

儿童肠套叠空气灌肠复位的辐射剂量研究

许宏荣, 刘波, 符生针, 黄开平

【摘要】 目的:分析小儿肠套叠透视下空气灌肠复位的辐射剂量,探讨降低辐射剂量的可行措施。**方法:**搜集 252 例肠套叠患儿的病例资料,提取曝光参数、灌肠气压、摄片幅数、非必要透视时长、总透视时长、辐射剂量、操作医师工作年限等相关数据,对空气灌肠诊疗过程进行分析,提出降低辐射剂量的可行措施。**结果:**252 例肠套叠患儿的平均空气灌肠气压为 (9.06 ± 1.33) kPa,每例患儿平均摄片 (5.92 ± 1.38) 幅,平均非必要透视时长为 (14.91 ± 18.17) 秒,平均总透视时长为 (199.02 ± 159.84) 秒,平均剂量面积乘积(DAP)值为 (240.32 ± 206.20) uGy · m²。操作医师工作年限与非必要透视时长、总透视时长均不具有相关性,与摄片幅数呈负相关性($r_s = -0.181, P = 0.004$)。**结论:**通过降低脉冲透视频率、选择合适的曝光参数、适度提高初始灌肠气压、加强操作医师培训、减少非必要透视和摄片幅数、应用镇静与麻醉等,对降低肠套叠儿童透视下空气灌肠复位的辐射剂量具有临床实用价值。

【关键词】 肠套叠; 空气灌肠; 辐射剂量; 儿童; 放射摄影术

【中图分类号】 R574.3; R814.41 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2022)09-1150-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.09.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Retrospective study for radiation dose of children intussusception reduction by air enema XU Hong-rong, LIU Bo, FU Sheng-zhen, et al. Department of Radiology, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders; National Clinical Research Center for Child Health and Disorders; China International Science and Technology Cooperation base of Child Development and Critical Disorders; Chongqing key laboratory of Pediatrics; Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400014, China

【Abstract】 Objective: Retrospectively analyzing the radiation dose of children intussusception reduction process by air enema, and putting forward some feasible suggestions for reducing radiation dose. **Methods:** Exposure parameters, enema pressure, number of images, non-essential fluoroscopy time, total fluoroscopy time, radiation dose, and working years of the operating radiologist were collected for 252 children with intussusception. The reduction process of intussusception was analyzed, and the methods for reducing radiation dose was discussed. **Results:** The average pressure of air enema was (9.06 ± 1.33) kPa. The average number of images per child was (5.92 ± 1.38) . The average length of non-essential fluoroscopy time was (14.91 ± 18.17) seconds. The average length of total fluoroscopy time was (199.02 ± 159.84) seconds. The average DAP value was (240.32 ± 206.20) uGy · m². There was no significant correlation between the working years of radiologists and the length of non-essential fluoroscopy time or the total fluoroscopy time. The working years were negatively correlated with the number of images ($r_s = -0.181, P = 0.004$). **Conclusion:** By reducing pulse frequency, selecting appropriate exposure parameters, appropriately increasing initial enema pressure, strengthening radiologist training, reducing unnecessary fluoroscopy time and the number of images, and applying sedation and anesthesia, the clinically practical value in reducing the radiation dose of air enema in children with intussusception can be seen.

【Key words】 Intussusception; Air enema; Radiation dose; Children; Radiography

肠套叠系部分肠管及其肠系膜套入邻近肠腔所致的一种肠梗阻,是婴幼儿时期常见的危及生命的急腹症,复位为其紧急治疗措施。透视引导下灌肠复位是治疗肠套叠的首选治疗方法,具有较高的成功率^[1],目前通常有超声引导下水压灌肠、透视下水压灌肠和透视下空气灌肠三种非手术疗法。当前超声更普遍用于诊断肠套叠,透视下空气灌肠相较于水压灌肠其辐射剂量有明显降低,更具优势^[2]。由于儿童对 X 线辐射更加敏感,因此应尽量降低检查及相关治疗的辐射剂量^[3,4]。本研究旨在探讨降低儿童透视下空气灌肠辐射剂量的可行措施。

