Modern Practical Medicine, August 2024, Vol. 36, No. 8

·诊治分析·

多田公式法与基于 CT 数据三维重建法评估脑出血体积的对比研究

杨施迪，陈孟宗，胡少博，郑栋栋，杨登峰

【关键词】 脑出血；多田公式；三维重建；体积；定量
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.08.025
【中图分类号】 R816.1 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2024)08-1074-03

目前测量颅内血肿体积的方法主要有软件测量法、多田公式法、体视法及尺量法等，脑出血血肿体积测量尚缺少“金标准”[1-4]。多田公式法由椭圆球体体积公式简化而来，其前提是血肿形状近似椭圆形，然而实际工作中血肿形状往往并不规则，因此多田公式法的计算方式可能为临床决策带来困扰[1]。Mimics Medical 是一个免费的可视化医学图像分析处理软件，其为基于 CT 数据的血肿体积测量提供了准确而简单的方法。本研究通过与多田公式法比较，探讨基于 CT 数据三维重建法评估脑出血体积的准确性，现报道如下。

1 资料与方法

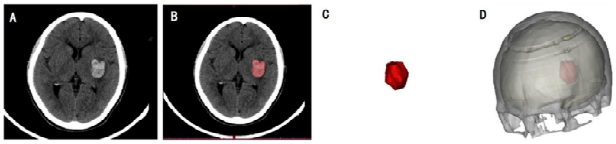
1.1 一般资料 收集 2020 年 1 月至 2022 年 9 月宁波市医疗中心李惠利医院收治的脑出血患者 162 例，纳入标准：(1) 患者临床资料完整，发生脑出血时间明确；(2) 头颅 CT 见高密度病灶并确诊脑出血；(3) 未合并脑外伤及颅脑肿瘤。排除标准：(1) 脑出血破入脑室内或蛛网膜下腔出血、硬膜外或硬膜下出血；(2) 脑出血病灶 CT 图像呈等或低密度，无法明确病灶边缘；(3) CT 图像伪影严重；(4) 存在散在出血灶，导致无法计算体积。本研究获得宁波市医疗中心李惠利医院医学伦理委员会批准，豁免签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 仪器与参数 采用 GE revolution CT 增强扫描，设置扫描参数 120 kV、240 mA，碘海醇静脉推注 2.8 ml/s，球管旋转时间 1.0 s，准直宽度 20 mm；以滤波反投影重建算法行图像重建，层厚 5 mm，间隔 5 mm。

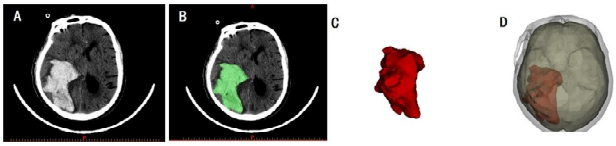
1.2.2 脑出血体积评估 (1) 多田公式法：体积=1/2（出血最大层面长度×最大层面宽度×扫描 CT 层厚 5 mm×出血层数）；(2) 基于 CT 数据三维重建法：首先将 CT 图像以 DICOM 格式导入至 MIMICS（Vol. 20.0）三维重建软件中，使用 SEGMENT 模式下 Edit Masks 工具勾画出每个 CT 层面的出血灶；然后用 Calculate Part 功能将出血灶进行三维重建获得立体模型，最后在 Properties 界面下查看重建后出血灶模型的体积，见图 1 ～ 2。

1.3 统计方法 采用 SPSS 20.0 统计软件进行分析，计量资料以均数±标准差表示，采用 t 检验或 Wilcoxon 符号秩检验；采用线性回归分析多田公式估算脑出血量与三维重建软件计算脑出血量间的关系；Bland-Altman 分析两种测量方法的一致性及与传统多田公式测量脑出血体积的平均偏差。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。



