

出血性脑卒中临床智能诊疗建模

一、 背景介绍

出血性脑卒中指非外伤性脑实质内血管破裂引起的脑出血，占全部脑卒中发病率的 10-15%。其病因复杂，通常因脑动脉瘤破裂、脑动脉异常等因素，导致血液从破裂的血管涌入脑组织，从而造成脑部机械性损伤，并引发一系列复杂的生理病理反应。出血性脑卒中起病急、进展快，预后较差，急性期内病死率高达 45-50%，约 80% 的患者会遗留较严重的神经功能障碍，为社会及患者家庭带来沉重的健康和经济负担。因此，发掘出血性脑卒中的发病风险，整合影像学特征、患者临床信息及临床诊疗方案，精准预测患者预后，并据此优化临床决策具有重要的临床意义。

出血性脑卒中后，血肿范围扩大是预后不良的重要危险因素之一。在出血发生后的短时间内，血肿范围可能因脑组织受损、炎症反应等因素逐渐扩大，导致颅内压迅速增加，从而引发神经功能进一步恶化，甚至危及患者生命。因此，监测和控制血肿的扩张是临床关注的重点之一。此外，血肿周围的水肿作为脑出血后继发性损伤的标志，在近年来引起了临床广泛关注。血肿周围的水肿可能导致脑组织受压，进而影响神经元功能，使脑组织进一步受损，进而加重患者神经功能损伤。综上所述，针对出血性脑卒中后的两个重要关键事件，即血肿扩张和血肿周围水肿的发生及发展，进行早期识别和预测对于改善患者预后、提升其生活质量具有重要意义。

医学影像技术的飞速进步，为无创动态监测出血性脑卒中后脑组织损伤和演变提供了有力手段。近年来，迅速发展并广泛应用于医学领域的人工智能技术，为海量影像数据的深度挖掘和智能分析带来了全新机遇。期望能够基于本赛题提供的影像信息，联合患者个人信息、治疗方案和预后等数据，构建智能诊疗模型，明确导致出血性脑卒中预后不良的危险因素，实现精准个性化的疗效评估和预后预测。相信在不久的将来，相关研究成果及科学依据将能够进一步应用于临床实践，为改善出血性脑卒中患者预后作出贡献。

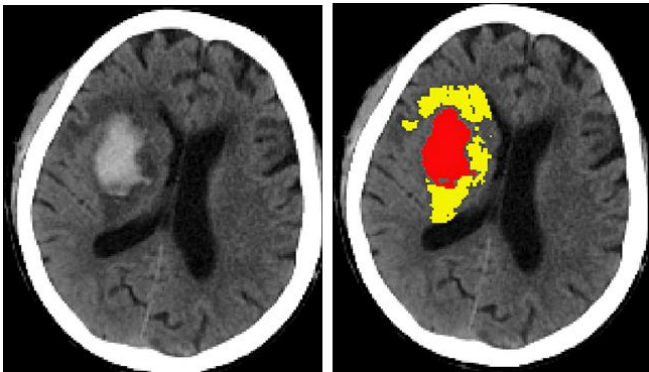


图 1. 左图脑出血患者 CT 平扫，右图红色为血肿，黄色为血肿周围水肿

二、数据集介绍及建模目标

赛题提供了 160 例（100 例训练数据集+60 例独立测试数据集）出血性脑卒中患者的个人史、疾病史、发病及治疗相关信息、多次重复的影像学检查（CT 平扫）结果及患者预后评估,该部分信息可在“**表 1-患者列表及临床信息**”中查询。如图 1 为脑出血患者 CT 平扫，红色为血肿区域，黄色为水肿区域。赛题提供影像学检查数据，包括各个时间点血肿/水肿的体积、位置、形状特征及灰度分布等信息。体积及位置信息可在“**表 2-患者影像信息血肿及水肿的体积及位置**”中查询。形状及灰度分布信息可在“**表 3-患者影像信息血肿及水肿的形状及灰度分布**”中查询。