材料与方法

1. 病例资料

搜集 2020 年 1 月—2020 年 4 月因肠套叠在我院行空气灌肠整复术的患儿 252 例,其中男 161 例,女 91 例,年龄范围 4~124 个月,平均(26.56±18.40)个月,平均体重(12.36±3.22)kg。主要临床表现为阵发性哭闹、腹痛、呕吐、血便,多数可触及腹部肿块。病例纳入标准:超声诊断为肠套叠,一般情况良好,无空气灌肠整复禁忌症。所有患儿家属均对行透视引导下空气灌肠整复术知情同意,本研究取得了重庆医科大学附属儿童医院伦理委员会审查批准。

2. 检查方法

采用 Siemens Luminos dRF Max 数字胃肠机行透视与摄片,采用自动曝光控制,选择检查床中央环形优势区,源像距 115 cm,有末幅图像保留功能,透视频率 15 帧/秒(表 1)。患儿采用仰卧位,平躺于检查床上,透视范围包括腹部及盆腔。患儿未镇静,需两位家属协助,将患儿固定,并用力夹紧其臀部,防止漏气,保持气压。使用一次性双腔导尿管,头端经石蜡油润滑之后插入肛门,向气囊中充入 20~50 mL 气体以堵住肛门,尾端与遥控灌肠整复仪相连接。使用遥控灌肠整复仪从肛门充入空气。初始灌肠气压为 7 kPa,最高可调节气压至 13 kPa,直至复位成功。复位过程中一般需摄片四幅:第 1 幅,观察未充气之前的腹部情况;第 2 幅,显示套头位置;第

3 幅,显示套头影消失;第 4 幅,显示小肠大量进气的正位或侧位,并再次观察患儿腹部情况(图 1)。做好家属及患儿非照射部位的防护。

表 1 透视下空气灌肠复位的摄片参数

参数	透视	透视下摄片	腹部平片
管电压(kV)	73	85	56
铜滤过(mm)	0.2	0.1	0
源片距(cm)	115	115	115
自动曝光控制	开启	开启	开启
电离室	中央	中央	中央

3. 辐射剂量

每次检查完毕,胃肠机会自动生成辐射剂量相关数据,包括总透视时长、总剂量面积乘积值(dose area product, DAP)、每段透视时长、每段透视参数和每段 DAP 值、摄片幅数、每幅摄影参数和每幅 DAP 值。另外,在气体被从肛门充入肠道前,若进行透视,则此段透视对诊疗过程是非必要的,称为非必要透视,由此产生的时长称为非必要透视时长。

4. 统计学分析

采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。计量资料以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验;分