注：A 为 CT 脑出血图像，B 为三维软件勾画的出血图形，C 为将出血灶进行三维重建，D 为颅内定位

图 1 基于 CT 数据三维重建法评估规则脑出血病灶体积



注：A 为 CT 脑出血图像，B 为三维软件勾画的出血图形，C 为将出血灶进行三维重建，D 为颅内定位

图 2 基于 CT 数据三维重建法评估不规则脑出血病灶体积

基金项目： 宁波市医学重点学科（2022-F04）
作者单位： 315040 宁波，宁波市医疗中心李惠利医院
通信作者： 杨施迪，Email：ysd657661@163.com

2　结果

2.1　一般情况　162 例患者男 112 例，女 50 例；年龄 12 ～ 91 岁，平均（58.3±14.5）岁；出血病灶部位：基底节区出血 109 例，脑桥出血 14 例，脑叶出血 26 例，小脑出血 13 例；脑出血性状规则 93 例，不规则 69 例。

2.2　脑出血体积结果比较　162 例患者多田公式法测得脑出血体积（23.8±26.5）ml，三维重建软件测得脑出血体积（20.9±20.8）ml，差异有统计学意义（t=3.54，P ＜ 0.05）。93 例脑出血性状规则患者，多田公式法测得体积（17.6±20.6）ml，三维重建软件测得体积（16.7±18.0）ml，差异无统计学意义（t=1.22，P ＞ 0.05）。69 例脑出血性状不规则患者，多田公式法测得体积（27.3±28.7）ml，三维重建软件测得体积（23.2±21.7）ml，差异有统计学意义（t=3.50，P ＜ 0.05）。

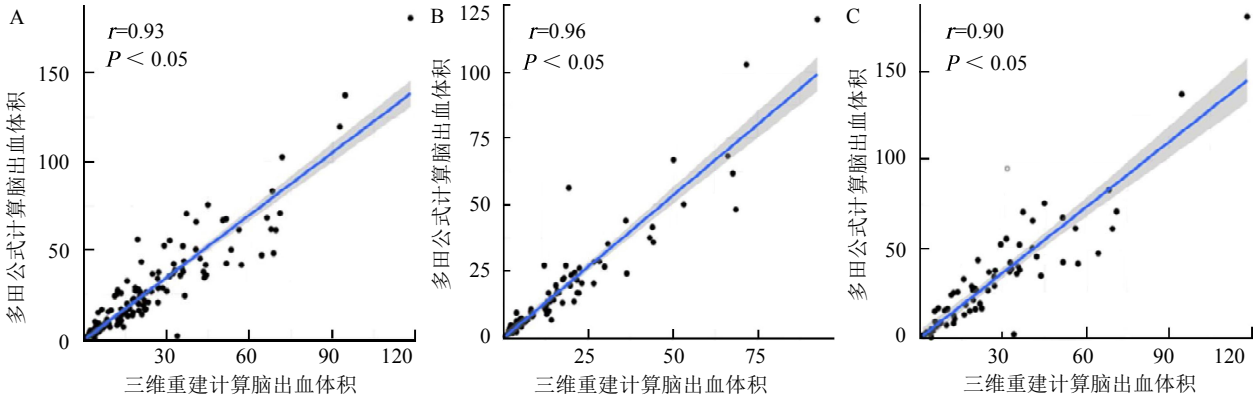
2.3　线性回归分析　多田公式与三维重建软件测得脑出血体积高度线性相关（r=0.93，P ＜ 0.05）；其中脑出血性状规则患者与不规则患者，多田公式与三维重建软件测得平均脑出血体积结果均高度线性相关（r=0.96、0.90，均 P ＜ 0.05），见图 3。

2.4　两种测量方法的一致性　多田公式与三维重建软件测得平均脑出血体积结果具有高度一致性，平均高估约 2.96 ml。其中脑出血性状规则患者与不规则患者多田公式与三维重建软件测得平均脑出血体积结果具有高度一致性，平均高估约 0.9 ml 及 5.7 ml，见图 4。

