

多模态神经影像学数据信息管理系统在功能神经外科的应用

高润石 张国君 王雪原 王秀梅 遇涛 胡永生

【摘要】 研究背景 多模态神经影像学检查在功能神经外科的诊断与治疗中发挥重要作用,但目前临床对这些复杂数据的管理有所欠缺。本研究尝试建立一套可行的多模态神经影像学数据信息管理系统并评估其应用效果。方法 通过规范临床诊疗流程、分析影像学数据产生节点及梳理数据流动线路、建立存储命名规则,以及搭建存储服务器、培训专业人员等措施,设计并应用多模态神经影像学数据信息管理系统,以术前结构序列、其他术前影像、电极术后 CT、电极重建、术后 CT/MRI 共 5 类数据的归档率作为主要评估指标,以数据归档消耗的总人·时和每例病例消耗的平均人·时作为次要评估指标。结果 未进行多模态神经影像学数据信息管理(对照组,64 例)的情况下,总人力消耗为 192 人·时,平均为 3 人·时/例;进行多模态神经影像学数据信息管理(数据管理组,50 例)的情况下,总人力消耗 84 人·时,平均为 1.68 人·时/例。数据管理组术前结构序列 [100% (50/50) 对 32.81% (21/64); $\chi^2 = 11.383, P = 0.001$]、其他术前影像 [96% (48/50) 对 26.56% (17/64); $\chi^2 = 13.839, P = 0.000$]、电极术后 CT [96% (48/50) 对 32.81% (21/64); $\chi^2 = 10.409, P = 0.001$]、电极重建 [96% (48/50) 对 32.81% (21/64); $\chi^2 = 10.409, P = 0.001$]、术后 CT/MRI [96% (48/50) 对 15.63% (10/64); $\chi^2 = 22.169, P = 0.000$] 数据归档率均高于对照组。结论 设计契合临床的多模态神经影像学数据信息管理系统,合理设置数据收集和归档节点,可以有效提高数据归档率,节约人力资源,保障临床数据的完备存储和临床诊疗的顺畅运行,有利于提高临床诊断与治疗水平。

【关键词】 神经外科(学); 神经成像; 电子数据处理; 卫生人力

Application of multi-modal neuroimaging data information management system in functional neurosurgery

GAO Run-shi¹, ZHANG Guo-jun², WANG Xue-yuan¹, WANG Xiu-mei¹, YU Tao¹, HU Yong-sheng¹

¹Department of Functional Neurosurgery, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China

²Department of Functional Neurosurgery, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University; National Center for Children's Health, Beijing 100045, China

Corresponding author: HU Yong-sheng (Email: hysh69@163.com)

【Abstract】 **Background** Multi-modal neuroimaging examinations play a crucial role in the diagnosis and treatment of functional neurosurgery. However, there is currently a lack of effective management for these complex data in clinical practice. This study attempts to establish a feasible multi-modal neuroimaging data information management system and evaluate its application effects. **Methods** By standardizing clinical diagnosis and treatment processes, analyzing the nodes where imaging data were generated, and streamlining data flow routes, establishing storage naming conventions, setting up storage servers, and training specialized personnel, we designed and applied a multi-modal neuroimaging data information management system. The primary evaluation indicators were the archiving rates of 5 types of data: structural sequences, other preoperative images, postoperative electrode CT, electrode reconstruction,

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2024.07.005

基金项目: 科技创新 2030-“脑科学与类脑研究”重大项目(项目编号: 2021ZD0201605); 国家自然科学基金资助项目(项目编号: 32271085); 北京市医院管理中心“登峰”人才培养计划项目(项目编号: DFL20190801)

作者单位: 100053 北京, 首都医科大学宣武医院功能神经外科(高润石, 王雪原, 王秀梅, 遇涛, 胡永生); 100045 首都医科大学附属北京儿童医院功能神经外科 国家儿童医学中心(张国君)

通讯作者: 胡永生, Email: hysh69@163.com

and postoperative CT/MRI. The secondary evaluation indicators included the total man-hours consumed for data archiving and the average man-hours consumed per case. **Results** Without multi-modal neuroimaging data information management (control group, $n = 64$), the total manpower consumption was 192 man-hours, with an average of 3 man-hours per case. With multi-modal neuroimaging data information management (data management group, $n = 50$), the total manpower consumption was 84 man-hours, with an average of 1.68 man-hours per case. The data management group had higher archiving rates compared to the control group: structural sequences [100% (50/50) vs. 32.81% (21/64); $\chi^2 = 11.383$, $P = 0.001$], other preoperative images [96% (48/50) vs. 26.56% (17/64); $\chi^2 = 13.839$, $P = 0.000$], postoperative electrode CT [96% (48/50) vs. 32.81% (21/64); $\chi^2 = 10.409$, $P = 0.001$], electrode reconstruction [96% (48/50) vs. 32.81% (21/64); $\chi^2 = 10.409$, $P = 0.001$], postoperative CT/MRI [96% (48/50) vs. 15.63% (10/64); $\chi^2 = 22.169$, $P = 0.000$]. **Conclusions** Designing a multi-modal neuroimaging data information management system that aligns with clinical practice and reasonably setting data collection and archiving nodes can effectively improve data archiving rates, save manpower resources, ensure the complete storage of clinical data, and ensure the smooth operation of clinical tasks, and enhance clinical diagnosis and treatment levels.

