

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240802

· 论 著 ·

2022年全球和中国脑及中枢神经系统肿瘤流行现状分析

张鑫¹, 江澳¹, 胡泽瑞¹, 高敏婵¹, 葛王舒琦¹, 朱小琼^{2*}, 赵存喜^{1*}

1. 安徽医科大学公共卫生学院, 合肥 230032

2. 上海市普陀区疾病预防控制中心, 上海 200333

[摘要] **目的** 分析2022年全球和中国脑及中枢神经系统肿瘤的流行现状, 比较不同人类发展指数(HDI)国家和地区脑及中枢神经系统肿瘤的发病和死亡情况, 并评估HDI与脑及中枢神经系统肿瘤发病率和死亡率的关联。**方法** 收集GLOBOCAN 2022脑及中枢神经系统肿瘤数据, 依据《2022人类发展报告》整理HDI数据, 运用广义加性模型分析标化发病率(SIR)、标化死亡率(SMR)、死亡发病比(M/I)与HDI的关系。**结果** 2022年脑及中枢神经系统肿瘤发病率与死亡率随年龄增长而上升, 极高HDI国家和地区增长趋势显著。高和极高HDI国家和地区脑及中枢神经系统肿瘤发病和死亡人数较多, 极高HDI国家和地区SIR和SMR最高。中国脑及中枢神经系统肿瘤SIR高于全球, 而SMR低于全球。M/I在不同HDI水平的国家和地区存在差异, 高和极高HDI国家和地区M/I较低。HDI对SIR(edf=1.740, $P<0.0001$)、M/I(edf=1.809, $P<0.0001$)具有显著的非线性影响, 对SMR(edf=1, $P<0.0001$)具有显著的线性影响。随着HDI的增高, SIR、SMR呈增高趋势, M/I呈下降趋势。**结论** 2022年脑及中枢神经系统肿瘤的发病与死亡情况因HDI不同而存在差异, 提高HDI有助于降低脑及中枢神经系统肿瘤的发病风险并改善治疗效果, 需针对不同年龄组及HDI制定防控策略。

[关键词] 脑肿瘤; 中枢神经系统肿瘤; 标化发病率; 标化死亡率; 人类发展指数

[引用本文] 张鑫, 江澳, 胡泽瑞, 等. 2022年全球和中国脑及中枢神经系统肿瘤流行现状分析[J]. 海军军医大学学报, 2025, 46(8): 1035-1041. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240802.

Brain and central nervous system tumors in the world and China: epidemic status in 2022

ZHANG Xin¹, JIANG Ao¹, HU Zerui¹, GAO Minchan¹, GE Wangshuqi¹, ZHU Xiaoqiong^{2*}, ZHAO Cunxi^{1*}

1. School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei 230032, Anhui, China

2. Shanghai Putuo Municipal Center for Disease Control & Prevention, Shanghai 200333, China

[Abstract] **Objective** To compare the incidence and mortality of brain and central nervous system (CNS) tumors in countries and territories with different human development index (HDI) in 2022, to make a comparison with the current epidemiological situation in China, and to assess the association between HDI and the incidence and mortality of brain and CNS tumors. **Methods** The data on brain and CNS tumors from GLOBOCAN 2022 were collected, and HDI data were organized based on the *Human development report 2022*. Generalized additive model (GAM) was used to analyze the relationships between standardized incidence ratio (SIR), standardized mortality ratio (SMR), mortality-to-incidence ratio (M/I), and HDI. **Results** The incidence and mortality of brain and CNS tumors increased with age in 2022, with a significant increasing trend in countries and territories with very high HDI. Countries and territories with high and very high HDI had more cases and more deaths, and countries and territories with very high HDI had the highest SIR and SMR. SIR for brain and CNS tumors in China was higher than the global average, while China's SMR was lower. M/I varied among countries and territories with different HDI, with lower M/I in countries and territories with high and very high HDI. HDI had a significant nonlinear effect on SIR (edf=1.740, $P<0.0001$) and M/I (edf=1.809, $P<0.0001$), and a significant linear effect on SMR (edf=1, $P<0.0001$). As HDI increased, SIR and SMR generally showed an increasing trend, while M/I showed a decreasing trend. **Conclusion** There are significant global differences in incidence and mortality of brain and CNS tumors in patients with different HDI in 2022; increasing HDI can reduce the risk of brain and CNS tumors and improve treatment outcomes, and prevention and control strategies should be made for different age groups and HDI.

