

微处理器在单光子电脑断层中的新应用

袁爱娜 赵惠扬

(上海医科大学附属中山医院)

关键词: 微处理器 SENTINEL OMEGA500 单光子电脑断层(SPECT)

一、前言

OMEGA500型单光子电脑断层(SPECT)系统是美国制造的一种比较先进的核医学系统。最近,由于采用了SENTINEL微处理器,使该系统以崭新的面目出现。

新设计的SENTINEL数字微处理器代替了原来OMEGA500中的某些电子学线路,可以提供一套系统校刻参数。这些校刻参数能提高SPECT系统总的性能,包括能量分辨率、线性度和均匀性。

二、原理和方法

单光子电脑断层的基本功能在于给出病人体内放射性同位素分布的真实影像。图1是一个SPECT系统的结构^[1]。

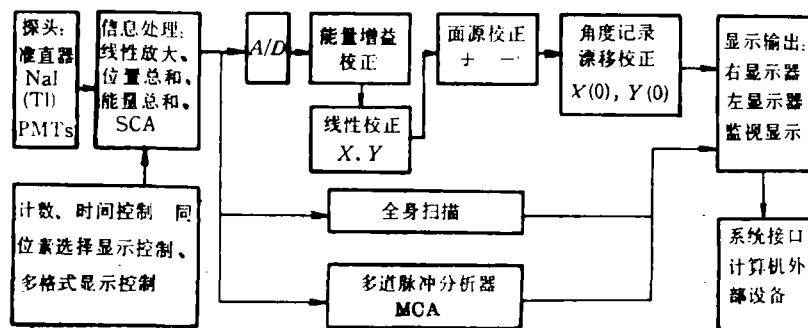


图1 一个SPECT系统的结构图

病人体内放射性同位素发出的 γ 射线经过铅准直器入射到NaI(Tl)闪烁体,在相应的光电倍增管中产生电脉冲。通过一系列电子学线路对这些电脉冲进行处理,包括平衡调节、非线性校正、加权求和等,就可以确定出闪烁事件或病人体内放射性同位素分布的情况^[4, 5]。图1所示的系统中,跟传统的方法不同的地方在于引进了SENTINEL微处理器,可以对光电倍增管产生的电脉冲进行一系列校正处理,包括能量、线性、面源均匀性等^[1]。

1. 能量校正 在SPECT系统中,各个光电倍增管和碘化钠晶体本身的特性,以及他们之间的耦合等特性,在整个探头的各个不同位置上不可能完全相同,故在探头的不同位置上对于光的灵敏特性也就不可能完全相同。尽管通过前置放大、主放大、总和线路的平衡调节,以及偏置电压调节等许多电子线路,使其接近^[2, 3, 5],但是不同位置上的各个光电峰仍然不能完全重合,从而导致总的能量分辨率的变坏。新设计的SENTINEL在进行能量校正时,分别计算了各个位置上的光电峰位移动和需要调整的数值,并将这些计算好的数值存贮在 128×128

(16K) 字长为 16 位的存贮器中, 以便对需要研究的图像进行校正。这样, 不仅提高了仪器的能量分辨率, 也改善了仪器的均匀性, 见图 2。

2. 线性校正 空间畸变主要由座标聚束 (coordinate bunching) 现象造成, 就是说, 放射性事件趋向于各个光电倍增管的中心位置^[2]。新设计的 SENTINEL 在进行线性校正时, 采用一个具有标准孔的模型, 这个模型已在精密的仪器上进行过数字校刻, 把它放在探头上面进行测量, 得到的数据经过微处理器运算以后, 以一个校正因子的形式存贮在 128×128 (16K)

字长为 32 位的存贮器内, 一边为 X 座标, 另一边为 Y 座标。同样, 在收集和处理病人图像数据时, 对不同座标位置的放射性事件, 用接近它的座标位置的 X、Y 校正值来校正。每当更换光电倍增管时, 或需要重新更换校正数值时, 都要用标准孔模型来进行校刻, 并把新的校正因子存入上述存贮器内。这样, 不仅提高了仪器的线性, 也提高了仪器的均匀性, 见图 3。