【Key words】 Neurosurgery; Neuroimaging; Electronic data processing; Health workforce

This study was supported by STI 2030-Major Projects (No. 2021ZD0201605), the National Natural Science Foundation of China (No. 32271085), and the "Beijing Hospitals Authority" Ascent Plan (No. DFL20190801).

Conflicts of interest: none declared

神经影像学技术在功能神经外科的诊断与治疗中发挥至关重要的作用^[1],依据充分的术前检查和手术规划,手术医师可以精确定位病灶并进行手术干预,成为功能神经外科临床诊疗的特色。随着成像技术的发展,术前获取影像学信息的方法更加多样,融合多模态神经影像学可以更全面地了解病灶性质^[2];术中还可应用影像学三维重建技术规划手术入路^[3]或应用手术机器人更好地完成手术^[4],这其中伴随大量影像学数据的产生,众多有价值的影像学信息有待挖掘^[5]。然而现有的医院影像归档和通信系统(PACS)难以有效承接上述先进技术^[6],出现较普遍的数据失治理情况^[7]。如何对多模态神经影像学数据进行有效管理及应用是目前功能神经外科不可忽视的问题。基于此,本研究以临床数据治理(data governance)为研究方向,旨在建立一套可行的多模态神经影像学数据信息管理系统,并对比分析该系统应用前后影像学数据归档情况。

对象与方法

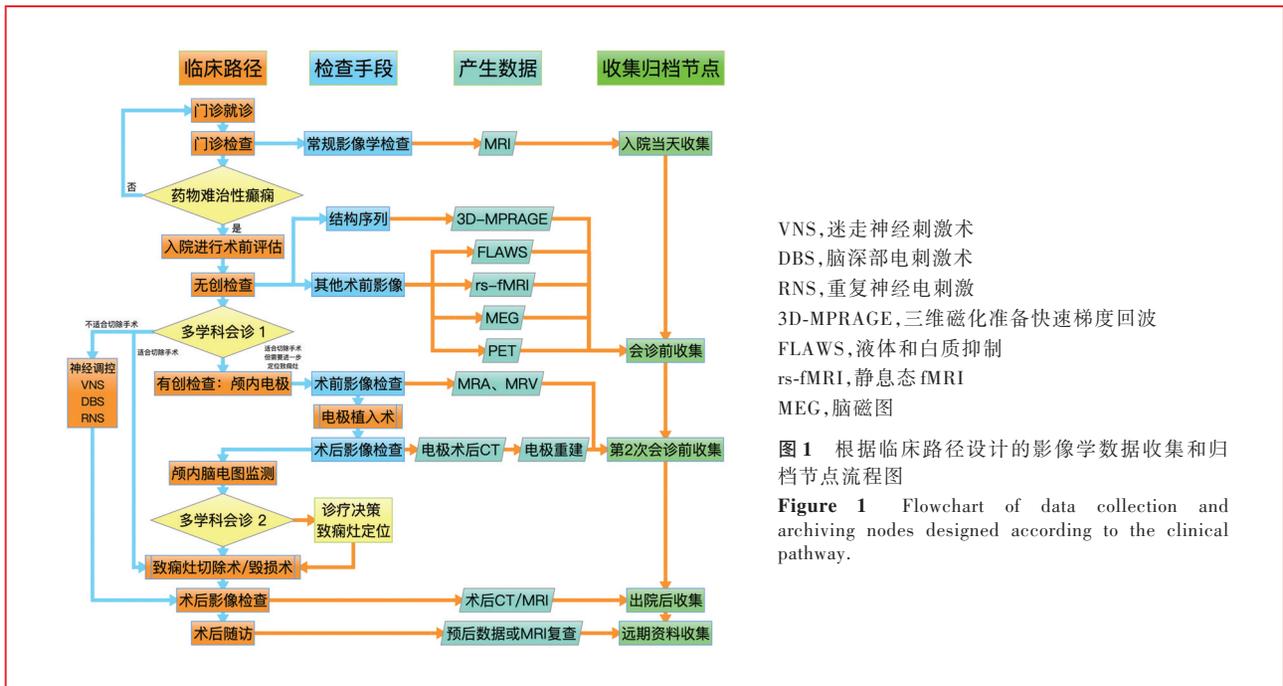
一、研究对象

本研究采用历史数据对照的分析方法,选择 2023 年 4-10 月在首都医科大学宣武医院功能神经外科住院治疗的癫痫患者的影像学数据作为研究对象(数据管理组),及 2021 年 4-10 月就诊的癫痫患者的影像学数据作为对照(对照组)。纳入标准:(1)难治性癫痫诊断参照国际抗癫痫联盟(ILAE)