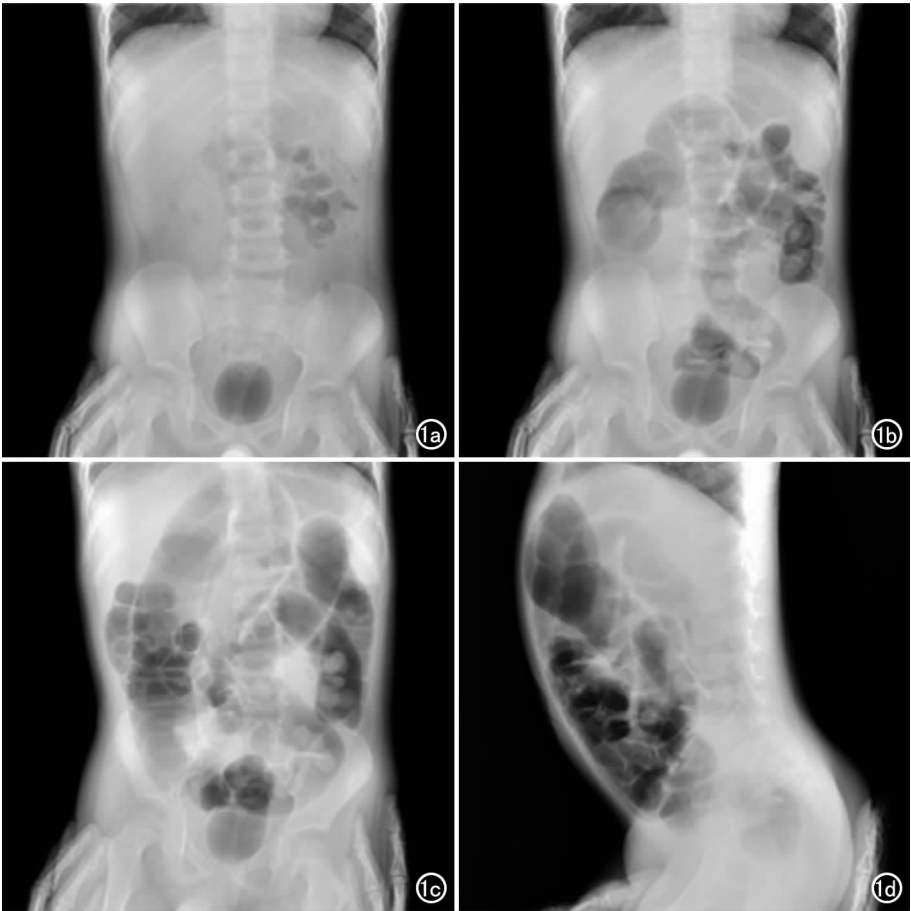


图 1 空气灌肠复位摄片。患儿,女,10 个月,超声确诊肠套叠。a)未充气前的腹部情况;b)显示套头位于结肠肝曲;c)套头影消失;d)小肠大量进气。

类资料以频数及构成比描述,采用 Spearman 秩相关进行相关性分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

240 例(240/252,95.24%)患儿空气灌肠复位成功,12 例(12/252,4.76%)患儿空气灌肠复位失败。因肠套叠复套,18 例患儿进行了 2 次空气灌肠,8 例患儿进行了 3 次空气灌肠,1 例患儿进行了 4 次空气灌肠,总复发率为 12.56%(27/215)。空气灌肠平均气压为 (9.06 ± 1.33) kPa,气压范围为 7~13 kPa,中位值为 9 kPa(图 2)。

252 例患儿共摄片 1493 幅,每例患儿平均摄片 (5.92 ± 1.38) 幅,摄片范围 4~13 幅。其中选择透视下摄片(85 kV)1369 幅(1369/1493,91.69%),每幅平均 DAP 值为 (1.93 ± 0.55) uGy·m²;选择腹部参数(56 kV)摄片 124 幅(124/1493,8.31%),每幅平均 DAP 值为 (16.44 ± 11.47) uGy·m²;采用管电压 56 kV 摄片的每幅平均 DAP 值显著高于 85 kV[分别为 (16.44 ± 11.47) 和 (1.93 ± 0.55) uGy·m²],差异有统计学意义($t=6.691,P=0.000$)。

252 例患儿的平均总透视时长为 (199.02 ± 159.84) s,时长范围为 38~988 s,平均 DAP 值为 (240.32 ± 206.20) uGy·m²(表 2)。其中 98.41%(248/252)的患儿存在非必要透视,平均非必要透视时长为 (14.91 ± 18.17) s,时长范围为 1~135 s;非必要透视时长与总时长占比平均值为 $(9.70\%\pm9.43\%)$,占比范围为 0.66%~62.00%(图 3)。

由 21 位放射医师操作完成 252 例患儿的透视下空气灌肠复位,21 位放射医师的工作年限范围为 1~13 年。操作医师工作年限与非必要透视时长、总透视时长均不存在显著相关性,但工作年限与摄片幅数具有负相关性($r_s=-0.181,P=0.004$)。

讨 论

肠套叠是儿童最常见的急腹症之一,病因尚不十分清楚,可能与年龄、体重、喂养方式、腹泻、上呼吸道感染等有一定关系^[5]。透视引导下空气灌肠整复是治疗肠套叠的首选方法,因空气灌肠导致肠穿孔的风险小于免于外科手术复位获得的受益,且不会引起较重的并发症,安全性较高,简单易行^[6]。但透视引导下空气灌肠整复具有潜在的辐射损伤风险,特别是针对儿童群体,根据“合理可行尽量低”原则,应尽可能降低辐射剂量^[4,7]。

本研究中肠套叠空气灌肠整复术的成功率为 95.24%(240/252),穿孔率为 0.40%(1/252),复发率为 12.56%(27/215),与既往研究相符(成功率为 49.3%~95.8%,穿孔率为 0.4%~2.1%,复发率为 2.8%~14%^[8])。本组 1 例患儿空气灌肠过程中出现气腹,考虑为消化道穿孔,终止空气灌肠;此患儿因肠套叠复发,进行了多次空气灌肠,病程较长,这可能是引起穿孔的原因。

灌肠气压是肠套叠整复的重要调节参数,利用气压将套头推开,达到复位目的。本研究中以 7 kPa 为初始气压,85.71%(216/252)的患儿使用 8 kPa 及更