[Key words] brain neoplasms; central nervous system neoplasms; standardized incidence rate; standardized mortality rate; human development index

[收稿日期] 2024-11-28 [接受日期] 2025-03-06

[基金项目] 安徽省高等学校科学研究重大项目(2024AH040320)。Supported by Major Program for Scientific Research of Anhui Higher Education Institutions (2024AH040320).

[作者简介] 张鑫, 硕士生. E-mail: 1103742237@qq.com

*通信作者(Corresponding authors). E-mail: zqxqion@163.com, zhaocx1972@163.com

[Citation] ZHANG X, JIANG A, HU Z, et al. Brain and central nervous system tumors in the world and China: epidemic status in 2022[J]. Acad J Naval Med Univ, 2025, 46(8): 1035-1041. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240802.

脑及中枢神经系统肿瘤属于罕见癌症类型,但在儿童青少年人群中发生率仅次于白血病,是第二常见癌症,在老年人群中是第八大常见癌症^[1]。脑及中枢神经系统肿瘤包括100多种不同的组织学亚型,具有不同的流行病学和临床特征,其中胶质母细胞瘤是最常见的恶性脑肿瘤,其发生率在所有恶性脑肿瘤中占49%^[2]。不同亚型和恶性程度的脑及中枢神经系统肿瘤患者的治疗效果和生存时间存在显著差异,良性肿瘤和低级别恶性肿瘤的5年生存率较高,可达91.5%,而高级别恶性肿瘤的5年生存率则相对较低,确诊后5年存活的患者仅占确诊时人数的1/3^[3]。大多数原发性脑肿瘤为偶发性,其病因难以确定。目前认为暴露于电离辐射、杀虫剂、环状芳烃及家族史和年龄等因素可能与脑肿瘤的发生有重要关联^[4-5]。人类发展指数(human development index, HDI)综合考量包括预期寿命、教育水平和生活质量在内的多维度指标,可间接反映癌症危险因素暴露状况和医疗服务水平。研究表明, HDI与多种癌症的发病率和死亡率存在关联^[6-7]。因此,探讨HDI与脑及中枢神经系统肿瘤发病和死亡的关系,对于理解这类癌症的流行病学特征、制定有效的防控策略具有重要意义。本研究通过分析2022年全球不同HDI国家和地区及中国的脑及中枢神经系统肿瘤的流行状况,探讨其发病率、死亡率与HDI之间的关系,为制定针对性的防控措施提供科学依据。

1 资料和方法

1.1 资料来源 采用的全球癌症数据来源于WHO国际癌症研究机构发布的GLOBOCAN 2022数据库。该数据库覆盖185个国家和地区的癌症新发病例与死亡病例统计信息,提供了粗发病率与粗死亡率数据,以及基于Segi's世界标准人口年龄结构计算得出的标化发病率(standardized incidence rate, SIR)和标化死亡率(standardized mortality rate, SMR)数据。中国癌症数据采用的是中国国家癌症中心测算的结果,数据包括31个省(自治区、直辖市)及新疆生产建设兵团700个肿瘤登记处提交的癌症新发与死亡病例统计数据,以及国家统计

局提供的全国人口数据。HDI数据来源于联合国开发计划署发布的《2022人类发展报告》,共纳入193个国家和地区的HDI数据。

1.2 统计学处理 根据不同国家和地区的HDI、患者的性别和年龄对发病人数和死亡人数进行分析,计算死亡发病比(mortality-to-incidence ratio, M/I),并汇总相应人群的粗发病率、粗死亡率、SIR和SMR。HDI数据分为4个等级:极高HDI,取值为0.800~1;高HDI,取值为0.700~0.799;中等HDI,取值为0.550~0.699;低HDI,取值为0~0.549。在数据整理与分析过程中,剔除无效和空白数据的国家和地区,最终共纳入175个国家和地区的数据。根据年龄将数据划分为0~4、5~9、10~14、15~19、20~24、25~29、30~34、35~39、40~44、45~49、50~54、55~59、60~64、65~69、70~74、75~79、80~84和≥85岁共18组。应用R 4.4.2软件进行统计学分析,使用GraphPad Prism 9.0.0软件及R 4.4.2软件中的visreg包进行数据可视化处理。运用广义加性模型(generalized additive model, GAM)分析SIR、SMR、M/I与HDI的关系。检验水准(α)为0.05(双侧检验)。

