

眼眶容积的 CT 研究

薛新生 应援宁 杨连海 田恩瑞 韩悦 吕志新 廉宗激

【摘要】 目的: 研究 CT 测量正常人眼眶容积。方法: 对 20 只填砂眼眶标本进行 CT 扫描, 用描记法测量填砂体积(各层描记面积×层厚)与量筒测量的填砂体积相比较, 确定最佳的描记方法和窗组合, 计算测量精确度和测量准确性。测量 29 例正常成人的 58 只眼眶容积, 运用统计学方法计算眼眶容积平均值。结果: 标本测量中, 当窗位 200HU 和窗宽 2 000HU 时, 误差控制在 -4.60%~4.04% 之间, 精确度为 0.36%~4.6%, 测量准确性为 100%。58 只正常成人眼眶容积范围为 21.63~26.31ml, 平均 24.05ml±1.33ml。结论: CT 为眼眶容积的测量提供了工具, 结果精确, 准确性高, 可用于眼眶容积改变常规检查中; 同时提供了正常成年人眼眶容积的范围, 可在实际测量中对比应用。

【关键词】 眼眶容积 测量 精确度 准确性

【中图分类号】 R322.9⁺ 1, R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2002)01-0035-03

Orbital volume measurement by CT XUE Xinsheng, YING Yuanning, YANG Lianhai, et al. Department of Radiology, The second Hospital Tianjin Medical University, Tianjin 300211

【Abstract】 Objective: To investigate the measuring techniques of the orbital volume by CT. **Methods:** 20 orbital specimen filled with fine sand were performed CT, and then the volume was calculated by summing the area of the orbit measured by graphical method and multiplying by section thickness. The result was compared with that by volumetric cylinder, and therefore resultant optimal depicting method and window combination would be determined as well as calculation of precision and accuracy of measurement. The volume of 58 normal orbits in 29 adults were measured, and then the average of orbital volume was calculated statistically. **Results:** When the window combinations were 200(level) and 2 000(width) in measuring specimen, the error was -4.60%~4.04%, the precision 0.36~4.6% and the accuracy 100%. The range of 58 adult normal orbital volume discrepancy was from 21.63 to 26.31 ml with a mean 24.05±1.33ml. **Conclusion:** The investigation offers the tool to measure the orbital volume by CT and the range of normal orbital volume of adult, which may be used routinely in patients with suspicious changes of orbital volume. The result measured in this way is precise and accurate, and the value of the orbit volume of adult provided as a reference in clinical practice.

【Key words】 Orbital volume Measurement Precision Accuracy

眼眶爆裂骨折、眶内肿物等疾病, 均能改变眼眶容积, 眼球突出和内陷与眼眶容积的改变有密切关系。测量眼眶容积的改变程度, 对于眶内肿物摘除术后眶内填充物填充量的估计以及由于爆裂骨折致眼眶容积扩大造成眼球内陷的修复都具有重要意义。本文研究眼眶容积的 CT 测量方法, 精确度为 4.6%, 重复测量的准确性达 100%, 同时用此法测量 29 例正常成年人眼眶容积, 为正常眼眶容积的大小提供了标准。

材料与方法

1. 一般材料

将 10 具颅骨标本眼眶的裂和孔用橡皮泥封堵, 橡皮泥加入少许石膏粉和少许植物油, 以使其密度接近骨密度, 并可减慢干燥速度不致开裂。待缓慢干燥后, 注入细砂, 细砂依眶口曲线呈自然曲面。经 CT 扫描后, 分别用量筒测量眶内细砂的体积。

对 29 例正常成人, 其中男 13 例, 女 16 例, 年龄 21~60 岁, 平均 39.5 岁, 进行眼眶容积测量。

2. 研究方法

扫描: ①使用 PQ-6000CT 机, 层厚 2mm, 电压 120kV, 电流 65mA, 时间 1s, 视野 200mm, 矩阵 512×512, 普通算法。标本置于扫描床头托上, 中线与床中轴对齐。以 OM 线为基线, 扫描标本的双眼眶, 范围包括眶缘上、下以外各 2mm, 约 22~25 层面。②正常成人仰卧于扫描床上, 双眼凝视, 扫描过程中保持不动。电压 120kV, 电流以 150mA, 时间 1s, 视野 200mm, 矩阵 512×512, 以 OM 线为扫描基线, 从眶下缘下 2mm 处向上扫描过眶上缘 2mm, 层厚 2mm, 单层连续扫描, 约 25 层。

