

论 著

利用ImageJ软件测量眼眶脂肪体积*

1. 暨南大学附属深圳眼科医院(深圳市眼科医院、深圳眼科学重点实验室)眼眶病眼整形科

(广东 深圳 518040)

2. 深圳华侨城医院眼科

(广东 深圳 518040)

3. 深圳华侨城医院放射科

(广东 深圳 518040)

蒋丽琼¹ 何小寒² 刘桂琴¹

衣晓明³

【摘要】目的 建立一种精确测量眼眶脂肪体积的方法。方法 应用ImageJ软件计算眼眶CT图像中的眼眶容积及眼眶脂肪体积,在提取眼眶边界时分别采用手工描计法及半自动方法。结果 半自动方法与手工描计法计算结果大致相同,但更为精确与省时。结论 ImageJ软件可精确测量眼眶容积及眼眶脂肪体积。

【关键词】眼眶脂肪体积;眼眶容积;眼眶CT; ImageJ软件

【中图分类号】R77

【文献标识码】A

【基金项目】广东省中医药局科研课题(项目编号: 20131041)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.03.004

通讯作者: 刘桂琴

Method for Measuring Orbital Fat Volume by ImageJ Software*

JIANG Li-qiong, HE Xiao-han, LIU Gui-qin, et al. Department of Orbital disease and Oculoplastics, Shenzhen Eye Hospital, Shenzhen Key Laboratory of Ophthalmology, Affiliated Shenzhen Eye Hospital of Jinan University, Shenzhen 518040 Guangdong Province, China

[Abstract] *Objective* To found an accurate method in measuring the volume of orbital fat. *Methods* The volumes of orbit and orbital fat were measured by ImageJ software respectively. Manual and semi-automatic method were both used to display the margin of the orbit. *Results* The outcome of semi-automatic method was almost the same as the outcome of the manual method, and the former was more accurate and needed less time. *Conclusions* The volumes of orbit and orbital fat can be measured by ImageJ software accurately.

[Key words] Orbital Fat Volume; Orbital Volume; Orbit CT; ImageJ Software

眼眶脂肪填充在眼眶内各组织的间隙内,对眼眶内眼球、视神经及血管等重要组织具有保护作用,其含量直接影响眼球突出度。甲状腺相关眼病患者眼眶脂肪细胞增生、肥大和水肿导致眼球突出,而眼眶骨折时眶内脂肪疝入副鼻窦、晚期眶脂肪吸收加重眼球内陷。无论是用眼眶脂肪减压术矫正甲状腺相关眼病患者的眼球突出,还是用眼眶填充术矫正眼眶骨折患者的眼球内陷,均需精确计算眶脂肪体积。但目前尚无精确测量眼眶脂肪体积的方法,因此无法使这类手术做到更精准。

计算机断层成像(computed tomography, CT)利用计算机测量人体器官结构的体积或容积具有其独特的优越性。眼眶内各结构的密度差异较大,因而CT已广泛应用于眼眶病的检查。随着计算机与放射影像科学的发展,精确测量眼眶脂肪体积已成为可能。我们采用免费的ImageJ软件,建立了利用CT影像学资料直接测量眼眶脂肪体积的方法,对眼眶病临床和科研工作有实用价值,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 ImageJ软件简介与安装 ImageJ是一款免费的公共图像处理软件,由美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)开发,用于帮助分析临床和科研中的医学影像。ImageJ支持一个窗口里以多线程的形式层叠多个图像并行处理。软件支持图像处理功能包括图像增强,平滑,FFT,滤波,3D成像等功能。ImageJ软件下载地址: <http://www.rsb.info.nih.gov/ij/download.html>,可以在Windows、Linux、Mac OS等操作系统上运行。本文所用ImageJ软件为V1.48版本。

1.2 图像分割与面积计算 我们利用水平位眼眶CT图像计算每张图片中眼眶脂肪的面积,将面积乘以层厚再逐层相加计算而得出体积。在每张图片中需首先寻找眼眶的边界,再通过脂肪与眼眶内其他组织的阈值区别加以区分。为了准确提取眼眶内脂肪组织,我们比较了两种方法,一种是手工方法,由专业人士手工描记。一种是半自动

方法,采用图像处理办法自动描记,对于边界不明确的位置进行人工修改。

1.3 手工方法 我们通过ImageJ软件导入CT图像,采用手工描记的方法记录眼眶的边界,然后通过阈值处理方法完成眼眶内部的图像分割,区分眼眶脂肪和其他区域,然后分别计算容积。

1.3.1 导入图像序列:我们的图像资料为Philips 16排螺旋CT机的眼眶CT图像,常规行轴位及冠状位扫描,设置电压120kV,电流250mA,层厚1mm,层间距0.5mm,螺距0.69,矩阵 512×512 。窗宽300 HU,窗位35 HU。扫描时保持第一眼位,摆位尽量左右对称。将原始图像以1mm层厚水平位重建并将图像存储为DICOM格式,通过Files->import->image sequence,导入图像栈,可以在一个窗口内采用多线程的方式层叠N幅图像,并行处理。导入后图像栈如图1所示

