

体感游戏在儿童癌症幸存者中的应用

龚蓉, 崔乃雪, 陈恺悦, 赵佳, 单瑞洁, 张训琪

(山东大学护理与康复学院, 山东 济南 250012)

摘要: **目的** 对体感游戏在儿童癌症幸存者(childhood cancer survivors, CCS)应用的相关研究进行范围综述, 总结体感游戏干预的内容及应用现状, 为医护人员制定 CCS 康复护理方案提供参考。 **方法** 以澳大利亚乔安娜布里格斯中心提出的范围综述指南为方法学指导, 计算机检索 PubMed、Web of Science、Scopus、Embase、EBSCO、Cochrane Library、中国知网、万方数据库、维普数据库和中国生物医学文献数据库; 检索时限为建库至 2025 年 2 月 18 日。 **结果** 共纳入 8 篇英文文献。体感游戏的运动类型以有氧运动为主; 运动强度多为中等强度; 干预频率多为 2~3 次/周, 30~60 min/次; 干预期间根据患儿表现、游戏类型及复杂性, 动态调整干预频率和强度。体感游戏可有效改善 CCS 的身体机能、免疫功能和睡眠质量, 但对心理指标的干预相对有限; 未见不良事件报道; 患儿接受度高。 **结论** 体感游戏作为一种基于电子游戏的身体活动干预, 具有较好的可行性和安全性。未来可开展基于体感游戏移动应用、成本更低且范围更广的相关研究, 建立分场景动态干预体系, 以深入研究体感游戏对 CCS 康复的作用。

关键词: 体感游戏; 儿童癌症幸存者; 运动干预; 康复护理; 范围综述

中图分类号: R473 **文献标志码:** A

Application of exergaming on childhood cancer survivors

GONG Rong, CUI Naixue, CHEN Kaiyue, ZHAO Jia, SHAN Ruijie, ZHANG Xunqi

(School of Nursing and Rehabilitation, Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China)

Abstract: **Objective** To provide references for healthcare professionals in developing rehabilitation and nursing plans for childhood cancer survivors (CCS) by conducting a scoping review of relevant studies on the application of exergaming in CCS, and summarizing the content and current status of exergaming interventions. **Methods** Using the scoping review guidelines developed by the Joanna Briggs Institute as methodological guidance, PubMed, Web of Science, Scopus, Embase, EBSCO, Cochrane Library, CNKI, Wanfang Data, VIP and CBM were searched with a retrieval period spanning from the inception to February 18, 2025. **Results** A total of 8 articles were included. Exergames primarily involved aerobic exercises, exercise intensity was mostly moderate, with a frequency of 2-3 times per week and durations of 30-60 minutes per session. During the intervention period, the frequency and intensity were dynamically adjusted according to the children's performance, game type, and complexity. Exergames improved physical function, immune function, and sleep quality in CCS, but showed limited effects on psychological indicators. No adverse events were reported, and the children showed a high degree of acceptance. **Conclusion** As a physical activity intervention based on video games, exergames have good feasibility and safety. Future research should prioritize cost-effective and scalable exergaming app-based trials, alongside the development of scenario-specific dynamic intervention systems, to further explore the therapeutic role of exergaming in CCS rehabilitation.

Key words: Exergame; Childhood cancer survivors; Exercise intervention; Rehabilitation nursing; Scoping review

随着儿童癌症临床诊断技术和治疗水平的提高,儿童癌症幸存者(childhood cancer survivors, CCS)的5年生存率已达到85%左右^[1]。然而在长期生存中,CCS多遭受可累及心血管系统、呼吸系统、中枢神经系统、内分泌系统和生殖系统等并发症的影响,且焦虑、抑郁等心理问题突出,导致其生活质量下降^[2]。身体活动被认为是癌症治疗的辅助方法之一,可从提高运动耐力,改善心血管功能等方面维持CCS身心健康并提高其生存质量^[3-5]。但也有研究表明,大多数CCS未达到世界卫生组织推荐的运动标准^[6-8],原因包括身体状况不佳、缺少适合的运动空间、缺乏运动指导以及在不良天气或场地条件下参与室外活动存在风险等^[9]。