2 结果

2.1 全球、中国及不同HDI国家和地区脑及中枢神经系统肿瘤的发病和死亡情况 2022年,全球脑及中枢神经系统肿瘤总发病人数为32.16万,总死亡人数为24.84万;中国脑及中枢神经系统肿瘤总发病人数为8.75万,总死亡人数为5.67万。在不同HDI水平国家和地区中,脑及中枢神经系统肿瘤的发病人数和死亡人数在高HDI国家和地区均最多,极高HDI国家和地区次之,低HDI国家和地区最少;脑及中枢神经系统肿瘤的SIR和SMR在极高HDI国家和地区均最高,并随着HDI降低呈现下降趋势。相较于极高HDI国家和地区,中国的脑及中枢神经系统肿瘤SIR较低;而与高HDI国家和地区相比,则相对较高。中国脑及中枢神经系统肿瘤SIR高于全球水平,而SMR低于全球水平。M/I在不同HDI国家和地区之间存在差异,相

较于低和中等HDI国家和地区,高和极高HDI国家和地区的脑及中枢神经系统肿瘤M/I更低。在高HDI国家和地区中,男性的M/I(0.79)高于女性(0.66);而在其他HDI水平的国家和地区,男性

和女性的M/I相对接近。中国M/I(0.65)低于全球及各HDI水平的国家和地区,男性M/I(0.75)高于女性M/I(0.56)。见表1。

表1 2022年脑及中枢神经系统肿瘤的发病和死亡情况

Tab 1 Incidence and mortality of tumors of brain and central nervous system in 2022

Classification	Group	Number of incident cases/($\times 10^4$)	Crude incidence rate/($\times 10^{-5}$)	SIR/($\times 10^{-5}$)	Number of deaths/($\times 10^4$)	Crude mortality rate/($\times 10^{-5}$)	SMR/($\times 10^{-5}$)	M/I
Very high HDI	Total	11.77	7.2	4.9	9.24	5.6	3.3	0.79
	Male	6.52	8.1	5.6	5.18	6.4	4.0	0.79
	Female	5.25	6.3	4.1	4.05	4.9	2.7	0.77
High HDI	Total	13.99	5.1	4.0	10.18	3.7	2.7	0.73
	Male	7.11	5.1	4.1	5.63	4.1	3.1	0.79
	Female	6.88	5.0	3.8	4.55	3.3	2.4	0.66
Medium HDI	Total	4.89	2.2	2.3	4.17	1.9	1.9	0.85
	Male	2.91	2.5	2.7	2.47	2.2	2.3	0.85
	Female	1.98	1.8	1.8	1.69	1.5	1.6	0.85
Low HDI	Total	1.37	1.2	1.6	1.14	1.0	1.4	0.83
	Male	0.75	1.3	1.8	0.63	1.0	1.6	0.84
	Female	0.62	1.1	1.4	0.51	0.9	1.2	0.82
Global	Total	32.16	4.1	3.5	24.84	3.2	2.6	0.77
	Male	17.36	4.4	3.9	13.98	3.5	3.1	0.81
	Female	14.80	3.8	3.1	10.86	2.8	2.2	0.73
China	Total	8.75	6.2	4.2	5.67	4.0	2.5	0.65
	Male	4.24	5.9	4.1	3.16	4.4	2.9	0.75
	Female	4.51	6.5	4.2	2.51	3.6	2.2	0.56

Very high, high, medium, and low HDI mean the HDI being 0.800-1, 0.700-0.799, 0.550-0.699, and 0-0.549, respectively. HDI: Human development index; SIR: Standardized incidence rate; SMR: Standardized mortality rate; M/I: Mortality-to-incidence ratio.

在各HDI水平的国家和地区,男性脑及中枢神经系统肿瘤的SIR和SMR普遍高于女性。中国作为高HDI国家,男性和女性脑及中枢神经系统肿瘤的SIR相差不大,但男性SMR却显著高于女性。与高HDI国家和地区相比,中国脑及中枢神经系统肿瘤SIR在总人口、男性及女性群体中均呈现出较高水平,而相应的SMR则相对较低。见表1。

2.2 全球脑及中枢神经系统肿瘤SIR、SMR和M/I与HDI的关联性 通过构建GAM模型和平滑曲

线,探讨175个国家和地区的HDI与SIR、SMR、M/I之间的关系。结果显示,HDI对SIR(edf=1.740, $P<0.0001$)、M/I(edf=1.809, $P<0.0001$)具有显著的非线性影响,对SMR(edf=1, $P<0.0001$)具有显著的线性影响,可见HDI与SIR之间存在非线性正相关关系,HDI与SMR之间存在线性正相关关系,HDI与M/I之间存在非线性负相关关系。见表2、图1。

