

# 我国脑肿瘤专病人脑组织资源库建设意义及进展

王军成 赵岳阳 马东明

**【摘要】** 脑肿瘤尤其是恶性脑肿瘤的治疗已进入瓶颈期,传统分子生物学、细胞及动物实验在脑肿瘤治疗上再难有重大突破,研究热点重新转向人脑组织解剖学及病理学研究。但可供研究的人脑组织极其缺乏,鼓励脑肿瘤患者进行器官捐献、建立标准的脑肿瘤专病人脑组织资源库(简称脑库)对脑肿瘤治疗、脑科学研究具有重要意义。我国的脑库建设起步较晚,规模较小,发展仍相对缓慢,本文借鉴他国脑库建设经验,为我国脑库及脑肿瘤专病脑库建设及完善提供指导。

**【关键词】** 脑肿瘤; 神经病理学; 尸体解剖; 人脑组织资源库(非 MeSH 词); 综述

## Significance and progress of the construction of human brain bank for the patients of brain tumors in China

WANG Jun-cheng<sup>1</sup>, ZHAO Yue-yang<sup>2</sup>, MA Dong-ming<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Neurosurgery, <sup>2</sup>Department of Oncology, People's Hospital of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan 750001, Ningxia, China

Corresponding author: MA Dong-ming (Email: Madongming0506@163.com)

**【Abstract】** The treatment of brain tumors, especially the malignant brain tumors, has entered in the bottleneck period at present. It is difficult for traditional molecular biology, cell and animal experiments to make a major breakthrough in the treatment of brain tumors, so researchers have turned their attention to the anatomy and pathology of human whole brain tissue. However, the human whole brain tissue which is available for research is extremely deficient. It is of great significance to encourage brain tumors patients to donate organs and establish a standard human brain tissue resource bank of brain tumors (shortened to brain bank) for the research of brain science and providing new treatment ideas for brain tumors, while the construction of brain bank in China started late, with a relatively small scale and relatively slow development. This paper intends to provide guidance for the construction and improvement of brain bank and specific brain tumors related brain bank in China by drawing on the relevant experience of the construction of brain bank in other countries.

**【Key words】** Brain neoplasms; Neuropathology; Autopsy; Human brain bank (not in MeSH); Review

This study was supported by Ningxia Hui Autonomous Region Natural Science Foundation (No. 2021AAC03313), Scientific Research Foundation of Ningxia Medical University (No. XM2020087), Pre-experiment Project of National Natural Science Foundation of People's Hospital of Ningxia Hui Autonomous Region (No. 2021GZRYSY017), and The Sixth Batch of Young Scientists and Technological Talents Promotion Project in Ningxia Hui Autonomous Region in 2021.

**Conflicts of interest:** none declared

我国脑肿瘤病例数逐年增加,严重危害民众健

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2022.07.014

基金项目:宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(项目编号:2021AAC03313);宁夏医科大学科学研究项目(项目编号:XM2020087);宁夏回族自治区人民医院国家自然科学基金预实验项目(项目编号:2021GZRYSY017);2021年第六批宁夏回族自治区青年科技人才托举工程

作者单位:750001 银川,宁夏回族自治区人民医院神经外科(王军成、马东明),肿瘤科(赵岳阳)

通讯作者:马东明,Email:Madongming0506@163.com

康,并造成社会沉重负担。虽然目前的医疗技术和方法发展迅速,但临床对恶性脑肿瘤的发生发展机制及治疗方法并未取得突破性进展,使得研究者们将目光重新投向疾病研究的基石——尸体解剖。对人体组织器官的深入研究是医学进步的窗口,建立人脑组织资源库(以下简称脑库),广泛收集健康人群和脑肿瘤患者全脑组织,以为探究脑肿瘤的发生发展机制和治疗策略提供更全面的信息。然而,目前我国脑库建设及发展仍相对缓慢,脑肿瘤专病