3. 均匀度校正 通过上述的能量和线性校正以后, 仪器的均匀度已经相当好了, 但是在线性校正时, 可能还存在小于 0.05mm 的误差, 再加上象元实际上存在一定的大小等因素, 还会造成残留的非均匀性。不同位置上的能量分辨率会存在差异, 并导致各点的能量窗百分灵敏度的不同。因此, 一个附加的均匀度校正步骤是很有必要的, 并可以作为仪器最后的灵敏度校正。

SENTINEL 在进行均匀度校正时, 能量窗的百分灵敏度数据经微处理器运算以后, 存贮在一个 256×256 字长为 16 位的存贮器内, 并作为一个与位置有关的均匀度校正因子^[3], 见图 4。这是一种后处理技术, 在目前的面源校正中, 也使用了与此相当的处理技术。

SENTINEL 还容许对不同的同位素、不同的准直器进行校正, 校正数据表可以存贮在软磁盘中。使用时, 根据不同的放射源和准直器, 采用不同的校正数据表, 这对于图像重建来说, 非常重要。

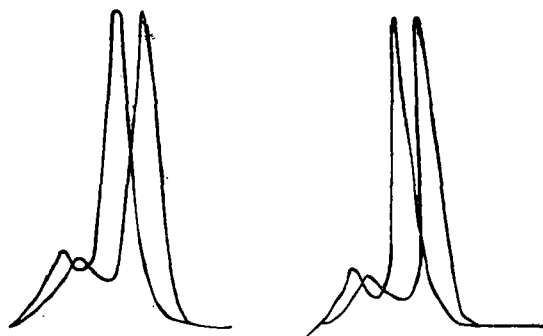


图 2 是否经过能量校正的比较
左: ^{57}Co 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$, 未经能量校正
右: ^{57}Co 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$, 经过能量校正

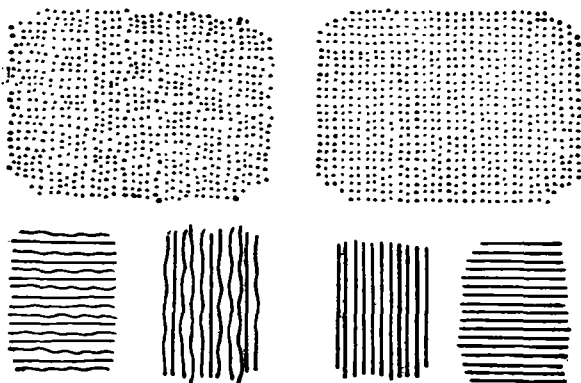


图 3 孔和棒模型是否经过校正的比较
左: 未经能量和线性校正 右: 经过校正

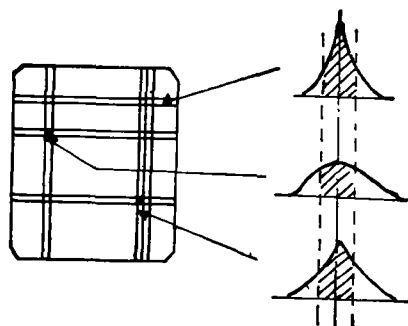


图 4 均匀度校正因子的测量

三、实验结果

我们采用 SENTINEL 以及采用电子线路对 OMEGA500 型单光子电脑断层(SPECT)系统进行了校正实验,实验结果归纳在表中,其中各项指标的详细含意和测量方法,参照了文献[6]和[7]。

表 两种校正方法所得实验结果的比较

性 能	未 校 正	SENTINEL校正	电子线路校正
固有能量分辨率 (CFOV)	--	$10.9 \pm 1.1\%$	$13.2 \pm 1.2\%$
固有面源均匀度(CFOV)	$\pm 20 \pm 8\%$	$\pm 4.2 \pm 0.4\%$	$\pm 5.2 \pm 0.4\%$
固有空间线性 (UFOV)	--	$0.82 \pm 0.03\text{mm}$	$0.88 \pm 0.03\text{mm}$
固有空间分辨率 (CFOV)	--	$4.1 \pm 0.2\text{mm}$	$4.6 \pm 0.2\text{mm}$