表2 脑及中枢神经系统肿瘤SIR、SMR和M/I与HDI关联的GAM分析结果

Tab 2 GAM analysis on associations of SIR, SMR and M/I with HDI in brain and central nervous system tumors

Model ID	Response variable	Intercept estimate	Intercept P value	R^2_{adj}	Explained deviance/%	Smoothing term edf	Smoothing term P value	GCV
Model 1	SIR	3.370	<0.0001	0.438	44.4	1.740	<0.0001	2.556
Model 2	SMR	2.613	<0.0001	0.327	33.1	1	<0.0001	1.632
Model 3	MI	0.813	<0.0001	0.388	39.5	1.809	<0.0001	0.009

SIR: Standardized incidence rate; SMR: Standardized mortality rate; M/I: Mortality-to-incidence ratio; HDI: Human development index; GAM: Generalized additive model; R^2_{adj} : Adjusted coefficient of determination; edf: Effective degree of freedom; GCV: Generalized cross-validation.

2.3 不同年龄人群脑及中枢神经系统肿瘤的发病和死亡情况 全球脑及中枢神经系统肿瘤的发病人

数在25岁之前呈现幅度较小的下降趋势,25岁之后呈现幅度较大的上升趋势,在65~69岁时达到最

高值, 70岁后呈现幅度较大的下降趋势。中国脑及中枢神经系统肿瘤的发病趋势与全球相似, 值得注意的是, 在60~64岁年龄段中国的发病人数出

现了短暂的下降。全球和中国脑及中枢神经系统肿瘤死亡趋势与其发病趋势大致相同。见图2A。

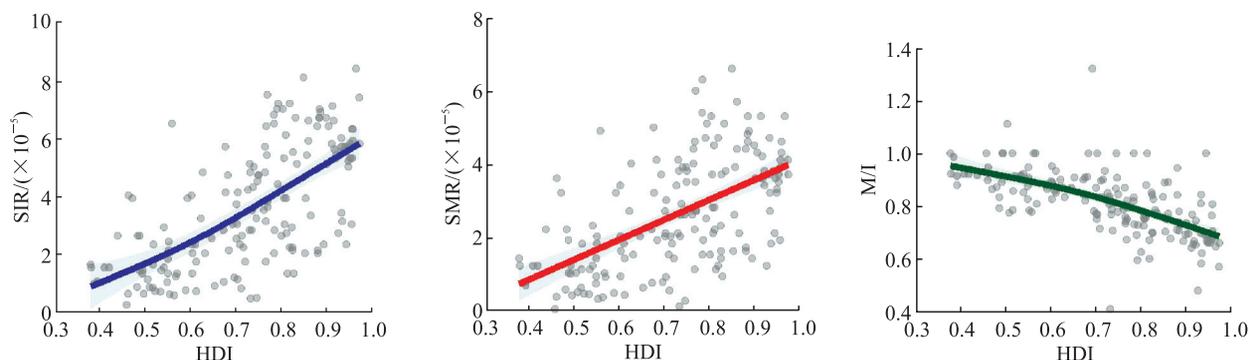


图1 基于GAM模型分析175个国家和地区HDI与脑及中枢神经系统肿瘤SIR、SMR和M/I的关系

Fig 1 Relationships of HDI with SIR, SMR and M/I of brain and central nervous system tumors in 175 countries and territories based on GAM model

GAM: Generalized additive model; HDI: Human development index; SIR: Standardized incidence rate; SMR: Standardized mortality rate; M/I: Mortality-to-incidence ratio.

随着年龄的增长, 全球和中国脑及中枢神经系统肿瘤SIR和SMR均呈现上升趋势, SIR在30岁后出现幅度较大的增长趋势, 而SMR在40岁之后出现幅度较大的增长趋势。中国SIR在84岁后下降幅度较大, 且中国男性和女性SIR的变化趋势与中国总人口的SIR变化趋势一致。全球SIR和SMR呈现相对稳定的增长趋势, 全球男性在各年龄段的SIR和SMR均高于女性。中国男性在各年龄段的SMR也高于女性。见图2B。

在不同HDI国家和地区, 脑及中枢神经系统肿瘤SIR和SMR均随年龄增长而上升。与其他HDI水平的国家和地区相比, 极高HDI国家和地区在30岁之后SIR和SMR均最高且增长速度尤为显著。此外, 高与极高HDI国家和地区SIR在84岁后出现下降趋势, 极高HDI国家和地区SMR在84岁后同样出现下降趋势。见图2C。