脑库的建设经验更是少之又少。本文通过分析我国脑肿瘤的治疗现状、借鉴他国脑库的建设经验,以为我国脑库及脑肿瘤专病脑库的建设及完善提供指导。

### 一、脑肿瘤的神经外科治疗

随着工业化、城镇化不断推进和人口老龄化进程加快,脑肿瘤已成为危害人类健康的主要疾病之一<sup>[1]</sup>。2022 年国家癌症中心最新发布的数据显示,2015 年我国新发脑肿瘤 10.6 万例,死亡 5.63 万例;2016 年新发 10.9 万例,死亡 5.9 万例;发病率和病死率逐年增加且均高于世界平均水平<sup>[2-3]</sup>。其中,14 岁以下儿童脑肿瘤成为最常见的实体肿瘤,占儿童恶性肿瘤第 2 位,仅次于白血病<sup>[4]</sup>;超过 2/3 的成人脑肿瘤诊断为胶质母细胞瘤,尽管给予手术、放化疗、免疫治疗等综合治疗,中位生存期仍不足 2 年,5 年生存率不足 7%<sup>[5-6]</sup>。此外,某些脑肿瘤患儿尤其是伴认知功能障碍和内分泌功能障碍的患儿,即使侥幸生存至成年,手术、放化疗等长期的医疗干预也给个人、家庭、社会带来沉重心理和经济负担<sup>[7-8]</sup>。既往 15 年间,随着科技的不断进步,肿瘤模型制备、药理学、药物研发、神经病理学、神经外科学、神经影像学、放射治疗学等学科飞速发展,临床对脑肿瘤的理解有了革命性进展,尤其是基因组学、神经生物学、分子生物学的兴起,为脑肿瘤的诊断带来新的突破<sup>[9]</sup>;同时亦出现免疫治疗、肿瘤电场治疗(TTFields)等新方法<sup>[10-11]</sup>。但大多数儿童和成人脑肿瘤治疗的“春天”并未到来,主要原因是,肿瘤生物学特性复杂,尤其是恶性脑肿瘤的侵袭性特点,使肿瘤无法完全切除<sup>[12]</sup>;血-脑屏障的存在使化疗药物无法充分进入脑组织<sup>[13]</sup>;大脑独特的发育、表观遗传学和微环境特征使脑肿瘤对传统和新的治疗方法极易产生耐药性<sup>[14]</sup>;大多数恶性脑肿瘤治疗的动物实验和临床试验均证实无效<sup>[9]</sup>。脑肿瘤的治疗陷入僵局,各种治疗方法的研究也遭遇瓶颈,此时,脑组织病理学研究再次引起研究者的关注,但可供研究的人脑组织极其匮乏,亟待相应的措施或政策克服这一难题。

### 二、器官捐献及脑肿瘤专病脑库建设的意义

对因疾病死亡的患者遗体进行特定组织或器官解剖可以发现人类迄今尚未掌握的治疗方法,是促进医学和医疗技术进步的基石,对疾病治疗研究具有不可估量的价值<sup>[15-17]</sup>。然而随着神经影像学诊断技术的飞速发展,临床医师对尸检病理学诊断的

重视度越来越小,导致尸检率较低;加之个人、家庭及社会风序良俗等原因导致组织和器官的来源极其有限。

1986 年建立的美国国际医学促进研究所(IIAM)作为全球最大的非移植性器官/组织研究供应机构之一,一直为医学科学界和医学工程界科研人员提供高质量的健康和病理组织标本,将器官捐献与医学及其他相关科学研究紧密相连。表明器官捐献可以跨越时空、种族,得到不同国家和地区法律的认可,满足不同医学科研人员的需求,通过对人体组织或器官的解剖学研究,不仅可以积累疾病预防与治疗的宝贵经验,而且避免动物实验的风险,节省人力、物力及时间成本<sup>[18-19]</sup>。目前,国内外已通过志愿捐献途径建立多个标准脑库,使脑肿瘤特别是胶质瘤的治疗取得一定进展,但其局限性也很明显<sup>[20-22]</sup>;绝大多数库存肿瘤组织是完整肿瘤的一部分,理论上仅可代表部分疾病;无法通过手术途径获得正常人脑组织样本,更难以获得完整的正常人脑组织进行研究,故缺乏肿瘤组织与正常人脑组织的对照研究<sup>[23-24]</sup>。加之基于动物模型研发的脑病相关治疗药物大多以失败告终,因此仅通过动物模型或局部人脑组织标本开展研究是远远不够的,纵观整个脑科学研究历史,脑科学家主要是在对全脑组织的直接观察中获益,故脑科学家发起“大脑捐赠计划”,通过志愿捐献途径建立脑库,用于神经精神病学研究,从而为神经精神疾病的诊断与治疗提供重要线索<sup>[24-27]</sup>。脑肿瘤专病脑库可以为脑肿瘤的预防、诊断与治疗提供新的思路,对提高脑肿瘤治愈率具有重要意义。

### 三、脑肿瘤专病脑库的主要工作

脑肿瘤专病脑库主要通过接受、贮存各类型脑肿瘤患者及健康志愿者捐献的大脑,并对脑肿瘤进行确诊和分类,继而向科学家提供研究所用人脑组织标本,最终探寻到脑肿瘤预防与治疗方法的策略。脑库建设必须符合国家和地方法律、法规,符合道德伦理原则;脑库建设、运行、管理、科学研究等标准也应符合国际、国内关于使用人体材料进行科学和教学研究的法律标准和道德伦理原则<sup>[28-29]</sup>。在此基础上,脑库主要工作包括<sup>[20,24,30-33]</sup>:(1)宣传劝捐。大力宣教、募集志愿捐献者,签订捐献大脑的知情同意书。(2)收集脑组织标本。建立专门的标本收集执行团队,加强与医疗机构、尸检机构、殡仪馆、解剖/病理实验室的合作,捐献者死亡后以最短