表 2 透视下空气灌肠复位数据统计

指标	灌肠气压(kPa)	非必要透视时长(s)	总透视时长(s)	85kV 摄片数(幅)	56kV 摄片数(幅)
均值	9.06±1.33	14.91±18.17	199.02±159.84	5.92±1.38	
最小值	7	1	38		4
最大值	13	135	998		13
平均 DAP 值(uGy·m ²)			240.32±206.20	1.93±0.55	16.44±11.47

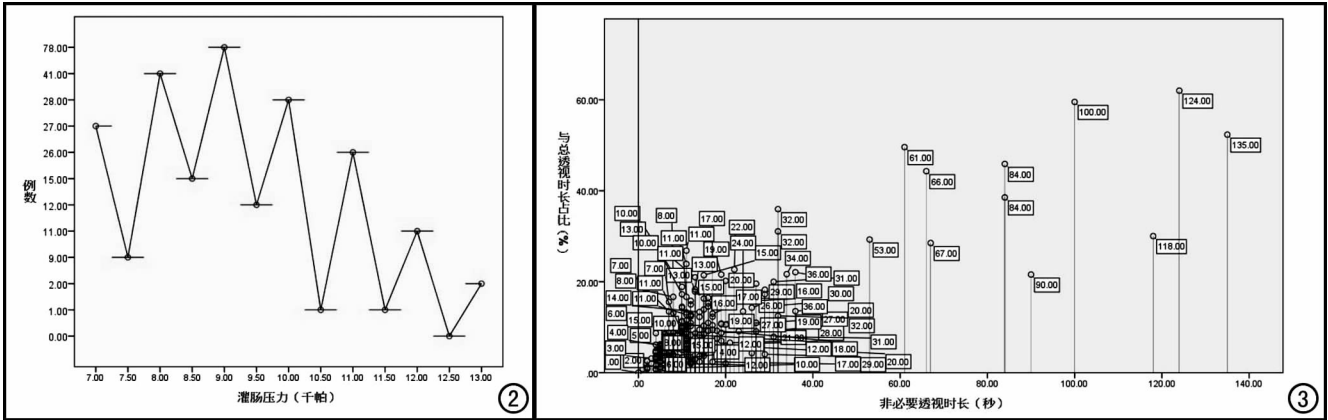


图 2 空气灌肠气压与相应例数。 图 3 非必要透视时长与总时长占比。

高压进行复位,中位值为 9 kPa。由初始气压逐步加压过程中,需要透视观察,而直接提高初始气压至 8 kPa 或更高可减少透视时间,加快复位过程,降低辐射剂量。有研究认为年龄小于 6 个月患儿的肠管发育欠佳,对压力耐受能力较差,为避免肠管破裂或穿孔,初始压力较低为好^[9]。因此,可根据患儿年龄设定不同初始气压,对于年龄较大且情况良好的患儿,可提高初始气压,加快复位过程,减少透视时长。

本研究中透视采用较高的脉冲透视频率(15P/s)可以保证图像显示的连续性,有利于观察套头的连续移动,但辐射剂量较高。既往研究发现 3P/s 即可满足临床诊疗需求,又能降低辐射剂量^[10]。采用管电压 56 kV 摄片的每幅平均 DAP 值显著高于管电压 85 kV [分别为 (16.44 ± 11.47) 和 (1.93 ± 0.55) uGy · m², $P=0.000$]。因为使用自动曝光控制采集图像时,在低管电压下会增加 X 线输出量,才能达到电离室停止曝光阈值,虽增加 X 线输出量能改善图像质量,但必然会增加辐射剂量。在临床工作中,管电压 85 kV 图像与 56 kV 图像均能满足诊疗要求,应选择辐射剂量低的参数采集图像。

