有可能比CT提供更加广泛的诊断价值。

RCT及其临床应用

1. Kuhl氏的横断扫描

1963年英国Kuhl氏在RCT制成之初就用于临床。Kuhl氏用直径7.6厘米 \times 高5厘米的NaI晶体,将探头对向取 \cap 字型,旋转支柱,从各个方向进行扫描,所得图象资料用电子计算机处理,成功地获得平面断层扫描、横断扫描。

用计算机处理断层像的方法,首先是将断层扫描资料作为数字(digital)信号,结合投影位置角度,重叠而成断层像。

由于用了计算机处理,图像的重点突出,图像减法等处理容易,所以能得到满意的图像。

初期使用两个7.5厘米直径的NaI晶体对向装置,但为了要缩短横断扫描时间,又各90度方向装配四个探头,成为Mark II型扫描仪,用3分钟成功地得到横断摄影(1970)。进一步关于横断扫描的计算机处理,随着技术的发展,横断图像用逆投影法,由于图像重建技术的输入,1973年Kuhl氏试图在横断面作定量的RI分布扫描。

2. 多晶体型横断扫描装置

Kuhl氏用单一的NaI晶体不容易缩短扫描时间,为了缩短横断断层扫描时间而使用多晶体型的扫描装置(1974)。

田中氏创制的扫描仪是用15个NaI晶体(分别为长8毫米,宽25毫米,高57毫米),由四组探头分别以90度方向配置,以体轴为中心旋转的扫描装置。横断像采用了图像重建(一次元过滤法)。

另外,Kuhl氏试用类似田中氏的装置,制成多晶体型横断像Mark II型装置,用50秒时间成功地得到横断扫描图。

3. 用闪烁照相机的RCT装置

美国Budinger氏用Anger照相机在水平方向安装12.5厘米的延长平行孔准直,使坐位患者旋转进行横断扫描,用计算机重建(逆投影法)制成图像。不少学者对研究以闪烁照相机作为RCT的临床应用感兴趣。最近在日本也做了许多试验,由各方面来的图像资料用计算机进行图像的重建而得横断像。

Jasozczak氏用旋转闪烁照相机每4度对360度方向进行扫描,脑的横断图像在静脉注射15毫居里的 ^{99m}Tc 后,于20分钟时间从360度方向进行扫描得400万计数,一断层面相当于25万计数,可得薄到16毫米的正常脑横断图像。图像重建用调和(Fourier)变换法及逆投影法两种。

对疑为颅内病变的65例患者,用一般的RI扫描和RCT扫描进行了比较,其中40例两者均显示正常,25例表现出阳性病变图像,全部所得结果病变部位和正常部位的对比,RCT扫描都比CT扫描高。

颅咽管瘤患者用通常的RI扫描较困难,而用RCT却能清楚地扫描出来。

用30秒的扫描时间,可测的光子数太少,为此图像明显地不好。尽管如此,对转移性的脑肿瘤靠近颅骨的还是能分辨。用假想(Fantome)实验作长距离测量,即每间隔3度由120个方向进行扫描,则可得到相当好的断层像,因为有足够多的可测光子数,每一个小角度都可能用RCT扫描。

闪烁照相机作RCT不仅使用方法简便,还可得到分辨率高的横断像,且能一次扫描同时得到许多薄横断像。高分辨率的闪烁照相机及核医学用的计算机现已普及,如果将它们适当组合,则RCT可能容易开展,其临床价值还待今后进一步研究。

RCT和动态测量

RCT较CT成像时间要长,长的扫描时间要1~20分钟,因此当RI在体内分布变化很快时,RCT就不能完全跟踪RI的动态测量。将来如果有高灵敏度短时间的RCT装置出现,用RCT快速动态测量还是可能的。很长时间的动态测量,以每1~数小时之久进行描记,有可能重复观察,但要特别注意摄影位置的不变更。

RCT的创始较CT为早,而现今CT远远走在前头,RCT还可说是处在不成熟的时期。我们希望今后有更多这方面的研究。〔孙守正译 张永令审校〕