时间取出大脑,遵循国际规范对脑组织进行加工、运输、保存。(3)信息管理。对脑肿瘤捐献者建立完善的肿瘤组织库、病案信息库和影像学图库;对健康志愿者建立完整的健康档案库。(4)样本申请。建立完善的脑组织申请制度,由专门的学术委员会及伦理审查委员会严格审查,明确脑组织标本相关研究成果及知识产权归属。(5)网络化共享。加强与其他国家或地区各脑库之间的合作,进行脑库数据的共享。

#### 四、国外脑库建设现状

目前,许多发达国家已相继建成颇具规模的脑库,并配有相对完善的脑组织捐献程序及法律法规,此外,许多发达国家内部以及国家之间还建立脑库协作工作网络,统一标准、资源共享,为各国脑科学家进行研究提供便利<sup>[34-36]</sup>。1985年,荷兰神经科学家 Dick Swaab 教授及其同事共同建立荷兰人脑库(Netherlands Brain Bank),主要进行神经系统变性疾病、认知功能障碍及精神疾病的研究;截至2019年,该脑库已收集4400余例脑组织标本,包括1200余例无神经精神疾病的正常脑组织标本,并向全球700余个科研项目提供脑库数据,产出相关科研成果1700余篇,在神经科学领域享有盛誉<sup>[35,37]</sup>。20世纪90年代,墨尔本精神病脑库(Melbourne Psychiatric Brain Bank)及新南威尔士组织资源中心(New South Wales Tissue Resource Centre)在澳大利亚建成,前者主要致力于精神病的病理生理学机制研究,后者最初基于酒精性脑病的研究,后来逐渐研究精神分裂症、抑郁症和双相情感障碍等精神病;近年来,该脑库对健康人群发起“大脑捐赠计划”,目前已有超过2000名健康志愿者进行志愿捐献登记<sup>[38-40]</sup>。2004-2009年,欧盟发起“欧洲大脑网络计划”,荷兰人脑库、皇后广场脑库(Queen Square Brain Bank)等欧洲19个脑库共同参与其中,旨在推动高质量的脑库建设,建立脑组织标本处理及其质量控制和利用的“金标准”,并为脑库建设人员提供相关培训及技术支持,推动中枢神经系统疾病的研究进展<sup>[41-42]</sup>。截至2022年,美国已建成具有全球统一标准且具有一定规模的81个脑库,主要包括美国国家心理健康研究所(NIMH)的脑组织收藏中心(HBCC)、哈佛脑组织资源中心(Harvard Brain Tissue Resource Center)、西奈山美国国立卫生研究院脑组织库(Mount Sinai National Institutes of Health Brain and Tissue Repository)、国家神经疾病

及卒中研究所(National Institute of Neurological Disorders and Stroke)、哥伦比亚大学纽约脑库/陶布研究所(New York Brain Bank of Columbia University/Taub Institute)、退伍军人事务部生物储备脑库(Department of Veterans Affairs Biorepository Brain Bank)等。其中,哈佛脑组织资源中心是目前全球容量最大的脑库,建设有全国性脑组织收集网络,以期收集高质量的脑组织标本,并致力于全球脑组织资源及相关数据共享,至2011年,该中心已收集超过8000例脑组织标本,平均每年接收300余例新捐献标本<sup>[43]</sup>。哥伦比亚大学纽约脑库/陶布研究所则采取新型管理办法:通过对有限的脑组织进行样品加工,充分增加脑组织利用率,使其满足更广泛的科研需求;此外,所有脑组织标本均进行电子编码,在冷冻室增加软件跟踪系统,极大地保障脑组织标本的储存,提高检索效率;目前该脑库已存储超过15万份特定的脑组织标本,平均每月向全球神经科学家提供样品超过500份<sup>[44]</sup>。2003年,巴西建立老龄化脑库,21个月内共收集非痴呆捐献者及罹患不同程度痴呆捐献者的脑组织标本1602例,致力于老龄化相关神经系统变性疾病的研究<sup>[45]</sup>;2008年,巴西在该脑库的基础上又建立精神病脑库,致力于精神病的研究,20个月内共收集全脑组织标本36例,并且对其中14例(3例双相情感障碍、4例重度抑郁障碍、1例物质使用障碍、1例未特定情绪障碍、3例强迫幻想症、1例强迫症、1例精神分裂症)给出详细的尸检报告<sup>[46]</sup>。此外,其他国家和地区如日本、韩国、法国、意大利、挪威等也着手脑库建设,截至2022年,全球共建成144个具有全球统一标准且颇具规模的脑库(<https://www.alzforum.org/brain-banks>)。但迄今尚未见脑肿瘤专病脑库的建设内容,相信随着捐献数量的增多,脑库建设会从现在的广义脑库更加细化为针对某种脑疾病的狭义脑库或专病脑库。

#### 五、我国脑库建设的挑战与机遇

我国的脑库建设起步较晚,安徽医科大学周江宁教授受其导师 Dick Swaab 教授的启发,其团队于2002年建立国内首个脑库<sup>[47]</sup>。2012年,浙江大学段树明教授团队与浙江省数家神经精神疾病研究单位共同建成中国人脑库,并于2019年入选国家科技部国家科技资源共享服务平台,命名为“国家健康和疾病人脑组织资源库”,业已收集、存贮300余例经快速尸检获得的全脑组织样,并向国内60余个省