测量: ①轮廓描记方法: 所有标本眼眶容积测量均在 Voxe+Q 图像处理工作站进行。使用 measures 测量软件包中的人工描记程序, 用鼠标描记眼眶与填砂交界线, 在容积效应所产生的边缘重叠时, 应描取外缘, 前界内填砂边缘描记。计算机自动计算出描记范围内的面积, 与厚度相乘为单层体积, 将所有层面体积相加

作者单位: 300211 天津市, 天津医科大学第二医院放射科
作者简介: 薛新生(1950-), 男, 天津人, 主管技师, 主要从事 CT 检查技术。

即为填砂总体积——眼眶容积。正常人眼眶描记与颅骨眼眶描记相似,只是前缘为连接内、外眼眶骨壁前端的直线(图 1)。

②窗位、窗宽的研究:用 5 组不同窗组合测量一具标本的 2 只眼眶填砂体积。窗位、窗宽分别为 40HU、300HU, 100HU、200HU, 100HU、600HU, 200HU、1 000HU 和 200HU、2 000HU。与量筒测量细砂体积对比,选取误差最小的一组窗组合作为固定搭配。

精确度的研究:将 10 具颅骨的 20 只眼眶分别用适当的窗位、窗宽进行填砂体积测量,与量筒测量的体积比较,计算测量总误差和精确度。

准确性的研究:将 20 只眼眶平均分为对照组和实验组,各由 3 名放射医师进行填砂体积测量,每人测量 10 只眼眶,每组测量 30 次。对照组医师用随意的描记方法和窗组合测量,实验组医师按照预定的描记方法和窗组合测量。依照精确度标准,计算两组结果的准确性。

29 例正常成人眼眶容积测量:将每层面中所描记的眼眶面积与扫描厚度相乘,再将各层计算结果相加,即为测量的眼眶总容积。

结果

用 5 组不同窗组合测量后,当窗位 200HU、窗宽 2 000HU 时测量的填砂体积误差最小,分别为 -1.75% 和 1.20%,以此作为阈值进行研究(表 1)。

表 1 不同阈值中 CT 测量填砂与量筒测量结果比较

	体积(cm^3)		误差(%)	
	右	左	右	左
量筒测量填砂体积	24.53	23.27		
CT 测量填砂体积				
窗位(HU)~窗宽(HU)				
40~300	22.78	22.12	-7.13	-4.94
100~300	23.79	22.90	-3.02	-1.59
100~600	23.89	23.20	-2.60	-0.30
200~1000	24.10	23.55	-1.75	1.20
200~2000	23.56	22.87	-3.59	-1.72

表 2 CT 测量误差与精确度

标本号	量筒测体积(cm^3)		CT 测体积(cm^3)		体积差(cm^3)		误差(%)		精确度(%)	
	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
1	24.53	23.27	23.82	23.85	-0.71	-0.58	-2.89	-2.50	2.89	2.50
2	22.73	22.27	21.76	22.15	-0.97	-0.12	-4.27	-0.54	4.27	0.45
3	22.90	22.77	21.87	21.85	-1.03	-0.92	-4.50	4.04	4.50	4.04
4	24.73	24.50	24.64	24.80	-0.09	0.30	-0.36	1.22	0.36	1.22
5	23.45	23.70	22.71	22.67	-0.74	-1.07	-3.16	-4.51	3.16	4.51
6	23.91	22.68	23.32	22.51	-0.59	-0.17	-2.47	-0.75	2.47	0.75
7	23.82	22.96	23.58	22.60	-0.24	-0.36	-1.13	-1.57	1.13	1.57
8	22.54	22.48	21.86	21.49	-0.68	-0.99	-3.03	-4.40	3.03	4.40
9	23.71	22.85	23.15	22.04	-0.56	0.81	-2.36	3.54	2.36	3.54
10	25.01	24.32	23.86	23.30	-1.15	-1.02	-4.60	-4.19	4.60	4.19