3　讨论

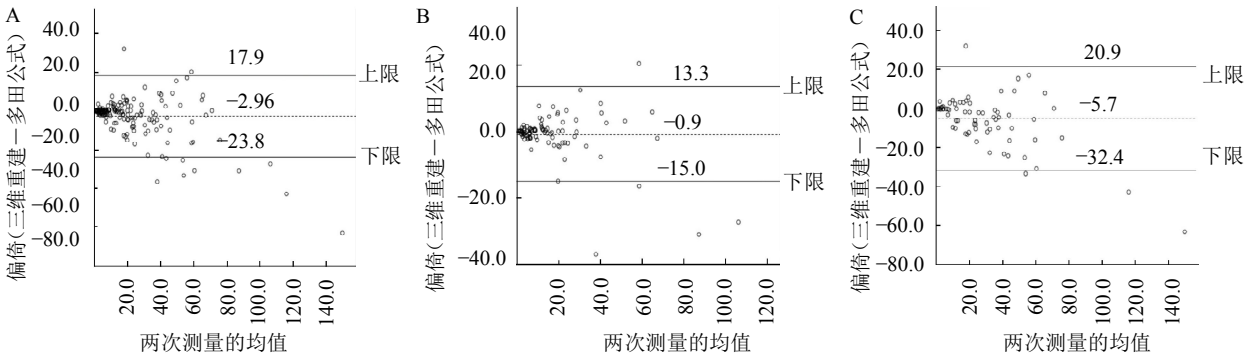
美国心脏学会（AHA）发布的脑出血治疗指南提出，对于幕上脑出血，手术干预的阈值通常为 30 ml 以上[2]。而我国的《中国脑出血诊治指南 2019》中也同样提出脑出血体积的手术干预指征[3]。然而如何获得准确的脑出血体积计算是临床医生面临的一个问题，错误的血肿体积测量会影响临床决策，延误最佳治疗时机，影响患者治疗效果。

多田公式作为临床实践中最常用的血肿体积计算方法，对于颅内规则血肿，如球形、椭圆形，测量结果与实际相差不大，但对于不规则血肿，如弯月形、分叶形、长条形血肿的测量就不够准确。特别是对



注：A 为所有患者多田公式与三维重建软件测得平均脑出血体积的线性关系，B 为规则脑出血患者多田公式与三维重建软件测得脑出血体积的线性关系，C 为不规则脑出血患者多田公式与三维重建软件测得脑出血体积的线性关系

图 3　多田公式与三维重建软件计算脑出血体积线性关系图



注：虚线线表示多田公式与三维重建软件计算脑出血体积平均偏差（高估或低估），实线表示 95%*CI*；A 为所有患者的散点图，B 为规则出血患者的散点图，C 为不规则出血患者的散点图

图 4　两种测量方法的一致性结果

于出血量较大、形态不规则，其测量结果欠精准。因此，如何快速简便的推测脑出血体积是神经外科医生所关心的问题，MIMICS 是由比利时公司 Materialise 开发和推出的，是一种医学影像管理、分析和通信系统，它是一种集成的软件平台，旨在帮助医疗机构和临床医生处理和管理医学影像数据，并提供对这些数据进行分析和交流的功能。其测量血肿体积是通过血肿与正常脑组织和 CT 值的不同自动识别描记血肿，三维重建血肿，并根据每个层面血肿面积及 CT 扫描层厚计算血肿体积。该方法不受血肿形状和部位的影响，测量结果准确，可重复性好，操作简便，能够满足临床多种应用需求，为医学工作者精确处理患者的医学图像，进行三维重建等操作，为临床诊断、手术规划及医疗器械设计提供支持。目前比较常用的三维重建软件除了 MIMICS，还有 3D Slicer、ITK-SNAP 及 3D Doctor 等，相比于 MIMICS，3D Slicer 对初学者来说需要较高的学习曲线积累，界面相对复杂，需要一定的专业知识和技能；ITK-SNAP 功能相对较基础，对于复杂的图像处理任务可能有限制；3D Doctor 相较其他软件可能功能相对不足。