级及以上科研项目提供 4800 余份研究样本, 目前已有 116 例捐献志愿者登记在册 (<http://zjubrainbank.zju.edu.cn/>)<sup>[24-25]</sup>。

2012 年底, 中国医学科学院北京协和医学院依托中国医学科学院基础医学研究所(以下简称医科院基础所), 在北京协和医学院遗体志愿捐献接受站的基础上设置专用于人脑组织保存和研究的公益性机构, 并启动脑库建设项目, 正式成立中国医学科学院北京协和医学院人脑组织资源库(以下简称协和脑库, <http://anatomy.sbm.pumc.edu.cn/brainbank>), 将人脑收集与遗体捐献相结合, 近年的脑组织样本量迅速增长<sup>[47]</sup>。2014 年, 协和脑库与中南大学湘雅医学院等国内外多所医学院校和科研机构联合举办首届“中国人脑组织库建设国际研讨会”, 会议期间来自医科院基础所、北京协和医院、浙江大学医学院、首都医科大学、北京大学医学院、中南大学湘雅医学院、河北医科大学等的专家代表共同商议筹备成立“中国人脑组织库协作联盟”, 并拟定第 1 版《中国人脑组织库标准化操作方案(草案)》, 此后联盟多次举办会议对脑库建设及人脑研究进行深度探讨。自 2014 年开始, 协和脑库为国内 25 所医学院校和科研机构提供 4000 余例次脑组织样本, 发表数十篇人脑研究及脑疾病相关论文, 有力地支持了我国的脑科学研究。2019 年, 协和脑库入选国家科技部国家科技资源共享服务平台, 命名为“国家发育和功能人脑组织资源库”, 目前已接收并存储 270 余例全脑组织样本。

2015 年, 河北医科大学建立河北省首个脑库 (<https://www.hebmu.edu.cn/a/2015/12/18/201512181611125138.html>), 并配有专业的实验场地、仪器设备、信息化管理系统, 其标本收集范围涵盖 11 个地级市, 目前登记在册的遗体捐献意向者 1000 余人, 为脑组织的收集提供储备<sup>[48]</sup>。2018 年底, 复旦大学建立上海全脑库, 截至 2019 年 3 月共收集 48 例全脑组织样本, 计划未来 10 年收集成人全脑组织样本 300 例<sup>[49]</sup>。

我国脑库建设起步较晚, 规模较小, 严重滞后于发达国家, 由于脑库建设人才的短缺以及大脑捐献率极低, 目前尚无真正具有国际标准和国际竞争力的脑库。造成这种困境的原因主要有<sup>[50-53]</sup>: (1) 公民获知大脑捐赠知识及捐赠途径较少。不知自身是否适合捐赠, 不知往哪里捐、如何捐。(2) 传统价值观束缚。长期受儒家思想“身体发肤, 受之父母,

不敢毁伤”、“死要全尸”等的影响, 普通民众不愿进行器官及遗体捐献。(3) 社会制度不完善。相关法律法规不健全、缺乏完善高效便捷的人性化服务、社会保障制度不完善。(4) 个别器官接收机构信誉较低。2021 年, 国家科技部科技创新 2030“脑科学与类脑研究”重大项目的启动标志着我国“脑计划”的正式开展<sup>[28]</sup>, 脑库建设将迎来重大机遇。随着我国国民教育、文化素养、人文关怀、科学精神等的整体进步和提高, 大脑捐献者及脑库专业建设人才也将越来越多, 共同助力于我国脑科学的发展<sup>[54-55]</sup>。

21 世纪是神经科学时代<sup>[56]</sup>, 而神经科学的发展离不开神经解剖学与神经病理学的进步。脑肿瘤专病脑库建设将为神经科学的进一步发展及疾病的攻克奠定重要基础, 为推动人脑解剖结构与功能、发育、老化研究以及探究脑肿瘤的发病机制、发展进程、治疗方法等发挥重要作用。我国脑库建设起步较晚, 尤其是专病脑库建设尚未见诸报道, 未来发展仍面临多重挑战。基于目前我国脑库建设与发达国家存在的差距, 应尽快培训专业的脑库从业人员, 在“脑科学与类脑研究”计划的支持下, 争取早日建成具有国际标准和国际影响力的脑肿瘤专病脑库, 为攻克脑肿瘤作出贡献。