3 讨论

2022年脑及中枢神经系统肿瘤在高/极高HDI国家和地区的发病与死亡人数均较为突出, 其中极高HDI国家和地区的SIR和SMR更是位居前列。根据本研究分析结果可见, HDI对SMR具有显著的线性影响, 对SIR和M/I具有显著的非线性影响, 其中SIR和SMR随着HDI的增高而增加, M/I则随着HDI的增高而降低。SIR和M/I的变化并不

是简单的线性关系, 这可能是人口结构、医疗资源分配、环境卫生条件、健康意识等多种因素共同作用导致的^[8]。在高/极高HDI国家和地区, 人口老龄化加剧、高强度的工作压力、环境污染、对健康问题的关注度、特定的生活方式/习惯及先进医疗检测技术的普及^[8]等因素可能使得更多早期或隐匿性肿瘤被诊断出来, 从而导致这些地区的肿瘤发现率相对较高。目前脑及中枢神经系统肿瘤的治疗方式十分有限, 不同国家对脑肿瘤的治疗过程也存在诸多困难和挑战。手术是脑肿瘤治疗的主要方式之一^[9], 但由于脑肿瘤通常位于关键部位且浸润周围组织, 往往难以完全切除。不同患者的肿瘤在基因型和表型上可能存在显著差异, 增加了治疗的复杂性, 传统化疗药物的疗效也因血脑屏障的存在而受限^[10], 这些因素可能是高发病率情况下死亡人数仍居高不下的重要原因。当前有研究者针对这些治疗难题尝试了新兴疗法^[11-12], 包括免疫检查点抑制剂、嵌合抗原受体T细胞疗法、溶瘤病毒疗法和疫苗疗法等, 这些方法旨在利用患者自身的免疫系统来进行治疗, 但脑肿瘤微环境富含免疫抑制性细胞和因子, 导致免疫治疗的效果受到一定限制^[13]。为克服血脑屏障对药物传递的限制, 部分临床试验尝试采用聚焦超声技术暂时性打开血脑屏障, 以提高药物在脑肿瘤中的递送效率, 尽管这种治疗方法具有一定的潜力, 但能否得到广泛应用仍然未知^[14]。