体感游戏是一种通过肢体动作进行操作的新型电子游戏^[10],可以通过人机互动指导儿童运动,具有趣味性、操作简单、不受天气和场地限制等优点,能够较好解决传统运动干预方式单一、场地要求高和依赖专业人员等局限,已应用于有不同健康问题(如发育迟缓、脑瘫、自闭症等)的儿童群体并显示出积极效果^[11]。目前关于体感游戏在CCS群体中的应用研究数量较少,且具体内容和结局指标存在较大差异,缺乏系统的梳理和总结。本研究通过对国内外关于体感游戏在CCS群体中干预性研究的现状进行范围综述,以为未来开展相关研究和CCS制定个性化康复方案提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究问题

通过文献查阅和小组讨论,确定此次范围综述的研究问题为:①在CCS中应用的体感游戏干预包含哪些内容?②体感游戏干预关注哪些结局指标?③体感游戏干预效果如何?

1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准:①研究对象为CCS(年龄≤19岁);②干预措施为体感游戏;③研究类型包括随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)和类实验性研究;④语言为中文或英文。排除标准:①重复发表;②无法获取全文;③会议论文、评论及编辑回信。

1.3 文献检索策略

计算机检索PubMed、Web of Science、Scopus、Embase、EBSCO、Cochrane Library和中国知网、万方数据库、维普数据库和中国生物医学文献数据库,采用主题词+自由词的检索策略。中文以中国知网为例,检索策略为:SU=(儿童 OR 青少年)AND SU

= (肿瘤 OR 癌症) AND SU = (体感游戏 OR 主动视频游戏 OR 体感交互技术 OR 体感互动游戏 OR 虚拟现实技术);英文检索式以PubMed为例,检索策略为:(child[MeSH] OR adolescent[MeSH] OR child * [Ti/Ab] OR teen * [Ti/Ab] OR adolescent * [Ti/Ab] OR pediatric * [Ti/Ab]) AND (neoplasms[MeSH] OR cancer * [Ti/Ab] OR tumor * [Ti/Ab] OR carcinoma * [Ti/Ab] OR oncology [Ti/Ab] OR neoplasia * [Ti/Ab] OR malignanc * [Ti/Ab]) AND (virtual reality[MeSH] OR video games[MeSH] OR virtual reality [Ti/Ab] OR VR [Ti/Ab] OR active video game [Ti/Ab] OR AVG [Ti/Ab] OR interactive video game [Ti/Ab] OR IVG [Ti/Ab] OR motion sensing game [Ti/Ab] OR video game [Ti/Ab] OR exergame * [Ti/Ab] OR Xbox [Ti/Ab] OR Wii [Ti/Ab])。检索时限均为从建库至2025年2月18日,并筛查文献的参考文献进行补充。

1.4 文献筛选和内容提取

将检索所得文献题录导入Endnote X9软件去重。由2名接受过循证护理培训的研究者独立阅读文献题目与摘要并根据文献纳入与排除标准完成初筛;交叉核对获得一致后,阅读文献全文进行复筛并再次交叉核对,确定纳入文献。2名研究者对资料进行独立提取。资料提取内容包括作者、发表年份、研究类型、疾病类型、干预措施、干预时长、结局指标等。在文献筛选以及资料提取过程中,2名研究者的意见若存在分歧,则与第3名研究者讨论并确实是否纳入。

2 结果

2.1 文献检索结果

经过初步检索获得文献2 044篇。剔除重复文献后剩余1 128篇;阅读文题和摘要排除不相关文献后剩余172篇;通过阅读全文进行复筛,排除研究主题不相关的文献142篇、文献类型不符的文献18篇、无法获取全文的文献4篇。最终纳入来自7项研究的8篇英文文献^[12-19]。筛查参考文献时未发现其他相关文献。