利益冲突 无

## 参 考 文 献

- [1] Miller KD, Ostrom QT, Kruchko C, Patil N, Tihan T, Cioffi G, Fuchs HE, Waite KA, Jemal A, Siegel RL, Barnholtz-Sloan JS. Brain and other central nervous system tumor statistics, 2021 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71:381-406.
- [2] Zheng RS, Zhang SW, Zeng HM, Wang SM, Sun KX, Chen R, Li L, Wei WQ, He J. Cancer incidence and mortality in China, 2016[J]. *J Natl Canc Cent*, 2022, 2:1-9.
- [3] Han RQ, Zhou JY, Zhang SW, Zeng HM, Wang SM, Chen R, Wei WQ, He J. Incidence and mortality of brain tumor in China, 2015[J]. *Zhongguo Zhong Liu*, 2021, 30:29-34.[韩仁强, 周金意, 张思维, 曾红梅, 王少明, 陈茹, 魏文强, 赫捷. 2015 年中国脑瘤发病与死亡分析[J]. *中国肿瘤*, 2021, 30:29-34.]
- [4] Mei F, Qiu RW, Mai YY, Chen SX, Liu SJ, Min XD, Yin ZH, Bao Y, Qi ST. History, status and prospect of pediatric brain tumors[J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2020, 20:258-262.[梅芬, 邱若薇, 麦益颖, 陈舒娴, 刘思洁, 闵旭东, 尹铸豪, 包赞, 漆松涛. 儿童脑肿瘤治疗历史、现状及展望[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2020, 20:258-262.]
- [5] Kang JH, Desjardins A. Convection-enhanced delivery for high-grade glioma[J]. *Neurooncol Pract*, 2021, 9:24-34.
- [6] Reddy S, Tatiparti K, Sau S, Iyer AK. Recent advances in nano delivery systems for blood-brain barrier (BBB) penetration and targeting of brain tumors[J]. *Drug Discov Today*, 2021, 26:1944-1952.
- [7] Michalski JM, Janss AJ, Vezina LG, Smith KS, Billups CA, Burger PC, Embry LM, Cullen PL, Hardy KK, Pomeroy SL, Bass JK, Perkins SM, Merchant TE, Colte PD, Fitzgerald TJ,