2014 年发布的实用性癫痫诊断标准^[8]。(2)均行立体定向脑电图(SEEG)电极植入术。(3)影像学资料涵盖我院及外院进行的影像学检查,共 5 类数据,分别为结构序列,包括术前三维磁化准备快速梯度回波(3D-MPRAGE)序列;其他术前影像,包括液体和白质抑制(FLAWS)序列、静息态 fMRI(rs-fMRI)、脑磁图(MEG)、PET;电极术后 CT,即 SEEG 电极植入术后进行的薄层(1 mm)CT;电极重建,即根据结构序列和电极术后 CT 进行的影像学后处理,用于定位电极触点在脑组织的三维空间位置;术后 CT/MRI,即致痫灶切除术或毁损术后进行的 CT 或 MRI 扫描。(4)影像学数据为 DICOM 格式文件,电极重建为 NII 和 OBJ 格式文件。排除各种原因导致治疗终止的患者以及既往存在信息缺失的影像学数据。本研究经首都医科大学宣武医院伦理委员会审核批准(临研审[2020]079 号),所有受试者及其家属均对检查项目知情并签署知情同意书。

二、研究方法

1. 多模态神经影像学数据信息管理系统的设计与构建 主要包括对诊断与治疗流程分段、影像学数据产生节点分析及流动线路梳理、数据存储命名规则建立等步骤。(1)诊断与治疗流程的分段以明确各关键节点:参照《临床诊疗指南癫痫病分册(2023 修订版)》^[9],根据我院功能神经外科的临床路径^[10],将患者就诊流程分为门诊至入院、无创检查、第 1 次多学科会诊、有创检查、第 2 次多学科会



VNS,迷走神经刺激术
 DBS,脑深部电刺激术
 RNS,重复神经电刺激
 3D-MPRAGE,三维磁化准备快速梯度回波
 FLAWS,液体和白质抑制
 rs-fMRI,静息态fMRI
 MEG,脑磁图

图1 根据临床路径设计的影像学数据收集和归档节点流程图

Figure 1 Flowchart of data collection and archiving nodes designed according to the clinical pathway.

诊、致痫灶切除术/毁损术至出院共4个诊疗阶段和2个会诊节点,每个阶段包括不同的检查项目,产生不同的影像学数据;两次多学科会诊结果决定下一步临床路径。(2)影像学数据的产生及流动线路的梳理:由于检查项目的不同,数据产生于不同的检查系统,根据临床诊断与治疗的需求,临床医师会将部分数据从一个检查系统导入另一个检查系统,这一过程产生数据的流动,通过梳理流动线路合理设置数据的归档节点,以减少重复数据的收集过程,节约人力资源(图1)。(3)数据存储命名规则的建立:借鉴已有的脑成像数据结构(BIDS)^[11],结合临床实际,以“患者病案号+姓名”作为唯一路径名存储影像学数据,可以方便查找到该例患者的全部数据;再采用笔者自主编写的矩阵实验室(Matlab)自动化数据整理脚本对影像学数据进行整理和统计,可以减少人工操作和人工录入造成的错误^[12]。有别于单纯的数据收集和存储,本研究将多模态神经影像学数据信息管理系统进行的数据整理行为称为“归档”,整理后的数据称为“归档数据”。

2. 多模态神经影像学数据信息管理系统的应用 主要包括存储服务器搭建和人员培训等措施。(1)存储服务器的搭建:存储服务器是影像学数据管理的必备硬件基础设施,目前已有成熟的解决方案,采用群晖科技股份有限公司生产的桌面级6盘位网络存储服务器^[13],配备60TB存储空间。(2)人员的培训:每个科室指派2位专员对各节点的影像

学数据进行日常收集,另指派1位专员对术后影像学数据进行每月1次的集中收集;对于各专业的临床医师,结合其自身工作需求予以不同程度的应用培训,使其可以与数据收集专员良好对接和协作。