降低摄片次数和透视时长能显著减少不必要的辐射暴露^[3]。透视下空气灌肠摄片主要是为留存影像证据和出具报告。应尽量减少摄片幅数,过多摄片对诊疗并无增益,却增加辐射剂量。本研究中对存在非必要透视原因分析如下:未在透视前调整患儿至合适位置和体位,在透视下调整;由于患儿未镇静,家长未有效固定患儿,导致患儿移动至照射野外,需在透视下调整患儿至照射野内;透视时发现患儿身上有异物影响观察,需要去除;肛门内球囊充气不足,导致漏气;患儿家长未夹紧患儿臀部,导致漏气;患儿粪便堵塞导管,导致气体不能充入肠道;操作医师对设备不熟悉等。通过对放射医师加强操作和辐射风险培训,包括在透视前利用射野灯调整患儿至合适体位和位置、去除患儿身上异物、保证充气管道畅通、保证球囊充气足够堵塞肛门;加强与患儿家属的沟通,包括有效固定患儿保持体位不动和夹紧患儿臀部防止漏气等方法,能减少非必要透视从而显著降低辐射剂量。

本研究中操作医师工作年限与非必要透视时长、总透视时长均不具有显著相关性;但工作年限与摄片幅数具有负相关性($r_s=-0.181$, $P=0.004$),即年资高的放射医师倾向于在空气灌肠复位中少摄片,这可能与高年资医师对肠套叠空气灌肠整复的经验更多有关。

相关研究指出,全身麻醉^[11]和深度镇静^[12]有助于提高空气灌肠复位的成功率,这是由于麻醉和镇静增加了腹壁的顺应性,使肠道处于松弛状态。同时由于

患儿配合度的增加,使医师操作方便快捷,从而缩短了透视时间,降低辐射剂量。虽然全身麻醉和深度镇静是安全有效的儿童空气灌肠复位辅助手段^[11,12],但均需麻醉医师参与,此过程可能会增加肠套叠患儿空气灌肠复位的准备时间。

本研究中透视时间和辐射剂量均高于 Cullmann^[13]等的研究结果(平均透视时间为 53.8 s,平均 DAP 值为 11.4 uGy · m²)。这可能与后者研究中患儿均镇静及使用较低的脉冲透视频率(1.56 image/s)有关。本研究中患儿多经其他医院转诊,病程较长,病情较重,增加了空气灌肠复位难度^[14],导致透视时间较长和辐射剂量较高。

通过回顾性分析 252 例儿童肠套叠透视下空气灌肠整复的诊疗过程,笔者发现降低脉冲透视频率、选择合适的摄片参数、适度提高初始灌肠气压、加强操作医师培训、减少非必要透视和摄片幅数、应用镇静与麻醉等,可有效降低辐射剂量。Kaplan 等^[2]研究认为 X 线设备与技术的发展,如脉冲透视、末幅图像保留功能、使用铜滤过、更高效的数字成像设备、定制的器官剂量协议可极大地降低辐射剂量。Cullmann 等^[13]研究认为低频率脉冲透视及辐射风险培训可降低辐射剂量。Suliman 等^[3]研究认为操作者的辐射防护培训是减少患者辐射剂量最方便的方法,并应研究制定患者辐射剂量参考水平。

本研究存在以下不足:①样本量较少,且都来源于同一医院,没有医院间数据的对比;②作为回顾性研究,还未对文中提出的改进方法应用于工作中产生的效果得出结论以作比较;③未制定辐射剂量参考水平。

综上所述,通过降低脉冲透视频率、选择合适的曝光参数、适度提高初始灌肠气压、加强操作医师培训、减少非必要透视和摄片幅数、应用镇静与麻醉等,对降低肠套叠儿童空气灌肠复位的辐射剂量具有临床实用价值。

参考文献:

- [1] Sadigh G, Zou KH, Razavi SA, et al. Meta-analysis of air versus liquid enema for intussusception reduction in children[J]. AJR Am J Roentgenol, 2015, 205(5): W542-W549.
- [2] Kaplan SL, Magill D, Felice MA, et al. Intussusception reduction: effect of air vs. liquid enema on radiation dose[J]. Pediatr Radiol, 2017, 47(11): 1471-1476.
- [3] Suliman A, Elhag B, Alkhorayef M, et al. Estimation of effective dose and radiation risk in pediatric barium studies procedures[J]. Appl Radiat Isot, 2018, 138(1): 40-44.
- [4] 魏伟安, 杨吉钱, 熊胜, 等. 噪声指数结合多模型自适应迭代重建在学龄前儿童上腹部 CT 扫描中的应用价值[J]. 放射学实践, 2021, 36(9): 1137-1141.
- [5] 李小松, 戴翼, 周小渔. 1165 例小儿急性肠套叠的临床流行病学分析[J]. 临床小儿外科杂志, 2015, 14(5): 411-413.