1.3.2 手工描记眼眶边界:采用工具描记眼眶边界,加入到感兴趣区域中(缩写ROI)。具体做法是Analyze->Tools->ROI Manager,调出感兴趣区域的管理器。检查图像栈,采用Polygon selection手工描记眼眶边界,加入到ROI Manager中,如图2所示。

1.3.3 阈值划分区域:眼眶中脂肪的阈值范围在-200到-30之间^[1,2],设定ROI区域内的阈值范围,划分出眼眶内脂肪和其他组织区域。具体做法是Image->Adjust->Threshold,设定阈值范围-200到-30,处理后阈值范围内图像点灰度值为255,其他变为0,如图3所示。

1.3.4 计算眼眶内不同组织面积:统计眼眶内阈值范围内的

像素点,计算出眼眶内脂肪和其他组织区域的面积。具体做法是Analyze->Histogram->list,记录灰度值为255和0的点数。如图4所示。

1.4 半自动方法 手工描记眼眶边界方法繁琐,耗时长,可以考虑采用图像自动分割的方法描记眼眶区域。导入图像后划分眼眶范围,图像处理,二值化划分,边界划分,导入ROI manager,阈值划分,计算不同区域面积。

1.4.1 导入图像序列及图像处理:DICOM图像格式为16位像素,为了得到最佳分割效果,对栈进行预处理。导入图像栈后,检查整个图像栈,选择眼眶最大的区域,采用Polygon selection描记眼眶边界,加入到ROI Manager中,如图5所示。选择image type->8 bit图像灰度值由16位变为8位,保存为“原始图像”用于后继处理,如图6所示。采用 Process->Enhance Contrast进行图像增强,Process smooth进行平滑处理,如图7所示。

1.4.2 边缘处理:选择image->adjust threshold,对图像进行阈值处理,选择阈值,使所计算区域内图像像素点数最完整。这里阈值选择为1-200,处理后图像如图8所示。选择Process->Binary->Outline,获得图像的边缘轮廓,如图9所示。

1.4.3 创建眼眶边缘区域:利用图像减处理,得到感兴趣区域。具体做法是导入保存的原始图像,选择Process->Image Calculate,对原始图像和边缘图像进行减操作,得到描有边缘轮廓的图像,如果轮廓是闭合的,就直接采用魔术棒工具点击,获得眼眶轮廓,如果不闭合,则采

用画笔工具手工描记闭合。自动生成的眼眶边界可根据实际情况进行手工修改。将眼眶轮廓加入到ROI manager中,如图10所示。对图像栈中所有图像进行操作,获得眼眶边缘区域。

1.4.4 阈值划分,计算不同区域面积:重新导入DICOM图像栈,参考2.1.3和2.1.4,阈值划分,计算出眼眶内脂肪和其他组织区域的面积。

1.5 眼眶脂肪及其他组织体积的计算 通过累积法计算眼眶脂肪的体积,将每一层眼眶脂肪面积与层厚之积相加便得出眼眶脂肪的体积。具体算法如下:单张CT的厚度: α ;单张CT的面积: $\beta \times \beta$;单张CT的像素点: $\gamma \times \gamma$;则单个像素点的面积: $\theta \approx (\beta \div \gamma)^2$;单个像素点的体积: $\lambda \approx \alpha \times \theta \approx \alpha \times (\beta \div \gamma)^2$;嘉定共有 v 张CT,每张CT上有 ω 像素点,则总体积: $V \approx \sum_{i=1}^v \omega_i \times \lambda \approx \sum_{i=1}^v \omega_i \times \alpha \times (\beta \div \gamma)^2$ 。

2 结 果

采用两种方法,我们分别计算了正常人及甲状腺相关眼病患者的单侧眼眶脂肪体积,计算结果如表1及表2所示,见图1-10。

3 讨 论

计算眼眶脂肪体积对于甲状腺相关眼病和眼眶骨折等眼眶病的治疗非常重要,以往的研究多是间接计算所得,如通过眼眶容积减去眼外肌、眼球及视神经等体积而得出^[3],或者通过眼球突出度及眼外肌体积变化相关性间接评估^[4,5]。寻找一种简单、直接的眼眶脂肪体积计算方法对于临床工作实为重要。现有的图像

表1 正常人的单侧眼眶脂肪体积及眼眶容积

方法	组织	累计像素 (个)	容积 (ml)	眼眶容积 (ml)
手工方法	其他组织	141328	16.9	25.7
	脂肪组织	73789	8.8	
半自动方法	其他组织	138062	16.5	25.2
	脂肪组织	73124	8.7	

表2 甲状腺相关眼病患者的单侧眼眶脂肪体积及眼眶容积

方法	组织	累计像素 (个)	容积 (ml)	眼眶容积 (ml)
手工方法	其他组织	155651	18.6	31.2
	脂肪组织	105324	12.6	
半自动方法	其他组织	138274	16.5	29.6
	脂肪组织	109302	13.1	