3. 多模态神经影像学数据信息管理系统的应用评估 以数据归档率作为主要评估指标,对比分析多模态神经影像学数据信息管理系统应用前后影像学数据的归档差异。数据归档率指存储服务器中归档的影像学数据例数占进行相应影像学检查病例数的百分比,包括术前结构序列、其他术前影像、电极术后CT、电极重建、术后CT/MRI共5类数据。同时统计两组数据归档消耗的人员数和工作时间,并计算每例病例数据归档消耗的平均人·时,作为次要评估指标,用于分析数据归档消耗的人力资源。

4. 统计分析方法 采用RStudio 2022.12.0统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用 χ^2 检验。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

对照组 2021年4-10月共64例癫痫患者行SEEG电极植入术,在未进行多模态神经影像学数据信息管理的情况下,数据由诸位临床医师进行分散管理,于2022年进行影像学数据的集中整理工作,由2位外科住院医师与临床医师逐个沟通,通过

表 1 数据管理组与对照组影像学数据归档率的比较[例(%)]

Table 1. Comparison of imaging data archiving rates between the data management group and the control group [case (%)]

组别	例数	术前结构序列	其他术前影像	电极术后 CT	电极重建	术后 CT/MRI
对照组	64	21(32.81)	17(26.56)	21(32.81)	21(32.81)	10(15.63)
数据管理组	50	50(100.00)	48(96.00)	48(96.00)	48(96.00)	48(96.00)
χ^2 值		11.383	13.839	10.409	10.409	22.169
<i>P</i> 值		0.001	0.000	0.001	0.001	0.000

U 盘、移动硬盘拷贝收集数据。2 位外科住院医师全职工作 12 个工作日(每日工作 8 小时)完成对 64 例病例的数据收集和归档,人力消耗为 192 人·时、平均 3 人·时/例。最终对照组术前结构序列、电极术后 CT、电极重建的数据归档率仅为 32.81%(21/64),其他术前影像数据归档率为 26.56%(17/64),术后 CT/MRI 数据归档率为 15.63%(10/64),未归档数据已无法找回。数据管理组 2023 年 4-10 月共 50 例癫痫患者行 SEEG 电极植入术,由 2 位外科住院医师进行日常数据收集,即随患者入院、检查即刻进行数据收集和整理,2 位外科住院医师每人每周平均工作约 1 小时;另由 1 位临床技师进行每月 1 次的上月出院病例术后 CT/MRI 数据集中收集,每月工作约为 4 小时,总人力消耗 84 人·时、平均 1.68 人·时/例,本研究前未进行专门的集中整理。最终数据整理组术前结构序列数据归档率达 100%(50/50),其他术前影像、电极术后 CT、电极重建和术后 CT/MRI 数据归档率均为 96%(48/50),未归档数据尚可继续收集。数据管理组各项影像学数据归档率均高于对照组且差异具有统计学意义($P = 0.001, 0.000, 0.001, 0.001, 0.000$;表 1)。

电极重建是影像学后处理技术的重要应用场景^[14],因为立体定向技术固有的系统误差,植入电极与术前设计路径存在偏差,必须通过植入后的影像学检查确定电极触点位置,只有明确电极触点位置,方可准确解读脑电图结果,这在功能神经外科的诊断与治疗中具有重要价值。在未进行多模态神经影像学数据信息管理的情况下,数据未能及时归档,无法在多学科会诊时展示电极确切位置,影响会诊效果;经多模态神经影像学数据信息管理后,术前结构序列数据归档率自 32.81%(21/64)提高至 100%(50/50),术后电极重建数据归档率自 32.81%(21/64)提高至 96%(48/50),电极重建结果可以通过 3D Slicer 软件(www.slicer.org)进行展示,

效果优于手术计划软件(图 2),可以准确展示每个电极触点的位置,为多学科会诊提供有力支持。术后 CT/MRI 和其他术前影像对患者术后随访、病例回顾总结、临床教学等工作具有重要意义,在未进行多模态神经影像学数据信息管理的情况下,数据归档率仅为 15.63%(10/64)和 26.56%(17/64),经多模态神经影像学数据信息管理后,数据归档率均提高至 96%(48/50)。基于完善的管理系统,多模态影像学后处理技术有了施展空间,从而为临床诊断与治疗提供更丰富、直观的视角(图 2~4)。

讨 论

本研究构建多模态神经影像学数据信息管理系统并实现很好的数据治理效果,功能神经外科因其学科特色,对多模态、高分辨率的神经影像学数据有巨大且复杂的需求,相应的数据治理工作应予以重视^[15]。本研究结果显示,多模态神经影像学数据信息管理系统应用于临床实践可以显著提高数据归档率,减少人力资源消耗,有助于多模态神经影像学数据在功能神经外科的临床诊疗中充分发挥作用,不仅保证临床数据的完备存储,还确保临床诊疗的顺畅运行。