四、结 语

单光子电脑断层 (SPECT)系统由于采用 SENTINEL微处理器,对能量、线性、均匀度等进行校正,同传统的电子学线路方法相比较,不仅在能量、线性、均匀度的总体性能上有了较显著的改善,而且具有传统方法所没有的灵活性和通用性,对不同能量、不同种类的放射源,在各种不同的准直器条件下进行校正时,可以很方便地通过调用事先存贮在磁盘中的校正数据库来实现。若要增加新的功能或修改校正内容,也只要编写或修改软件,而不必去改动电子学硬件线路。此外,微处理器的引进还使得整个仪器系统操作简便、成本降低、维修方便。因此,用微处理器代替某些核电子学线路,是核医学仪器系统发展的必然趋势。

参 考 文 献

- [1] Technicare gemini 600/700 radioisotope camera operator' smanual, August 1985.
- [2] 于群等,原子核物理实验方法,人民教育出版社,1961年。
- [3] 王祝翔,核物理探测器及其应用,科学出版社,1964年。
- [4] 赵惠扬等,核医学,上海科学技术出版社,1981年。
- [5] Technicare OMEGA 500 maintenance manual, No. 960111, 1985.
- [6] Standards publication/No. NU 1-1980, Performance measurements of scintillation cameras, 1980.
- [7] The Gemini 600/700 Series, 1985. (1986年11月14日收到)



分析测试通报征订启事

——中国分析测试协会会刊

《分析测试通报》是由中国分析测试协会主办的全国性专业学术刊物。刊登分析测试的新理论、新方法、新技术及其在各领域中的应用研究成果、管理经验、分析仪器的开发使用和维修。供分析测试工作者和管理人员阅读。双月刊,国内外公开发行。国内刊号46—104,国际标准出版物号 ISSN1000—3800。

总发行处:广州市邮局 刊号:46—104 国外总发行:中国出版对外贸易总公司(北京614信箱) 订
阅处:全国各地邮局(所) 每期定价:1.00元(全年定价6.00元) 出版日期:逢单月25日出版 本刊地
址:广州先烈中路100号

would not exceed 10%. The good repeatability has been proved by comparing the measurements of different times and distances with correction of decay law and $1/l^2$ law. Besides, the distribution of exposure dose rate was influenced by scattering of the living plants.

Keywords: ^{60}Co garden exposure rate living plant thermoluminescent doseimeter (TLD)

Studies on mycobacterium tuberculosis sensitivity test by using the method of rapid radiometry with appendixes of clinical results

Yang Yongqing Jiang Yimin Lu Wendong Zhu Rongen
(First Affiliated Hospital, Suzhou Medical College)

Zhang Jun Guo Runzhi Sun Zengpu Wang Chongyuan
(Suzhou Infections Disease and Tuberculosis Hospital)

Three standard strains of mycobacterium tuberculosis (H_3RV -fully sensitive, SM-R1000 $\mu\text{g/ml}$, RFP-R 100 $\mu\text{g/ml}$) were tested with 10 concentration of 5 antitubercular agent, INH, SM, PAS, RFP and EB. 114 isolates of mycobacterium tuberculosis taken from patients were tested with INH, PAS, SM and RFP. They were agreed with the results of standard Lowenstein-Jensen method is 81.7%. 82% of the isolate test were completed within 5 days. Our method may be used in routine clinical work. The liquid media that we prepared do not require human serum albumin and it is less expensive and readily available.

Keywords: mycobacterium tuberculosis sensitivity test liquid media

A new application of microprocessor to SPECT

Yuan Aina Zhao Huiyang

(Zhongshan Hospital, Shanghai Medical University)

The OMEGA 500 single photon emission computerized tomography (SPECT) system made in USA, has been improved in energy resolution, integration linearity and uniformity (from 13.2%, 0.88mm and 5.2% to 10.9%, 0.82mm and 4.2%, respectively) by using a microprocessor SENTINEL instead of conventional electronic circuits. SENTINEL is composed of MC 68000 microprocessor chips and a software package, allowing to perform the corrections of the SPECT system under different energies, radioactive sources and a variety of collimation. The correction data are stored on a floppy disc and can ready to be accessed.

Keywords: microprocessor SENTINEL OMEGA 500
single photon emission computerized tomography(SPECT)