- Booth TN, Cherlow JM, Muraszko KM, Hadley J, Kumar R, Han Y, Tarbell NJ, Fouladi M, Pollack IF, Packer RJ, Li Y, Gajjar A, Northcott PA. Children's oncology group phase III trial of reduced - dose and reduced - volume radiotherapy with chemotherapy for newly diagnosed average-risk medulloblastoma [J]. *J Clin Oncol*, 2021, 39:2685-2697.
- [8] Chemaitilly W, Armstrong GT, Gajjar A, Hudson MM. Hypothalamic - pituitary axis dysfunction in survivors of childhood CNS tumors: importance of systematic follow-up and early endocrine consultation [J]. *J Clin Oncol*, 2016, 34:4315-4319.
- [9] Aldape K, Brindle KM, Chesler L, Chopra R, Gajjar A, Gilbert MR, Gottardo N, Gutmann DH, Hargrave D, Holland EC, Jones DTW, Joyce JA, Kearns P, Kieran MW, Mellinghoff IK, Merchant M, Pfister SM, Pollard SM, Ramaswamy V, Rich JN, Robinson GW, Rowitch DH, Sampson JH, Taylor MD, Workman P, Gilbertson RJ. Challenges to curing primary brain tumours [J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2019, 16:509-520.
- [10] Alghamri MS, McClellan BL, Avvari RP, Thalla R, Carney S, Hartlage CS, Haase S, Ventosa M, Taher A, Kamran N, Zhang L, Faisal SM, Núñez FJ, Garcia-Fabiani MB, Al-Holou WN, Orringer D, Hervey - Jumper S, Heth J, Patil PG, Eddy K, Merajver SD, Ulintz PJ, Welch J, Gao C, Liu J, Núñez G, Hambarzumyan D, Lowenstein PR, Castro MG. G - CSF secreted by mutant IDH1 glioma stem cells abolishes myeloid cell immunosuppression and enhances the efficacy of immunotherapy [J]. *Sci Adv*, 2021, 7:eabh3243.
- [11] Branter J, Estevez-Cabrero M, Diksin M, Griffin M, Castellanos-Urbe M, May S, Rahman R, Grundy R, Basu S, Smith S. Genome-wide expression and anti-proliferative effects of electric field therapy on pediatric and adult brain tumors [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23:1982.
- [12] Tamai S, Ichinose T, Tsutsui T, Tanaka S, Garaeva F, Sabit H, Nakada M. Tumor microenvironment in glioma invasion [J]. *Brain Sci*, 2022, 12:505.
- [13] Pereira ELR, Feio DCA, Tavares JPL, Morikawa NM, Deus DF, Vital CG, Tavares ER, Maranhão RC. Uptake of lipid core nanoparticles by fragments of tissues collected during cerebral tumor excision surgeries: hypotheses for use in drug targeting therapy [J]. *J Neurooncol*, 2022, 158:413-421.
- [14] Ketchen SE, Gamboa - Esteves FO, Lawler SE, Nowicki MO, Rohwedder A, Knipp S, Prior S, Short SC, Ladbury JE, Brüning-Richardson A. Drug resistance in glioma cells induced by a mesenchymal - amoeboid migratory switch [J]. *Biomedicines*, 2021, 10:9.
- [15] Skowronski G, Ramnani A, Walton-Sonda D, Forlini C, O'Leary MJ, O'Reilly L, Sheahan L, Stewart C, Kerridge I. A scoping review of the perceptions of death in the context of organ donation and transplantation [J]. *BMC Med Ethics*, 2021, 22:167.
- [16] Horn F. Evolution and medicine: the central role of anatomy [J]. *Ann Anat*, 2022, 239:151809.
- [17] Tubbs RS. Anatomy, the eye of medicine [J]. *Clin Anat*, 2021, 34:821.
- [18] Baldasare D. Linking organ donors and the medical/scientific research community: a US perspective [J]. *Cell Tissue Bank*, 2011, 12:3-35.
- [19] Griffin CP, Paul CL, Alexander KL, Walker MM, Hondermarck H, Lynam J. Postmortem brain donations vs pre-mortem surgical resections for glioblastoma research: viewing the matter as a whole [J]. *Neurooncol Adv*, 2021, 4:vdab168.