本研究提出一套与临床诊疗路径相契合的多模态神经影像学数据信息管理系统,这是针对“如何提高信息管理系统可行性、易用性”问题的解决思路。以往的临床信息管理系统因给一线临床医师增加额外负担,常被其排斥而弃用。本研究在数据管理环节的设计上花费颇多心思,其中规范临床诊疗路径、梳理数据流动线路的过程十分重要,各医疗中心应根据自身工作习惯进行数据管理的设计,例如对于归档并不急迫的术后影像学数据,采用每月集中归档的工作模式更节省人力资源,使得系统可以在高负荷的临床工作中稳定运转^[16]。数据管理不仅涉及各科室专员,还需要一线临床医师

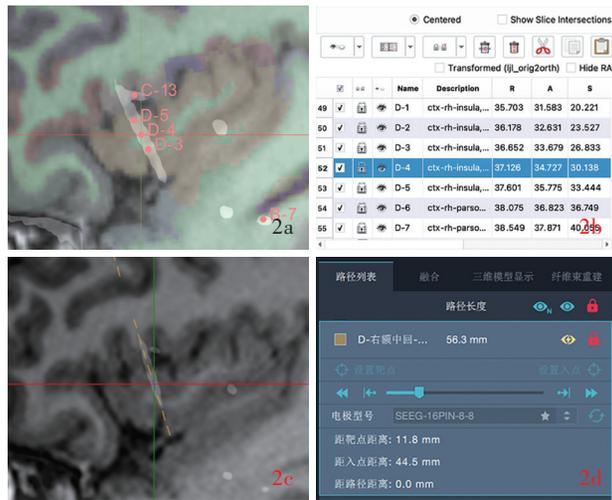


图2 基于多模态神经影像学数据信息管理系统开源影像软件(3D Slicer)与商用手术计划软件针对电极触点的展示效果对比 2a 开源影像软件可以不同颜色区分脑沟与脑回 2b 开源影像软件还可逐一展示电极触点坐标 2c,2d 商用手术计划软件仅可以滑块形式在电极植入路径上移动,但无法定位电极触点

Figure 2 Comparison of electrode contact display effects between the open-source imaging software (3D Slicer) based on the multi-modal neuroimaging data information management system and commercial surgical planning software. The open-source imaging software could not only distinguish brain gyri and sulci with different colors (Panel 2a), but also display electrode contact coordinates individually (Panel 2b). The commercial surgical planning software could only move along the electrode implantation path using a slider, but lacked the function to locate electrode contacts (Panel 2c, 2d).