2.2 纳入研究的基本特征

纳入文献的发表时间为2016—2023年,文献研究类型均为RCT;涉及7个国家,共214例CCS,其中试验组共92例,对照组共122例。见表1。

表1 纳入文献基本特征
Table 1 Basic characteristics of included literatures

作者	国家; 年份	干预地点	治疗阶段; 疾病类型	样本量; 干预组/对照组(例)	年龄/岁	干预组	对照组	有无监督	干预时长	结局指标
Sabel 等 ^[12-13]	瑞典; 2016/2017	居家	治疗完成; 脑肿瘤	13; 7/6	7~17	任天堂 Wii, 有氧、平衡运动(5次/周, 30 min/次)	—	有	10周	①②④⑦⑧
Chamorro-Viña 等 ^[18]	加拿大; 2017	医院+居家	治疗中; HSCT	6; 3/3	8~19	任天堂 Wii, 有氧、力量运动(3次/周, 60 min/次)	常规治疗	有	10周	⑤⑦
Hamari 等 ^[14]	芬兰; 2019	医院+居家	治疗中; ALL	36; 17/19	3~16	任天堂 Wii, 有氧、力量、平衡运动(7次/周, 30 min/次)	常规治疗	有	8周	①②③⑦⑧
Benzing 等 ^[15]	瑞士; 2020	居家	治疗完成; 癌症	69; 22/23, 24	7~16	微软 Kinect, 力量运动、认知训练(3次/周, 45 min/次)	工作记忆训练/常规治疗	有	8周	④⑦⑧
Tanriverdi 等 ^[17]	土耳其; 2022	居家	治疗完成; ALL	24; 11/13	6~18	任天堂 Wii, 有氧运动(2次/周, 45 min/次)	常规治疗	无	12周	⑥
Kowaluk 等 ^[16]	波兰; 2022	医院	治疗中; ALL, AML	21; 10/11	7~13	微软 Kinect, 有氧运动(3次/周, 20 min/次)	常规治疗	有	4周	①②⑦
Masoud 等 ^[19]	沙特阿拉伯; 2023	医院	治疗中; ALL	45; 22/23	6~14	任天堂 Wii, 有氧、平衡运动(2次/周, 60 min/次)	常规治疗	有	3周	①②③⑦

注: HSCT 为造血干细胞移植(hematopoietic stem cell transplantation); ALL 为急性淋巴细胞白血病(acute lymphoblastic leukemia); AML 为急性髓系白血病(acute myeloid leukemia)。有无监督指干预过程有无专业人员(儿科癌症医生、物理治疗师、护士等)监督。干预结局指标: ①身体活动水平; ②运动功能; ③疲乏; ④认知功能; ⑤免疫功能; ⑥睡眠质量; ⑦可行性(干预完成率、参与者流失率); ⑧可接受性(使用意愿、患儿满意度)。

2.3 干预的基本内容

2.3.1 运动前准备

在体感游戏开始前, 医护人员通过心肺运动试验评估参与者身体功能^[16]并制订运动策略; 3 篇文章^[12-13, 18]要求患儿进行 10 分钟的热身活动; 2 篇文章^[16, 19]介绍了设备使用方法; 2 篇文章^[18-19]在使用前对设备进行了消毒。

2.3.2 体感游戏设备及类型

8 篇文章的游戏来源均为已有商业游戏, 游戏设备包括任天堂 Wii 和微软 Kinect。6 篇^[12-14, 17-19]使用了 Wii 设备的 Wii Sports(网球、棒球、保龄球、高尔夫球、拳击)和 Wii Fit(瑜伽、力量游戏、平衡游戏、有氧游戏)。2 篇^[15-16]使用了 Kinect 设备, 游戏包括沙滩排球、网球、河流冲击、障碍跑、瀑布跳跃和膝盖洒水。体感游戏所涉及的活动类型包括有氧运动、平衡运动和力量运动。8 篇文章中有 6 篇^[12-15, 18-19]采用了 2 种及以上的运动类型, 其余 2 篇^[16-17]仅采用有氧运动。