- [20] Zhou JJ, Wu JS, Chen XC. Establishment of glioma tissue bank and clinical research [J]. *Zhongguo Lin Chuang Shen Jing Ke Xue*, 2013, 21:238-240. [周佳菁, 吴劲松, 陈衍城. 胶质瘤组织库建立和临床研究探讨 [J]. *中国临床神经科学*, 2013, 21:238-240.]
- [21] Fang C, Tan YL, Wang JL, Shi YF, Shan XS, Li W. Establishment and preliminary application of human glioma tissue bank [J]. *Zhonghua Shi Yan Wai Ke Za Zhi*, 2010, 27:1383. [方川, 檀艳丽, 王佳良, 史彦芳, 单小松, 李炜. 人脑胶质瘤组织库的建立及初步应用 [J]. *中华实验外科杂志*, 2010, 27:1383.]
- [22] Jiao BH, Liang CH, Wang YY, Sun SA, Xi ZH. Establishment and management of gliomas tissues bank [J]. *Hebei Yi Ke Da Xue Xue Bao*, 2013, 34:388-390. [焦保华, 梁朝辉, 王苑宇, 孙实安, 席增辉. 人脑胶质瘤标本库的初步建立与管理 [J]. *河北医科大学学报*, 2013, 34:388-390.]
- [23] Snyder J, Poisson LM, Noushmehr H, Castro AV, deCarvalho AC, Robin A, Mukherjee A, Lee I, Walbert T. Clinical and research applications of a brain tumor tissue bank in the age of precision medicine [J]. *Per Med*, 2019, 16:145-156.
- [24] Bao AM, Wu JL. The significance and present situation of human brain tissue bank construction in China [J]. *Zhen Duan Xue Li Lun Yu Shi Jian*, 2018, 17:373-376. [包爱民, 吴娟利. 中国人脑组织库建设的意义及国内外现状 [J]. *诊断学理论与实践*, 2018, 17:373-376.]
- [25] Duan SM, Bao AM. Building a Chinese brain bank to help China's brain science research [J]. *Ke Ji Dao Bao*, 2019, 37:1. [段树民, 包爱民. 建设中国人脑库, 助力中国脑科学研究 [J]. *科技导报*, 2019, 37:1.]
- [26] Poloni TE, Medici V, Carlos AF, Davin A, Ceretti A, Mangieri M, Cassini P, Vaccaro R, Zaccaria D, Abbondanza S, Bordoni M, Fantini V, Fogato E, Cereda C, Ceroni M, Guaita A. Abbiategrosso brain bank protocol for collecting, processing and characterizing aging brains [J]. *J Vis Exp*, 2020: e60296.
- [27] Lin MP, Jowsey T, Curtis MA. Why people donate their brain to science: a systematic review [J]. *Cell Tissue Bank*, 2019, 20:447-466.
- [28] Xiao LF. Academician Mu Ming Pu: brain science and brain-like intelligence [J]. *Gao Ke Ji Yu Chan Ye Hua*, 2021, 27:20-23. [肖琳芬. 蒲慕明院士: 脑科学与类脑智能 [J]. *高科技与产业化*, 2021, 27:20-23.]
- [29] Qiu WY, Ma C, Bao AM, Zhu KQ, Huang Y, Yan XX, Zhang J, Zhong CJ, Zhou JN, Shen Y, Zheng XY, Zhang LW, Shu YS, Tang BS, Zhang ZX, Duan SM. Standardized operational protocol for human brain banking in China [J]. *Jie Pou Xue Bao*, 2017, 48:334-341. [仇文颖, 马超, 包爱民, 竺可青, 黄越, 严小新, 章京, 钟春玖, 周江宁, 申勇, 郑晓瑛, 张力伟, 舒友生, 唐北沙, 张振馨, 段树民. 中国人脑组织库标准化操作方案 [J]. *解剖学报*, 2017, 48:334-341.]
- [30] Ramirez EPC, Keller CE, Vonsattel JP. The New York Brain Bank of Columbia University: practical highlights of 35 years of experience [J]. *Handb Clin Neurol*, 2018, 150:105-118.
- [31] Shepherd CE, Alventia H, Halliday GM. Brain banking for research into neurodegenerative disorders and ageing [J]. *Neurosci Bull*, 2019, 35:283-288.
- [32] Schmitt A, Bauer M, Heinsen H, Feiden W, Falkai P, Alafuzoff I, Arzberger T, Al-Sarraj S, Bell JE, Bogdanovic N, Brück W, Budka H, Ferrer I, Giaccone G, Kovacs GG, Meyronet D, Palkovits M, Parchi P, Patsouris E, Ravid R, Reynolds R, Riederer P, Roggendorf W, Schwalber A, Seilhean D, Kretschmar H; Consortium of Brainnet Europe II. How a neuropsychiatric brain bank should be run: a consensus paper of Brainnet Europe II [J]. *J Neural Transm (Vienna)*, 2007, 114:527-537.
- [33] Webster MJ, Kim S. Collecting, storing, and mining research