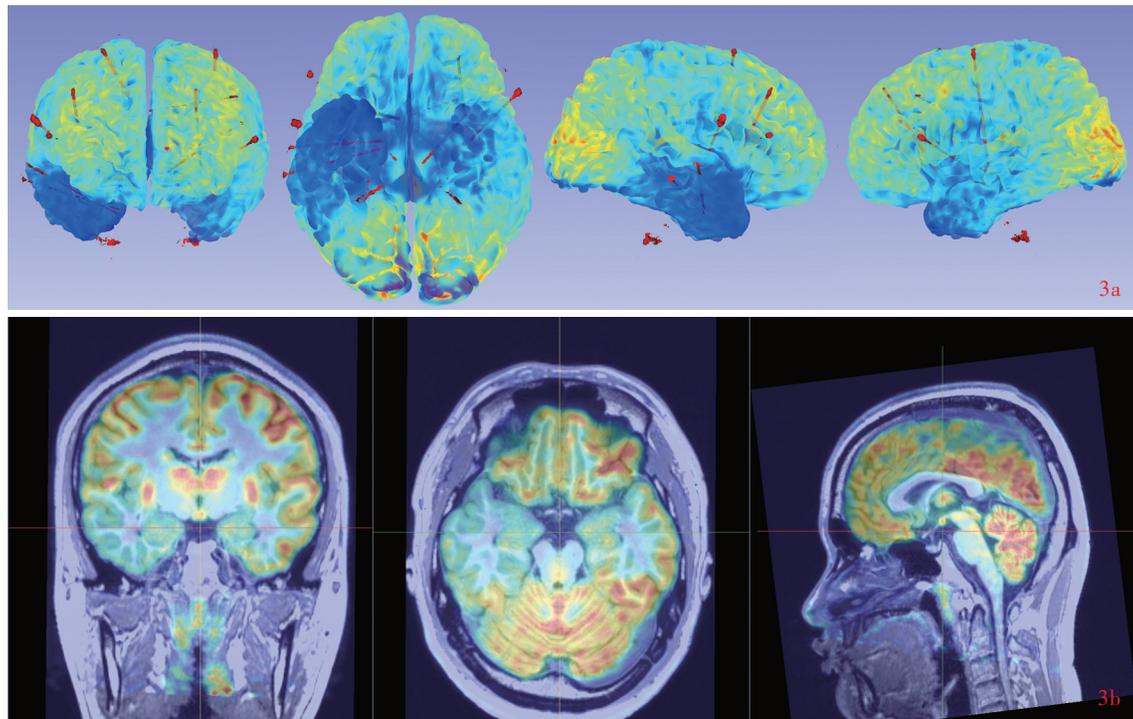


图3 三维视角与二维视角下多模态影像学展示效果对比 3a PET与结构序列融合的三维视角(从左至右分别为正面观、底面观、右侧侧面观和左侧侧面观)显示,右侧颞叶代谢降低显著且直观(蓝色区域所示) 3b PET与结构序列融合的二维视角(从左至右分别为冠状位、横断面和矢状位)显示,右侧颞叶代谢降低(蓝绿色区域所示)

Figure 3 Comparison of multi-modal imaging display effects in 3D and 2D perspectives. The 3D perspective of the fusion of PET and structural sequences (front view, bottom view, right lateral view, and left lateral view from left to right) showed the reduced metabolism in the right temporal lobe was significant and intuitive (blue areas indicate, Panel 3a). The 2D perspective of the fusion of PET and structural sequences (coronal, axial, and sagittal views from left to right) showed the reduced metabolism in the right temporal lobe (blue and green areas indicate, Panel 3b).

的配合,本研究多模态神经影像学数据信息管理系统构建经过长达1年的磨合与调整,才进入稳定运转状态。

多模态神经影像学数据信息管理系统的应用对临床数据的完备存储发挥重要作用,对提高临床诊疗质量具有重要意义,最显著的是复诊病例资料

的调阅。由于综合医院的影像学资料是面向全院各科室的,难以让既往资料始终维持在线状态^[17],通常超过2年的病例资料的调阅需申请行政调度。本研究5类影像学数据归档率均显著提高,说明通过自建专病数据存储服务器,不仅可以保存PACS系统所不支持的数据,还可以高效调阅既往早期数

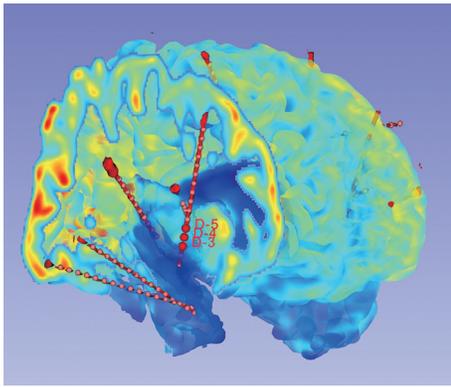


图4 三维电极重建展示图2中D-3、D-4、D-5电极触点,可以在虚拟空间中对脑结构模型进行切片,显露位于脑深部的电极触点,通过在脑结构模型上叠加PET信息以观察电极所在部位的脑组织代谢

Figure 4 3D electrode reconstruction displayed of D-3, D-4 and D-5 electrode contacts from Figure 2. In the virtual space of the software, the brain structure model could be sliced to reveal electrode contacts which located deep within the brain tissue. By overlaying PET metabolic information on the brain structure model, the metabolic status of the electrode locations could be observed.

据。功能神经外科有很多超过2年的复诊患者,这一数据管理措施可以有效解决问题^[13]。多模态神经影像学数据信息管理系统的应用还可以保障临床诊疗的顺畅运行。功能神经外科手术需要周密的术前准备,既往进行多模态影像融合、三维重建耗费一线临床医师较多时间^[18],数据处理无法赶上临床治疗进度的情况时有发生,如果无法及时展示融合后的影像学信息,临床医师只能分别查阅不同模态的影像学数据,再凭借自身记忆和想象将其融合,这是新技术在应用早期必然面临的困境,而目前的PACS系统又无法解决这些问题。本研究多模态神经影像学数据信息管理系统通过数据的优化管理、集中处理、自动化处理,显著提高电极重建数据归档率,表明会诊前均可完成电极重建,会诊中即可充分展示多种模态影像学信息,让临床医师更全面地了解病例资料,做出更准确的判断,进而提高诊断与治疗效果^[7]。对于较复杂的手术,术中还需参考术前影像学资料,多模态影像融合、三维重建等技术,可以为手术医师提供直观视角^[19],而有效的数据管理则是保障这些临床业务顺畅运行的基础。自动化的数据处理技术为一线临床医师节省时间、减轻工作负担,可以更好地服务患者,这也是该系统获得一线临床医师支持与配合的重要原因。此外,多模态神经影像学数据信息管理系统还可以服务科研,未来通过该系统收集并归档的数据将形成具有一定规模的数据库,可以批量导出,使一线临床医师无需再进行重复的数据收集^[20]。基于此,还可以开展临床数据挖掘^[21]的科研项目,对接人工智能(AI)等新兴技术^[22],实现数据的有效利用,提高医疗科研质量。