赛题目标：通过对真实临床数据的分析，研究出血性脑卒中患者血肿扩张风险、血肿周围水肿发生及演进规律，最终结合临床和影像信息，预测出血性脑卒中患者的临床预后。

目标变量：

- 发病 48 小时内是否发生血肿扩张：1 是；0 否。
- 发病后 90 天 mRS：0-6，有序等级变量。其中 mRS 是评估卒中后患者功能状态的重要工具，详见附件 2 相关概念。

临床信息：相关信息在“**表 1-患者列表及临床信息**”中获取。

- ID：患者 ID。
 - 训练数据集：sub001 至 sub100，共计 100 例。包含：患者信息、首次及所有随访影像数据及 90 天 mRS。
 - 测试数据集 1：sub101 至 sub130，共计 30 例。包含：患者信息、首次影像数据。不包含：随访影像数据及 90 天 mRS。
 - 测试数据集 2：sub131 至 sub160，共计 30 例。包含：患者信息、首次及所有随访影像数据。不包含：90 天 mRS。
- 入院首次影像检查流水号：一个 14 位数字编码。前 8 位代表年月日，后 6 位为顺序编号（注意：不是时分秒）。流水号是影像检查的唯一编码，具体影像检查时间点可通过对应流水号在“**附表 1-检索表格-流水号 vs 时间**”中检索。
- 年龄： 岁
- 性别：男/女
- 脑出血前 mRS 评分：0-6，有序等级变量
- 高血压病史：1 是 0 否
- 卒中病史：1 是 0 否
- 糖尿病史：1 是 0 否
- 房颤史：1 是 0 否
- 冠心病史：1 是 0 否
- 吸烟史：1 是 0 否
- 饮酒史：1 是 0 否

发病相关特征，共计 2 字段。

- 血压：收缩压/舒张压。单位： 毫米汞柱
- 发病到首次影像检查时间间隔：单位： 小时

治疗相关特征，共计 7 字段。

- 脑室引流：1 是 0 否
- 止血治疗：1 是 0 否
- 降颅压治疗：1 是 0 否
- 降压治疗：1 是 0 否
- 镇静、镇痛治疗：1 是 0 否
- 止吐护胃：1 是 0 否
- 营养神经：1 是 0 否

影像相关特征，共计 84 字段/时间点。

- 血肿及水肿的体积和位置信息在“表 2-患者影像信息血肿及水肿的体积及位置”中获取，包含了：每个时间点血肿（Hemo）总体积及水肿（ED）总体积及不同位置的占比。体积占比定义：血肿/水肿在该位置的体积占总体积大小的比例，取值范围为：0-1。如：0 代表该区域没有发生血肿/水肿，1 则代表该患者所有血肿/水肿均发生在该区域，可通过占比换算出该位置绝对体积。本赛题采用通用模板，区分左右侧大脑前动脉（ACA_L， ACA_R），左右侧大脑中动脉（MCA_L，MCA_R），左右侧大脑后动脉（PCA_L， PCA_R），左右侧脑桥/延髓（Pons_Medulla_L， Pons_Medulla_R），左右侧小脑（Cerebellum_L， Cerebellum_R）共十个不同位置，具体位置和参考文献见附件 2-相关概念。综上，总体积：2 个字段（单位： 10^{-3}ml ），位置：20 个字段。在每个时间点，体积及位置特征共计 22 个字段。
- 血肿及水肿的形状及灰度分布在“表 3-患者影像信息血肿及水肿的形状及灰度分布”的两个不同标签页存放，可通过流水号检索对应数据。每个时间点血肿及水肿的形状及灰度特征，反映目标区域内体素信号强度的分布（17 个字段）及三维形状的描述（14 个字段），因此，在每个时间点，血肿及水肿的形状+灰度分布特征共 62 字段。

注：重复影像数据根据临床真实情况提供，重复时间个体间可能存在差异。

三、请建模回答如下问题

1 血肿扩张风险相关因素探索建模。

a) 请根据“表 1”（字段：入院首次影像检查流水号，发病到首次影像检查时间间隔），“表 2”（字段：各时间点流水号及对应的 HM_volume），判断患者 sub001 至 sub100 发病后 48 小时内是否发生血肿扩张事件。