- data in a brain bank[J]. *Handb Clin Neurol*, 2018, 150:167-179.
- [34] Labadorf A. The National PTSD Brain Bank: progress, promise, and vision[J]. *Psychiatry*, 2022, 85:196-200.
- [35] Rademaker MC, de Lange GM, Palmén SJMC. The Netherlands brain bank for psychiatry[J]. *Handb Clin Neurol*, 2018, 150:3-16.
- [36] Dufour BD, Albores - Gallo L, Luna - Muñoz J, Hagerman R, Miquelajauregui A, Buriticú E, Saldarriaga W, Pacheco-Herrero M, Yris Silvestre - Sosa A, Mazefsky C, Gastgeb H, Kofler J, Casanova M, Hof PR, London E, Hagerman P, Martínez - Cerdeño V. Hispano: American Brain Bank on neurodevelopmental disorders: an initiative to promote brain banking, research, education, and outreach in the field of neurodevelopmental disorders [J]. *Brain Pathol*, 2022, 32: e13019.
- [37] Cao LX, Huang Y, Cai ZY, Chan P, Chen SD, Fan DS, Fang BY, Guo YJ, Han Y, Huang HP, Ji WJ, Li HY, Liu K, Pei Z, Peng DT, Shi FD, Sui Y, Tang BS, Wang F, Wang W, Wang ZX, Wu AH, Xu Y, Yang DD, Zhang GF, Zhang LW, Zhang ZT, Zhao W, Zhao XQ, Wang YJ. Brain bank in neurology history and development[J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2020, 20:914-923.[曹凌晓, 黄越, 蔡志友, 陈彪, 陈生弟, 樊东升, 方伯言, 郭燕军, 韩璠, 黄华品, 纪文军, 李红燕, 刘坤, 裴中, 彭丹涛, 施福东, 隋轶, 唐北沙, 王枫, 王雯, 王朝霞, 吴安华, 徐运, 杨东东, 张国富, 张力伟, 张振涛, 赵伟, 赵性泉, 王拥军. 脑库与神经病学建设[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2020, 20:914-923.]
- [38] Azizi L, Garrick TM, Harper CG. Brain donation for research: strong support in Australia[J]. *J Clin Neurosci*, 2006, 13:449-452.
- [39] Dean B, Copolov D, Scarr E. Understanding the pathophysiology of schizophrenia: contributions from the Melbourne Psychiatric Brain Bank[J]. *Schizophr Res*, 2016, 177:108-114.
- [40] Sheedy D, Garrick T, Dedova I, Hunt C, Miller R, Sundqvist N, Harper C. An Australian Brain Bank: a critical investment with a high return[J]. *Cell Tissue Bank*, 2008, 9:205-216.
- [41] Schmitz P. Information technology for brain banking[J]. *Handb Clin Neurol*, 2018, 150:157-165.
- [42] Klioueva NM, Rademaker MC, Huitinga I. Design of a European code of conduct for brain banking[J]. *Handb Clin Neurol*, 2018, 150:51-81.
- [43] Deep - Soboslay A, Benes FM, Haroutunian V, Ellis JK, Kleinman JE, Hyde TM. Psychiatric brain banking: three perspectives on current trends and future directions [J]. *Biol Psychiatry*, 2011, 69:104-112.
- [44] Vonsattel JP, Amaya Mdel P, Cortes EP, Mancevska K, Keller CE. Twenty-first century brain banking: practical prerequisites and lessons from the past: the experience of New York Brain Bank, Taub Institute, Columbia University [J]. *Cell Tissue Bank*, 2008, 9:247-258.
- [45] Grinberg LT, Ferretti RE, Farfel JM, Leite R, Pasqualucci CA, Rosemberg S, Nitrini R, Saldiva PH, Filho WJ; Brazilian Aging Brain Study Group. Brain bank of the Brazilian aging brain study group: a milestone reached and more than 1,600 collected brains[J]. *Cell Tissue Bank*, 2007, 8:151-162.
- [46] de Oliveira KC, Nery FG, Ferretti RE, Lima MC, Cappi C, Machado-Lima A, Polichiso L, Carreira LL, Ávila C, Alho AT, Brentani HP, Miguel EC, Heinsen H, Jacob - Filho W, Pasqualucci CA, Lafer B, Grinberg LT. Brazilian psychiatric brain bank: a new contribution tool to network studies[J]. *Cell Tissue Bank*, 2012, 13:315-326.
- [47] Zhang H, Chen K, Wang N, Zhang D, Yang Q, Zhang Q, Liu P, Wan M, Gong C, Hong X, Qiu W, Qian X, Chen Y, Ma C. Analysis of brain donors' demographic and medical characteristics to facilitate the construction of a human brain bank in China[J]. *J Alzheimers Dis*, 2018, 66:1245-1254.
- [48] Du J, Li S, Fan P, Cui HX. Construction and progress of human brain tissue bank in Hebei Medical University [C/OL]// Department of Human Anatomy, Hebei Medical University. Abstracts of 2019 Annual Meeting of Chinese Anatomical Society. Kunming: Zhongguo Jie Pou Xue Hui, 2019: 82[2021-06-25][杜娟, 李莎, 樊平, 崔慧先. 河北医科大学人脑组织库建设及进展[C/OL]//河北医科大学人体解剖学教研室. 中国解剖学会 2019 年年会论文文摘汇编, 昆明: 中国解剖学会, 2019: 82[2021-06-25].]
- [49] Li WS, Wu JS, You LY, Yuan XS, Zhu KM, Fan WK, Xian WW, Zhou GM, Mao Y. Shanghai Brain Bank: current situation and future planning of whole brain bank construction [C/OL]// Department of Anatomy and Tissue embryology, School of Basic Medical Sciences, Fudan University. Abstracts of 2019 Annual Meeting of Chinese Anatomical Society, Kunming: Zhongguo Jie Pou Xue Hui, 2019: 82[2021-06-25][李文生, 吴劲松, 尤琳雅, 袁向山, 朱克明, 樊文科, 戚伟伟, 周国民, 毛颖. 上海脑库-全脑库建设现状及未来规划[C/OL]//复旦大学基础医学院解剖与组织胚胎学系. 中国解剖学会 2019 年年会论文文摘汇编, 昆明: 中国解剖学会, 2019: 82[2021-06-25].]
- [50] Xie WZ, He HY, Deng XT, Luo AJ. Study on social support status and influencing factors of family members of organ donors [J]. *Zhonghua Yi Zhi Za Zhi (Dian Zi Ban)*, 2021, 15:359-364.[谢文照, 贺海燕, 邓渲桐, 罗爱静. 器官捐献者家属社会支持现状及影响因素[J]. *中华移植杂志(电子版)*, 2021, 15:359-364.]
- [51] Zeng WJ, Tang YH, Zhao JQ, Yu XL. Analysis of related factors affecting the willingness of family members of potential organ donors to donate[J]. *Hu Shi Jin Xiu Za Zhi*, 2021, 36:677-680.[曾维君, 唐义红, 赵加全, 喻行莉. 潜在器官捐献者家属捐献意愿现状及影响因素分析[J]. *护士进修杂志*, 2021, 36:677-680.]
- [52] Xie Y, Lei L, Xie Q, Duan FJ, Luo Y. The present situation and thinking about the coordination process of organ donation [J]. *Hu Li Xue Bao*, 2021, 28:40-44.[解雨, 雷蕾, 谢勤, 段方见, 罗羽. 器官捐献中劝捐协调过程的现状与思考[J]. *护理学报*, 2021, 28:40-44.]
- [53] Zhang S. Human body organ donation: seeking for proper combination of egoism and altruism[J]. *Yi Xue Yu Zhe Xue*, 2014, 35:5-7.[张珊. 尸体器官捐献: 寻求利己与利他的合宜[J]. *医学与哲学*, 2014, 35:5-7.]
- [54] Zhang Q, Deng J, Li YN, Gou Y, Yan XX, Li F, Pan AH. Perceptions and attitudes toward brain donation among the Chinese people[J]. *Anat Sci Educ*, 2020, 13:80-90.
- [55] Wang HB, Shi Y, Zhou ZY, Fan J. Current status of deceased organ donation and allocation of China[J]. *Zhonghua Qi Guan Yi Zhi Za Zhi*, 2021, 42:195-196.[王海波, 史赢, 周稚焯, 樊静. 我国死亡器官捐献与分配工作建设的现状[J]. *中华器官移植杂志*, 2021, 42:195-196.]
- [56] Pan F. Promoting the development of neural network surgery in clinical practice: interview with Professor Zhao Jizong, academician of Chinese Academy of Sciences and Beijing Tiantan Hospital[J]. *Zhongguo Yi Yao Dao Bao*, 2021, 18:1-3.[潘锋. 在临床实践中推动神经网络外科学发展——访中国科学院院士、北京天坛医院赵继宗教授[J]. *中国医药导报*, 2021, 18:1-3.]

(收稿日期:2022-07-13)

(本文编辑:袁云)