综上所述,多模态神经影像学数据信息管理系

统可以与功能神经外科的临床诊疗路径相契合,稳定运转,有效保障临床数据的完备存储和临床诊疗的顺畅运行,促进多模态神经影像学新技术充分发挥作用。然而,本研究尚存局限性,目前系统的数据库后处理技术尚未覆盖全部影像学检查项目,仍存很多有待开发的部分^[23];该系统对临床和科研工作的促进作用还存在很多不易量化的成分,未来在归档数据达到一定规模后将引入科研绩效评价体系,以定量评估多模态神经影像学数据信息管理系统对科研的促进作用。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Lapalme-Remis S, Nguyen DK. Neuroimaging of epilepsy [J]. Continuum (Minneapolis), 2022, 28:306-338.
- [2] Duncan JS, Trimmel K. Advanced neuroimaging techniques in epilepsy [J]. Curr Opin Neurol, 2022, 35:189-195.
- [3] Ma LT, Zhang WW, Mei JM, Niu CS. Application of multi-modal image fusion three-dimensional reconstruction technology in operation of meningioma in the central area of the brain [J]. Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi, 2022, 22:187-194. [马龙涛, 张伟文, 梅加明, 牛朝诗. 多模态影像融合三维重建技术在颅内中央区脑膜瘤手术中的应用 [J]. 中国现代神经疾病杂志, 2022, 22:187-194.]
- [4] Gong R, Bickel S, Tostaeva G, Lado FA, Metha AD, Kuzniecky RI, Bonilha LF, Gleichgerricht EL. Optimizing surgical planning for epilepsy patients with multimodal neuroimaging and neurophysiology integration: a case study [J]. J Clin Neurophysiol, 2024, 41:317-321.
- [5] Wu JL, Han JD. Medical artificial intelligence: driven by the fusion of knowledge-guided and data-mining methodologies [J]. Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi, 2023, 23:1-4. [巫嘉陵, 韩建达. 医疗人工智能: 知识引导与数据挖掘联合驱动 [J]. 中国现代神经疾病杂志, 2023, 23:1-4.]
- [6] Tshalibe P, Adrigwe J, Lucas S. Clinicians' perspective of picture archiving and communication systems at Charlotte Maxeke Johannesburg Academic Hospital [J]. SA J Radiol, 2023, 27:2578.
- [7] Mandel M, Li Y, Figueiredo EG, Teixeira MJ, Steinberg GK. Presurgical planning with open - source horos software for