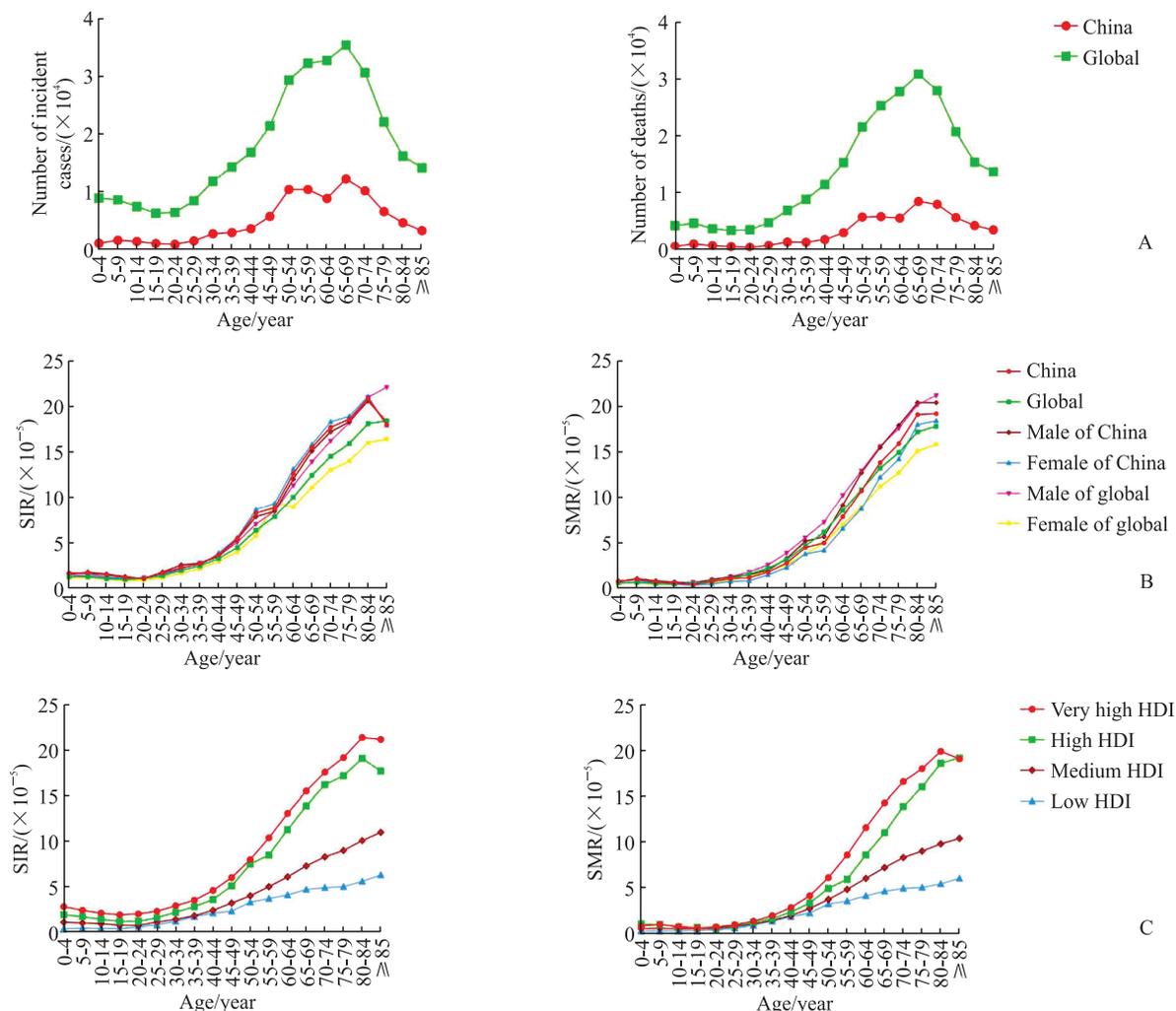


图2 全球、中国及不同 HDI 国家和地区脑及中枢神经系统肿瘤死亡和发病的年龄变化特征

Fig 2 Age-specific variations in mortality and incidence of brain and central nervous system tumors across global, China, and countries and territories with varying HDI

A: Age-specific incidents and deaths of brain and central nervous system tumors in whole population globally and in China; B: Age-specific SIR and SMR of brain and central nervous system tumors in whole population, males, and females globally and in China; C: Age-specific SIR and SMR of brain and central nervous system tumors in countries and territories with different HDI. Very high, high, medium, and low HDI mean the HDI being 0.800-1, 0.700-0.799, 0.550-0.699, and 0-0.549, respectively. HDI: Human development index; SIR: Standardized incidence rate; SMR: Standardized mortality rate.

脑及中枢神经系统肿瘤的 SIR 和 SMR 均呈现随年龄增长而上升的趋势。SIR 在 30 岁后出现拐点, 增长幅度加大, 而 SMR 在 40 岁之后增长幅度开始增加, 这种年龄相关的增长趋势在极高 HDI 国家和地区尤为显著。不同年龄段人群的脑肿瘤类型存在较大区别, 其中室管膜瘤在儿童中更为常见, 属于低级别恶性肿瘤; 而胶质母细胞瘤等高级别恶性肿瘤则更多发生在成人^[15-16]。根据相关报告, 全球大多数国家脑肿瘤儿童的 5 年生存率高于成人^[17-18]。在全球和不同 HDI 国家和地区, 均观察到男性脑及中枢神经系统肿瘤的 SIR、SMR、M/I 高于女性。

这种性别差异在 HDI 较高的国家和地区更为显著, 与既往研究结果^[19]一致。不同 HDI 国家和地区的男性普遍面临更高的职业压力与化学物质暴露风险, 与低 HDI 国家和地区相比, 高 HDI 国家和地区的卫生系统基础设施更为完善, 诊疗技术也更为先进, 但男性因职业环境、生活方式的差异 (如吸烟、饮酒等) 所面临的脑及中枢神经系统肿瘤风险并未因此降低^[20]。随着工业化进程的加快, 某些职业暴露 (如长期接触化学物质、电磁辐射等) 可能进一步加剧了这一风险^[21]。值得注意的是, 职业暴露与脑及中枢神经系统肿瘤的关联可能存在滞

后效应。某些化学物质的致癌作用可能需要数十年才会显现,而高/极高 HDI 国家和地区男性因平均寿命延长,暴露-发病的时间窗口更易被捕捉。在胶质母细胞瘤及其他神经上皮肿瘤中,男女之间呈现出不同的发病特征。研究表明,相较于女性,男性胶质母细胞瘤及其他恶性神经上皮肿瘤的发病率呈现较显著的增长趋势;而女性则更多出现以良性特征为主的脑(脊)膜瘤^[22-23]。这也可能揭示在神经上皮肿瘤的发生、发展过程中存在性别或环境暴露因素特异性生理机制。