表 3 正常成人眼眶容积统计(ml) $P=0.05$ $t=2$

	最大-最小	x	s	($x \pm 2s$)
男	22.79-26.31	24.37	1.18	26.73-22.01
女	21.03-26.01	23.79	1.40	26.59-20.99
男女混合	21.03-26.31	24.05	1.33	26.71-21.39

表 4 左右眼眶容积差

	最大-最小(ml)	平均(ml)	%
男	1.2-0.07	0.46	4.9
女	0.99-0.19	0.44	4.5

对 10 具颅骨的 20 只眼眶填砂体积,用窗位 200HU、窗宽 2 000HU 测量,与量筒测量结果比较,误差在 -4.60%~4.40% 之间,精确度为 0.36%~4.6% (表 2)。

在准确性研究中,规定精确度 $\leq 5\%$ 以内。对照组测量误差 $\leq 5\%$ 的有 19 次,准确性为 63.3% (19/30); 实验组测量误差 $\leq 5\%$ 的有 30 次,准确性 100% (100/100),实验组比对照组高 58%。

正常成人眼眶容积 CT 测量统计学均数处理结果(表 3)。同一人双眼眶最大容积比,男性为 1:1.049,女性为 1:1.045(表 4)。

讨论

眼眶容积的改变与眼球突出和内陷密切相关, Lee 等^[1~3]报道了眼眶爆裂骨折造成的眼球内陷与眼眶容积扩大成反比关系。随着对眼眶疾病治疗的需要及患者对痊愈后面部形象期望值的提高,为医师提供患者眼眶真实容积更加迫切。曾有学者通过 X 线平片测量眼眶容积,由于放大率的影响,结果常不准确。本文介绍的眼眶容积的 CT 测量技术和正常成人眼眶容积的有关数据,使医师能够通过此项技术精确地测量眼眶容积,并确定眼眶容积的变化量,以便采用适当的手段,使眼球位置趋于正常。