结果填写规范：1 是 0 否，填写位置：“表 4” C 字段（是否发生血肿扩

张)。

如发生血肿扩张事件, 请同时记录血肿扩张发生时间。

结果填写规范: 如 10.33 小时, 填写位置: “表 4” D 字段(血肿扩张时间)。

- **是否发生血肿扩张**可根据血肿体积前后变化, 具体定义为: 后续检查比首次检查绝对体积增加 ≥ 6 mL 或相对体积增加 $\geq 33\%$ 。

注: 可通过流水号至“附表 1-检索表格-流水号 vs 时间”中查询相应影像检查时间点, 结合发病到首次影像时间间隔和后续影像检查时间间隔, 判断当前影像检查是否在发病 48 小时内。

- b) 请以是否发生血肿扩张事件为目标变量, 基于“表 1”前 100 例患者(sub001 至 sub100)的个人史, 疾病史, 发病相关(字段 E 至 W)、“表 2”中其影像检查结果(字段 C 至 X)及“表 3”其影像检查结果(字段 C 至 AG, 注: 只可包含对应患者首次影像检查记录)等变量, 构建模型预测所有患者(sub001 至 sub160)发生血肿扩张的概率。

注: 该问只可纳入患者首次影像检查信息。

结果填写规范: 记录预测事件发生概率(取值范围 0-1, 小数点后保留 4 位数); 填写位置: “表 4” E 字段(血肿扩张预测概率)。

2 血肿周围水肿的发生及进展建模, 并探索治疗干预和水肿进展的关联关系。

- a) 请根据“表 2”前 100 个患者(sub001 至 sub100)的水肿体积(ED_volume)和重复检查时间点, 构建一条全体患者水肿体积随时间进展曲线(x 轴: 发病至影像检查时间, y 轴: 水肿体积, $y=f(x)$), 计算前 100 个患者(sub001 至 sub100)真实值和所拟合曲线之间存在的残差。

结果填写规范: 记录残差, 填写位置“表 4” F 字段(残差(全体))。

- b) 请探索患者水肿体积随时间进展模式的个体差异, 构建不同人群(分亚组: 3-5 个)的水肿体积随时间进展曲线, 并计算前 100 个患者(sub001 至 sub100)真实值和曲线间的残差。

结果填写规范: 记录残差, 填写位置“表 4” G 字段(残差(亚组)), 同时将所属亚组填写在 H 段(所属亚组)。

- c) 请分析不同治疗方法(“表 1”字段 Q 至 W)对水肿体积进展模式的影响。
- d) 请分析血肿体积、水肿体积及治疗方法(“表 1”字段 Q 至 W)三者之间的关系。

3 出血性脑卒中患者预后预测及关键因素探索。

- a) 请根据前 100 个患者(sub001 至 sub100)个人史、疾病史、发病相关(“表 1”字段 E 至 W)及首次影像结果(表 2, 表 3 中相关字段)构建预测模型, 预测患者(sub001 至 sub160) 90 天 mRS 评分。

注：该问只可纳入患者首次影像检查信息。

结果填写规范：记录预测 mRS 结果，0-6，有序等级变量。填写位置“表 4” I 字段（预测 mRS（基于首次影像））。

- b) 根据前 100 个患者（sub001 至 sub100）所有已知临床、治疗（表 1 字段 E 到 W）、表 2 及表 3 的影像（首次+随访）结果，预测所有含随访影像检查的患者（sub001 至 sub100, sub131 至 sub160）90 天 mRS 评分。

结果填写规范：记录预测 mRS 结果，0-6，有序等级变量。填写位置“表 4” J 字段（预测 mRS）。

- c) 请分析出血性脑卒中患者的预后（90 天 mRS）和个人史、疾病史、治疗方法及影像特征（包括血肿/水肿体积、血肿/水肿位置、信号强度特征、形状特征）等关联关系，为临床相关决策提出建议。

四、附件

- ✓ 表 1-患者列表及临床信息.xlsx
- ✓ 表 2-患者影像信息血肿及水肿的体积及位置.xlsx
- ✓ 表 3-患者影像信息血肿及水肿的形状及灰度分布.xlsx
- ✓ 表 4-答案文件.xlsx
- ✓ 附表 1-检索表格-流水号 vs 时间.xlsx
- ✓ 附件 2-相关概念.docx