本研究结果显示，多田公式法计算脑出血体积平均比三维重建高估 2.9 ml，这与文献[5-8]报道结果一致。同时在操作熟练的前提下，仅需数分钟就可以用 MIMICS 软件计算出脑出血体积，相较于传统多田公式，三维重建软件具有以下几点优势：（1）血肿在颅内的定位。使用三维重建软件可以生成出血区域的三维可视化模型，能够更直观地观察和分析出血的位置、形状和大小；并且，重建的三维模型可以进行任意组合显示，能从任意角度观察，可调整任意透明度等，还可以实施虚拟手术规划，可视化不同手术方案的场景，以改善空间理解，方便外科医生进行手术切口设计，手术规划，为手术的入路选择提供帮助。（2）更准确的体积计算。传统的多田公式只考虑了出血的最大直径和垂直直径，而三维重建软件可以将整个出血区域进行准确的体积计算，包括形状、密度和分布等因素。（3）区域分割和分析。三维重建软件可以将出血区域与周围组织进行分割，以便更好地分析出血的影响和进一步评估患者的病情。（4）自动化和高效性。传统的多田公式需要手动测量出血的最大直径和垂直直径，而三维重建软件可以自动识别和计算出血区域，提高了计算的准确性和效率。（5）数据共享和合作。使用三维重建软件进行脑出血体积计算可以方便数据的共享和合作，研究人员可以将三维重建模型和相关数据分享给其他研究人员或医生，以促进交流、验证和进一步研究。

当然，三维重建软件也存在一些不足，如分割不准确、对影像质量要求高、算法选择和参数设置的挑战以及在临床实践中的实用性和可行性限制。因此，在使用三维重建软件进行脑出血体积计算时，应结合临床资料和专业医生的判断，综合考虑多种因素，以提高计算结果的准确性和可靠性。同时，本研究亦有不足之处：（1）本研究仅为回顾性分析，样本量较小，后期需进一步加大样本量；（2）仅采用一款三维重建软件，后期拟进行多款三维重建软件之间的比较；（3）纳入标准过于严格，并不能代表所有的脑出血类型的出血体积计算。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] 杨鑫,荔志云,孙建军,等.多田公式法与三维重建法评估脑膜瘤体积的对比研究[J].重庆医学,2024,53(1):38-43.

[2] GREENBERG S M, ZIAI W C, CORDONNIER C, et al. 2022 guideline for the management of patients with spontaneous intracerebral hemorrhage: A guideline from the American heart association/American stroke association[J]. Stroke, 2022, 53(7): e282-e361.

[3] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国脑出血诊治指南(2014)[J].中华神经科杂志,2015,48(6):435-444.

[4] 燕守义.多田公式、ITK-SNAP 软件在自发性脑出血中的应用价值[J].影像研究与医学应用,2023,7(23): 98-100,103.

[5] 潘笛笛.基于 3D slicer 软件的多模态影像融合在神经外科手术中的应用研究[D].蚌埠:蚌埠医学院,2022.

[6] LIAO R, LIU L, SONG B, et al. 3D-slicer software-assisted neuroendoscopic surgery in the treatment of hypertensive cerebral hemorrhage[J]. Comput Math Methods Med, 2022, 2022: 7156598.

[7] CAO L, LIU M, WANG M, et al. 3D slicer-based calculation of hematoma irregularity index for predicting hematoma expansion in intracerebral hemorrhage[J]. BMC Neurol, 2022, 22(1): 452.

[8] 谢国强,王欣,郝五记,等.基于 3D Slicer 软件探讨高血压脑出血血肿体积诊断的准确性[J].国际神经病学神经外科学杂志,2019,46(1):17-20.

收稿日期：2024-03-27
（本文编辑：陈志翔）