- superficial brain arteriovenous malformations [J]. World Neurosurg, 2022, 157:3-12.
- [8] Fisher RS, Acevedo C, Arzimanoglou A, Bogacz A, Cross JH, Elger CE, Engel J Jr, Forsgren L, French JA, Glynn M, Hesdorffer DC, Lee BI, Mathern GW, Moshé SL, Perucca E, Scheffer IE, Tomson T, Watanabe M, Wiebe S. ILAE official report: a practical clinical definition of epilepsy [J]. Epilepsia, 2014, 55:475-482.
- [9] China Association Against Epilepsy. Clinical guidelines for epilepsy (2023 revision) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2023: 61-73. [中国抗癫痫协会. 临床诊疗指南 癫痫病学分册(2023 修订版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023: 61-73.]
- [10] Hao G, Yan H, Wang X, Gao R, Xue Y, Zhang X, Ni D, Shu W, Qiao L, He L, Yu T. The role of magnetoencephalography in preoperative localization and postoperative outcome prediction in patients with posterior cortical epilepsy [J]. CNS Neurosci Ther, 2024, 30:e14602.
- [11] Vanden Bulcke C, Wynen M, Detobel J, La Rosa F, Absinta M, Dricot L, Macq B, Bach Cuadra M, Maggi P. BMAT: an open-source BIDS managing and analysis tool [J]. Neuroimage Clin, 2022, 36:103252.
- [12] Bao S, Boyd BD, Kanakaraj P, Ramadass K, Meyer FAC, Liu Y, Duett WE, Huo Y, Lyu I, Zald DH, Smith SA, Rogers BP, Landman BA. Integrating the bids neuroimaging data format and workflow optimization for large-scale medical image analysis [J]. J Digit Imaging, 2022, 35:1576-1589.
- [13] Costanza D, Coluccia P, Castiello E, Greco A, Meomartino L. Description of a low-cost picture archiving and communication system based on network - attached storage [J]. Vet Radiol Ultrasound, 2022, 63:249-253.
- [14] Pérez Hinestroza J, Mazo C, Trujillo M, Herrera A. MRI and CT fusion in stereotactic electroencephalography (SEEG) [J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13:3420.
- [15] Eke DO, Bernard A, Bjaalie JG, Chavarriaga R, Hanakawa T, Hannan AJ, Hill SL, Martone ME, McMahon A, Ruebel O, Crook S, Thiels E, Pestilli F. International data governance for neuroscience [J]. Neuron, 2022, 110:600-612.
- [16] Dhudasia MB, Grundmeier RW, Mukhopadhyay S. Essentials of data management: an overview [J]. Pediatr Res, 2023, 93:2-3.
- [17] Behnam F, Khajouei R, Ahmadian L. The retention duration of digital images in picture archiving and communication systems [J]. Heliyon, 2024, 10:e27847.
- [18] Liu Q, Wang J, Wang C, Wei F, Zhang C, Wei H, Ye X, Xu J. FreeSurfer and 3D slicer-assisted seeg implantation for drug-resistant epilepsy [J]. Front Neurobot, 2022, 16:848746.
- [19] Shi H, Li Y, Wang Y, Guo W, Zhang K, Du Y, Shi H, Qian T. The preoperative evaluation value of 3D-slicer program before microsurgical vascular decompression in patients with hemifacial spasm [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2022, 217:107241.
- [20] Subash P, Gray A, Boswell M, Cohen SL, Garner R, Salehi S, Fisher C, Hobel S, Ghosh S, Halchenko Y, Dichter B, Poldrack RA, Markiewicz C, Hermes D, Delorme A, Makeig S, Behan B, Sparks A, Arnott SR, Wang Z, Magnotti J, Beauchamp MS, Pouratian N, Toga AW, Duncan D. A comparison of neuroelectrophysiology databases [J]. Sci Data, 2023, 10:719.
- [21] Mandal PK, Jindal K, Maroon JC, Chhikara R, Samkaria A, Joshi M, Roy S, Arora Y. Brain imaging databases [J]. ACS Chem Neurosci, 2023, 14:1930-1934.
- [22] Lucas A, Revell A, Davis KA. Artificial intelligence in epilepsy: applications and pathways to the clinic [J]. Nat Rev Neurol, 2024, 20:319-336.
- [23] Sone D. Making the invisible visible: advanced neuroimaging techniques in focal epilepsy [J]. Front Neurosci, 2021, 15:699176.

(收稿日期:2024-06-06)

(本文编辑:彭一帆)

《中国现代神经疾病杂志》2024 年广告征订启事

《中国现代神经疾病杂志》(ISSN 1672-6731, CN 12-1363/R)是国家卫生健康委员会主管,中国医师协会、天津市科学技术协会、天津市神经科学学会、天津市环湖医院主办的神经病学专业学术期刊。月刊,国内外公开发行。目前本刊已入编北京大学图书馆《中文核心期刊要目总览》2017 年版(即第 8 版)、2020 年版(即第 9 版)和 2023 年版(即第 10 版)的核心期刊,中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)和 RCCSE 中国核心学术期刊,并已被 WJCI(2020、2021 和 2022 科技版)、EMBASE/SCOPUS、DOAJ、EBSCOhost、JSTChina 等国际知名检索机构收录。

本刊订阅用户遍及全国各级医疗单位、高等医学院校、各级医学院校图书馆、科研单位和个人。为加强本刊与神经内外科医学科研、医药、医疗器械行业的合作,共同宣传推广新药、新器械和新技术,促进互惠双赢,现诚邀广告合作方。现将刊登广告注意事项告知:

1. 严格遵守《中华人民共和国广告法》,刊登广告单位必须经国家级或所在省级食品药品监督管理局审核批准,并在广告发布地的省级医疗药品和医疗器械行政监督管理部门备案。

2. 刊登广告单位必须附有国家食品药品监督管理局核发的《药品广告审查表》和《医疗器械广告审查表》。广告内容应与医疗药品和医疗器械广告批准文号同时发布。广告审查批准文号有效期 1 年。

3. 广告文字简洁,图片清晰、规范、必须以大 16 开本为基准进行设计,广告图稿原图或资料请于广告发布前 1 个月发送至编辑部邮箱(xdsjbjzz@263.net.cn)。

4. 凡刊登广告者,须与编辑部提前签订广告发布合同,根据合同具体内容执行。

联系地址:天津市津南区吉兆路 6 号天津市环湖医院 C 座二楼。邮政编码:300350。联系人:陈雪。联系电话:(022) 59065612。Email:xdsjbjzz@263.net.cn。