随着 CT 技术和计算机软件的发展,人体结构的

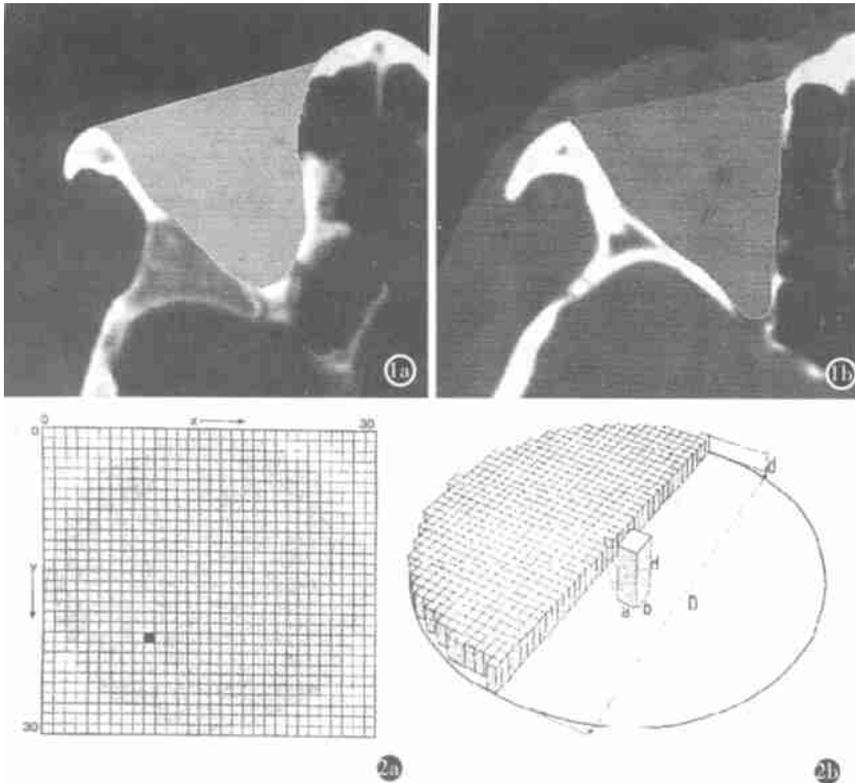


图1 眼眶容积测量 a) 颅骨眼眶标本测量;b) 正常成人眼眶测量。

图2 像素体素示意图 a) 像素 图中每一小格代表一个像素;b) 体素

* 图中D为视野直径,a和b为像素边长,d为层厚。

测量特别是测量形状复杂、要求精确度高的较小器官的体积或容积, CT 显示出独有的优越性。1979年 Heymsfield等^[4]报道了用CT直接测量人体内脏器官体积,测量精确度为5%。Brenner等^[5]用10mm层厚的CT测量尸体中较大的内脏器官体积时,测量精确度为10%。随后,Forbes等^[6]在对眼眶容积的测量中,采用较薄的扫描层厚,报道测量精确度达1%~7%。1984年Glenn等^[7]通过CT对模型和标本眼眶容积的研究,获得7%~8%测量精确度的结果。本文通过对颅骨标本眼眶容积的测量研究,使精确度高达0.36%~4.6%。

CT测量人体器官体(容)积的基础,是通过对扫描图像中兴趣区面积的测定。而构成图像的基本单位的像素(pixel)大小,是由扫描视野、重建矩阵决定的。当使用200mm扫描视野,512×512重建矩阵时,像素边长为0.39mm,面积大约0.15mm²。像素越小,测量结果越精确。在计算兴趣区的面积时,靠近边缘的部分像素未被计算在内,由此产生测量误差。体素(Voxel)是构成图像的最小体积单位,即一定厚度的像素。当层厚2mm时,体素大小约为0.3mm³。厚度越大,体素代表的体积越大,测量产生的误差越大(图2)。在扫

描中采用减小视野和/或减小层面厚度,均能提高测量精确度。但这些改变将加大对患者的辐射量和图像噪声,因此视野和层厚的减小是有限的。本文采用200mm视野、2mm层厚,通过实践观察,认为是恰当的。

容积效应是产生测量误差的另一原因,它使图像中眼眶边缘产生重叠。不适当的窗组合,可掩盖其重叠边缘的密度差,使测量者判断眼眶界限产生困难。在窗位200HU、窗宽2000HU时,可分清重叠的边缘,描记轮廓时应适当取舍。窗宽过窄时测量容积趋小,窗宽过宽时测量容积趋大。因此操作者熟练的描记技巧选择适当的阈值,不仅能够提高测量精确度,而且使重复测量的准确性从63.3%提高到100%。

从正常成人眼眶体积测量结果中看出,男女眼眶容积平均值虽有差别,但其($X+2s$)值接近,因此26.7ml可作为正常眼眶容积上限,超过此值,根据病史可认为是眼眶容积扩大。正常人双眼容积最大比例为1:1.05,若大于此值,须结合

临床判断患侧眼眶容积是否改变。

综上所述,CT测量眼眶容积,精确度高,重复性好。正常眼眶范围的确定,为眼眶疾病的诊断和治疗提供了可靠的数据,可在常规检查中推广应用。

参考文献

- 1 Lee JW, Chiu HY. Quantitative computed tomography for evaluation of orbital volume change in blow-out fractures[J]. J Formos Med Assoc, 1993, 92(4): 349-355.
- 2 Charteris DG, Chan CH, Whitehouse RW, et al. Orbital volume measurement in the management of pure blow out fractures of the orbital floor[J]. Br J Ophthalmology, 1993, 77(2): 100-102.
- 3 Whitehouse RW, Batterbury M, Jackson A, et al. Prediction of enophthalmos by computed tomography after 'blow out' orbital fracture[J]. Br J Ophthalmology, 1994, 78(8): 618-620.
- 4 Heymsfield SB, Fulewider T, Nordlinger B, et al. Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography[J]. Ann Intern Med, 1979, 90(2): 185-187.
- 5 Brenner DE, Whitley NO, Houk TL, et al. Volume determinations in computed tomography[J]. JAMA, 1982, 247(9): 1299-1302.
- 6 Fortes G, Goman CA, Gehring D, et al. Computer analysis of orbital fat and muscle volumes in Graves ophthalmopathy[J]. AJNR, 1983, (4): 737-740.
- 7 Glenn F, Dale GG, Colum AG, et al. Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis[J]. AJR, 1985, 145(1): 149-154.

(2001-03-22, 收稿)