- [6] 杨立健,陈秀秉. 小儿肠套叠的诊治进展[J]. 中国临床研究, 2020,33(2):265-267.
- [7] 唐世龙,程卓,何玲,等. 前瞻性心电门控多期相重建在儿童冠状动脉 CT 检查中的应用[J]. 放射学实践,2021,36(4):529-534.
- [8] 胡思佳,白玉作. 空气灌肠复位与水压灌肠复位治疗小儿肠套叠研究进展[J]. 临床小儿外科杂志,2018,17(1):66-72.
- [9] 何纯刚,邓洪强,吴东波,等. 小儿肠套叠空气灌肠复位术 252 例分析[J]. 临床小儿外科杂志,2014,13(4):359-360.
- [10] 陈玉涛,邓太平. X 射线对小儿肠套叠诊治剂量优化价值探讨[J]. 中国辐射卫生,2016,25(1):101-103.
- [11] Purenne E, Franchi-Abella S, Branchereau S, et al. General anesthesia for intussusception reduction by enema[J]. Paediatr Anaesth, 2012, 22(12):1211-1215.
- [12] Ilivitzki A, Shtark LG, Arish K, et al. Deep sedation during pneumatic reduction of intussusception[J]. Pediatr Radiol, 2012, 42(5):562-565.
- [13] Cullmann JL, Heverhagen JT, Puig S. Radiation dose in pneumatic reduction of ileo-colic intussusceptions-results from a single-institution study[J]. Pediatr Radiol, 2015, 45(5):675-677.
- [14] 肖智祥,许辉煌. 375 例小儿肠套叠空气灌肠及手术的诊治体会[J]. 实用医药杂志,2020,37(4):345-347.

(收稿日期:2021-08-26 修回日期:2022-01-06)



北京大学图书馆
PEKING UNIVERSITY LIBRARY

《中文核心期刊要目总览》入编通知

《放射学实践》主编先生/女士:

我们谨此郑重通知:依据文献计量学的原理和方法,经研究人员对相关文献的检索、统计和分析,以及学科专家评审,贵刊《放射学实践》入编《中文核心期刊要目总览》2020年版(即第9版)临床医学/特种医学类的核心期刊。该书由北京大学出版社出版。书中按《中国图书馆分类法》的学科体系,列出了74个学科的核心期刊表,并逐一对照核心期刊进行了著录。著录项目包括:刊名、并列刊名、主办单位、出版年、出版频率、中图分类号、ISSN号、CN号、邮发代号、编辑部地址、电话、网址、内容简介等。

评选核心期刊的工作是运用科学方法对各种刊物在一定时期内所刊载论文的学术水平和学术影响力进行综合评价的一种科研活动,研究工作量大。北京地区十几所高校图书馆、中国科学院文献情报中心、重庆维普资讯有限公司、中国人民大学书报资料中心、中国学术期刊(光盘版)电子杂志社、中国科学技术信息研究所、北京万方数据股份有限公司、国家图书馆和北京世纪超星信息技术发展有限责任公司等相关单位的百余名专家和期刊工作者参加了研究。

项目组对核心期刊的评价理论、评价方法等问题进行了深入研究,进一步改进了核心期刊评价方法,使之更趋科学合理,力求使评价结果符合客观实际。对于核心期刊的评价仍采用定量评价和定性评审相结合的方法。定量评价指标体系采用了被摘量(全文、摘要)、被摘率(全文、摘要)、被引量、他引量(期刊、博士论文)、影响因子、他引影响因子、5年影响因子、5年他引影响因子、特征因子、论文影响分值、论文被引指数、互引指数、获奖或被重要检索系统收录、基金论文比(国家级、省部级)、Web下载量、Web下载率16个评价指标,选作评价指标统计源的数据库及文摘刊物达48种,统计到的文献数量共计142亿余篇次,涉及期刊13764种。参加核心期刊评审的学科专家1万多位。经过定量筛选和专家定性评审,从我国正在出版的中文期刊中评选出1990种核心期刊。

需要特别指出的是,该研究成果只是一种参考工具书,主要是为图书情报界、出版界等需要对期刊进行评价的用户提供参考,例如为各图书情报部门的中文期刊采购和读者导读服务提供参考帮助等,不应作为评价标准。谨此说明。

顺颂
撰安

《中文核心期刊要目总览》2020年版编委会