中国作为高 HDI 国家,在脑及中枢神经系统肿瘤的防控与治疗方面展现出了复杂的态势。根据 GLOBOCAN 2022 数据^[24],中国脑及中枢神经系统肿瘤的发病人数占全球总发病人数的 27.2%,死亡人数占全球总死亡人数的 22.8%,中国脑及中枢神经系统肿瘤 SIR 高于全球平均水平,而 SMR 低于全球平均水平, M/I 也低于全球及不同 HDI 国家和地区平均水平。这一结果表明,中国面临着脑及中枢神经系统肿瘤发病率较高的风险,但在治疗方面可能取得了一定的成效。此外,不同类型的肿瘤理化性质也有较大区别^[25],良性和低级别脑肿瘤的死亡率远低于高级别恶性脑肿瘤,因此大多数癌症登记处只收集有关恶性脑及中枢神经系统肿瘤的信息,而良性肿瘤的信息可能并不全面。这也在一定程度上解释了中国 SIR 高于全球平均水平,而 SMR 及 M/I 较低。根据中国脑肿瘤流行现状,未来应根据不同年龄、不同肿瘤类型有针对性地加强脑及中枢神经系统肿瘤防控工作,实施差异化干预策略,提高高级别恶性肿瘤的治疗效果,从而降低整体发病率和死亡率。

综上所述,2022 年全球不同 HDI 国家和地区的脑及中枢神经系统肿瘤发病与死亡情况存在显著差异性。受经济条件制约及健康意识薄弱的影响,许多国家面临医疗资源匮乏的问题,未来应加大对医疗资源薄弱地区的投入,提升癌症筛查与早期诊断的可及性,确保更多潜在患者能够被早期识别并纳入治疗体系。还应深入研究不同地区生活习惯、环境因素与脑及中枢神经系统肿瘤风险之间的关联,以制定针对性的干预策略,逐步降低脑及中枢神经系统肿瘤的发病率与死亡率。

[参考文献]

[1] VAN DEN BENT M J, GEURTS M, FRENCH P J,

et al. Primary brain tumours in adults[J]. *Lancet*, 2023, 402(10412): 1564-1579. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)01054-1.

[2] MILLER K D, OSTROM Q T, KRUCHKO C, et al. Brain and other central nervous system tumor statistics, 2021[J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(5): 381-406. DOI: 10.3322/caac.21693.

[3] PRICE M, BALLARD C, BENEDETTI J, et al. CBTRUS statistical report: primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2017-2021[J]. *Neuro Oncol*, 2024, 26(Supplement_6): vi1-vi85. DOI: 10.1093/neuonc/nae145.

[4] KHAZAEI Z, GOODARZI E, BORHANINEJAD V, et al. The association between incidence and mortality of brain cancer and human development index (HDI): an ecological study[J]. *BMC Public Health*, 2020, 20(1): 1696. DOI: 10.1186/s12889-020-09838-4.

[5] VERMA S, MALVIYA R, UNIYAL P. Survival of patients with primary brain tumor: a data analysis of 10 years[J]. *Curr Pharm Des*, 2024, 30(15): 1129-1132. DOI: 10.2174/0113816128306113240328050608.

[6] 朱小琼,蒋栋铭,沈佳莹,等.不同人类发展指数国家肺癌发病率和死亡率分析[J]. *上海预防医学*, 2023, 35(4): 305-313. DOI: 10.19428/j.cnki.sjpm.2023.22838.

[7] 易丽夏,方涵露,李婧怡,等.2022 年全球和中国胰腺癌发病及死亡分析[J]. *海军军医大学学报*, 2024, 45(12): 1470-1477. DOI: 10.16781/j.cn31-2187/R.20240630.

YI L, FANG H, LI J, et al. Incidence and mortality of pancreatic cancer in the world and China in 2022[J]. *Acad J Naval Med Univ*, 2024, 45(12): 1470-1477. DOI: 10.16781/j.cn31-2187/R.20240630.

[8] RASHEED S, REHMAN K, AKASH M S H. An insight into the risk factors of brain tumors and their therapeutic interventions[J]. *Biomed Pharmacother*, 2021, 143: 112119. DOI: 10.1016/j.biopha.2021.112119.