处理软件或者需要支付昂贵的费用,或者依赖于影像检查设备,或者不支持二次开发,应用受到限制,而ImageJ软件在这些方面拥有独特的优势。ImageJ软件作为一款功能强大的生物医学处理软件,支持多种图像格式,支持多种图像处理算法。以往有学者将其应用于肝脏体积的计算及肺部肿瘤体积的计算^[6,7],显示了该软件在CT图像中计算目标脏器体积的可行性。我们使用ImageJ软件分别计算了眼眶容积和眼眶脂肪体积,其计算方法简单、方便,可重复性好,为眼眶病的临床研究带来方便。

CT像是组织结构的密度图,眼眶内充满低密度脂肪,与其周围骨性眶壁及其他软组织密度差异大,通过阈值法将眼眶内脂肪组织加以提取并计算其体积可

行。在计算过程中,准确提取眼眶边界对于结果的可靠性尤为重要。本文采用16排螺旋CT图像进行分析,图像清晰度高,对于眼眶水平位CT图像,其两侧可通过眼眶骨性边缘界定,而眼眶前面边界可通过眶隔界定。我们采取了两种方法获得眼眶边界,其计算结果大致相同。比较两种方法,手工方法耗时,半自动方法明显节省时间,对于眼眶骨性与软组织相邻的区域边界界定时准确、省时,对于批量处理数据时半自动方法更可显示其优势。半自动方法在界定眼眶前面边界时会包含眼睑组织,需手工修改;对于眶尖部位视神经与软组织部位也需要手工进行封闭。

Peyster RG等^[8]学者在以往研究中计算正常人单侧眼眶脂肪体积约为8.16ml,突眼患者单侧眼

眶脂肪体积约为9.60~12.53ml。我们计算正常人单侧眼眶脂肪体积,手动方法计算结果为8.8ml,半自动方法计算结果为8.7ml。甲状腺相关眼病患者单侧眼眶脂肪体积,手动方法计算结果为12.6ml,半自动方法计算结果为13.1ml。我们的计算结果显示正常人及眼球突出患者眼眶脂肪体积均较偏大,分析差异的原因为Peyster RG等通过眼眶水平位CT计算眼眶容积及眼眶脂肪体积时,其眼眶两侧通过骨性眶缘界定,前界则通过中间及外侧骨壁前端的连线加以获得;该方法会丢失眼眶前部眶隔后的眶脂肪组织,而对于眼球突出严重的患者其结果偏差更大。陈哲等^[9]在做正常人眼眶容积的CT测量时所得结果显示男女性平均眼眶容积分别为 (25.04 ± 2.37) ml、 (22.89 ± 2.67) ml。我们计算所得正常人眼眶容积为25ml,计算结果相似。在比较测量方法时发现他们以冠状位CT图像作为研究对象,从眼眶骨性边界起始,则其前端软组织部分被去除;而我们以水平位CT图像作为研究对象,封闭眼眶前面边界时包含突出于眶缘外的组织,其结果相对更接近真实状态。

(下转第 17 页)

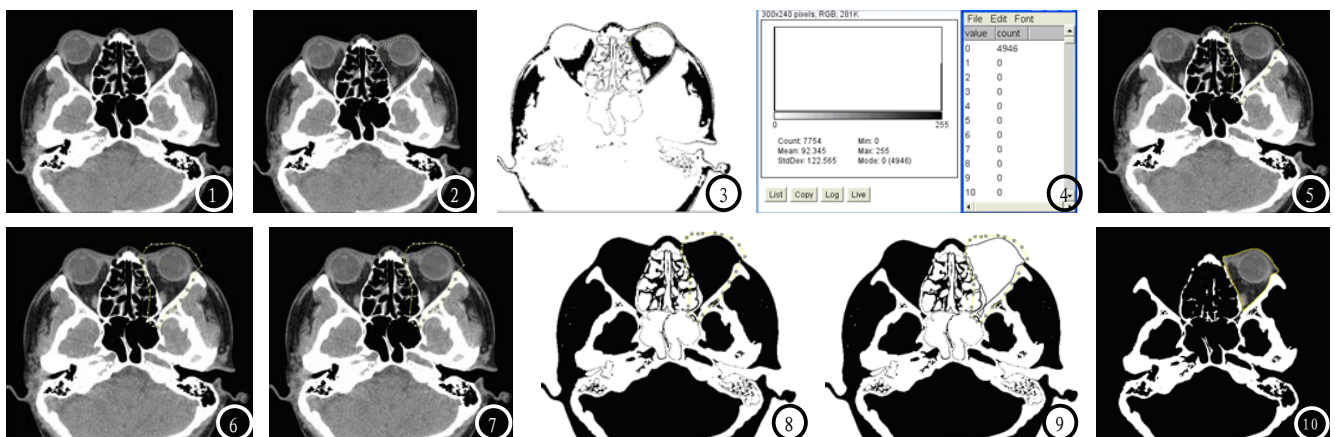


图1-4 手工方法 图1为原始CT图像栈,图2为手工标记眼眶边界,图3为阈值划分后图像,图4为统计的像素点数。**图5-10 半自动方法** 图5为16位原始图像,图6为8位原始图像,图7为预处理后图像,图8为阈值划分后图像,图9为边缘图像,图10为眼眶标记后图像。