[9] ALDAPE K, BRINDLE K M, CHESLER L, et al. Challenges to curing primary brain tumours[J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2019, 16(8): 509-520. DOI: 10.1038/s41571-019-0177-5.

[10] FENG Y, CAO Y, SINGH R, et al. Silica nanoparticles for brain cancer[J]. *Expert Opin Drug Deliv*, 2023, 20(12): 1749-1767. DOI: 10.1080/17425247.2023.2273830.

[11] SAMPSON J H, GUNN M D, FECCI P E, et al. Brain immunology and immunotherapy in brain tumours[J]. *Nat Rev Cancer*, 2020, 20(1): 12-25. DOI: 10.1038/s41568-019-0224-7.

[12] SWATI K, AGRAWAL K, RAJ S, et al. Molecular mechanism(s) of regulations of cancer stem cell in brain cancer propagation[J]. *Med Res Rev*, 2023, 43(3): 441-

463. DOI: 10.1002/med.21930.
- [13] RONG L, LI N, ZHANG Z. Emerging therapies for glioblastoma: current state and future directions[J]. *J Exp Clin Cancer Res*, 2022, 41(1): 142. DOI: 10.1186/s13046-022-02349-7.
- [14] TANG L, ZHANG R, WANG Y, et al. A blood-brain barrier- and blood-brain tumor barrier-penetrating siRNA delivery system targeting gliomas for brain tumor immunotherapy[J]. *J Control Release*, 2024, 369: 642-657. DOI: 10.1016/j.jconrel.2024.04.006.
- [15] BRYAN IORGULESCU J, SUN C, NEFF C, et al. Molecular biomarker-defined brain tumors: epidemiology, validity, and completeness in the United States[J]. *Neuro Oncol*, 2022, 24(11): 1989-2000. DOI: 10.1093/neuonc/noac113.
- [16] 刘德,张盼,乔程,等. 2009-2019年江苏省肿瘤登记地区脑瘤发病趋势及年龄变化特征分析[J]. *中国肿瘤*, 2025, 34(2): 116-124. DOI: 10.11735/j.issn.1004-0242.2025.02.A005.
- [17] ALLEMANI C, MATSUDA T, DI CARLO V, et al. Global surveillance of trends in cancer survival 2000-14 (CONCORD-3): analysis of individual records for 37 513 025 patients diagnosed with one of 18 cancers from 322 population-based registries in 71 countries[J]. *Lancet*, 2018, 391(10125): 1023-1075. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)33326-3.
- [18] SCHAFF L R, MELLINGHOFF I K. Glioblastoma and other primary brain malignancies in adults: a review[J]. *JAMA*, 2023, 329(7): 574-587. DOI: 10.1001/jama.2023.0023.
- [19] QI J, LI M, WANG L, et al. National and subnational trends in cancer burden in China, 2005-20: an analysis of national mortality surveillance data[J]. *Lancet Public Health*, 2023, 8(12): e943-e955. DOI: 10.1016/S2468-2667(23)00211-6.
- [20] MORGAN L L. The epidemiology of glioma in adults: a “state of the science” review[J]. *Neuro Oncol*, 2015, 17(4): 623-624. DOI: 10.1093/neuonc/nou358.
- [21] LOPES J, BAUDIN C, LEURAUD K, et al. Ionizing radiation exposure during adulthood and risk of developing central nervous system tumors: systematic review and meta-analysis[J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 16209. DOI: 10.1038/s41598-022-20462-7.
- [22] 韩仁强,周金意,郑荣寿,等. 2014年中国脑瘤发病与死亡分析[J]. *中国肿瘤*, 2019, 28(3): 161-166. DOI: 10.11735/j.issn.1004-0242.2019.03.A001.
- [23] OSTROM Q T, PRICE M, NEFF C, et al. CBTRUS statistical report: primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2016-2020[J]. *Neuro Oncol*, 2023, 25(12 Suppl 2): iv1-iv99. DOI: 10.1093/neuonc/noad149.
- [24] BRAY F, LAVERSANNE M, SUNG H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2024, 74(3): 229-263. DOI: 10.3322/caac.21834.
- [25] GRITSCH S, BATCHELOR T T, NICOLAS GONZALEZ CASTRO L. Diagnostic, therapeutic, and prognostic implications of the 2021 World Health Organization classification of tumors of the central nervous system[J]. *Cancer*, 2022, 128(1): 47-58. DOI: 10.1002/cncr.33918.

[本文编辑] 杨亚红