2.3.3 运动强度、频率和时间

3 篇文章^[16, 18-19]以训练时的心率定义运动强度, 将介于最大心率(maximum heart rate, HRmax)的 50%~80% 定义为中等强度运动。Kowaluk 等^[16]将训练分为 3 个强度级别, 分别为 70%、75% 和 80% HRmax; 在 Chamorro-Viña 等^[18]的研究中, 当患儿能进行大于 12 次的重复训练时, 上半身的负荷增加 5%, 下半身的负荷增加 10%。纳入研究的运动频率多为 2~3 次/周, 运动时间多为 30~60 min/次。

2.3.4 干预地点、运动过程中监测

纳入的 8 篇文章中, 对正在接受治疗的患儿采取医院干预^[16, 19]或医院和居家结合干预^[14, 18], 对已完成治疗的患儿采取居家干预^[12-13, 15, 17]。医院干预由医护人员面对面监督并使用便携式血氧仪^[15, 18]和/或 Polar 心率监测表^[15, 17-18]监测血氧饱和度^[18](保持 ≥ 92%)及心率^[15, 17-18](维持在目标心率之内)。1 篇文章^[14]监测了干预期间的呼吸次数和呼吸频率; 1 篇文章在运动过程中随时评估患儿疲劳

程度^[19]。居家干预主要由父母监督,医护人员通过每周线上会议进行指导或监督^[12-13]。

2.4 干预的结局指标及效果

2.4.1 可行性、可接受性和安全性

5 篇文献^[12-14,18-19]报告了干预的完成率为 77%~100%;3 篇文献^[12-13,15]报告了患儿退出与缺少时间、疾病复发和外出旅游有关。4 篇文献^[12-15]报告了患儿对体感游戏有较强的使用意愿及较高的满意度,认为体感游戏是有趣、可坚持的运动。所有文献均未报道运动相关的不良事件。

2.4.2 疗效性指标和效果

疗效性指标包括身体活动水平、运动功能、疲乏、认知、免疫功能和睡眠质量。①身体活动水平:4 篇文献通过传感器^[12,14]、问卷^[14,16,19]或活动日记^[14]测量身体活动水平,其中 3 篇^[12,16,19]报告体感游戏能提高 CCS 身体活动水平并减少久坐行为。②运动功能:4 篇文献分别使用《布尼氏动作熟练度测试》第 2 版^[12]、《儿童标准运动协调能力评估测试》第 2 版^[14]、心肺运动试验^[16]和 6 分钟步行试验^[19]测量运动功能,其中 3 篇文献^[12,16,19]报告体感游戏能增强 CCS 运动功能。③疲乏:2 篇文献^[14,19]采用儿童多维疲劳量表评估疲乏,其中 1 篇文献^[19]报告疲乏得到改善。④认知功能:2 篇文献^[13,15]使用认知测试评价认知功能,但均报告无显著效果。⑤免疫功能:1 篇文献^[18]报告体感游戏能提高 HSCT 患儿的免疫功能。⑥睡眠质量:1 篇文献^[17]报告体感游戏能改善 ALL 患儿的睡眠质量。

3 讨论

3.1 体感游戏在 CCS 应用中具有可行性和安全性

本研究显示,体感游戏应用于 CCS 的康复护理是可行的。原因包括:①体感游戏以沉浸式游戏化互动为特色,可有效引导 CCS 完成运动训练;且趣味性强,可显著提高儿童青少年身体活动的参与度及依从性^[20]。②现有设备(如任天堂 Wii、微软 Kinect)技术较成熟^[21],操作界面直观,儿童无需熟练的运动技能即可参与^[11]。③游戏的运动强度可通过设备调节^[22],既能适配 CCS 的身体功能,又能通过渐进式训练提升运动量,达到运动目标。④体感游戏对场地条件要求低,可在家庭或医院中游玩,打破了传统运动对场地的限制。

本研究显示,体感游戏对 CCS 是安全的。原因包括:①体感游戏多为中等强度运动^[10],且运动中可监测 CCS 心率、血氧等指标,避免了过度运动的风

险;②室内运动发生跌倒、碰撞等意外伤害的风险低^[23],符合 CCS 因免疫力低下需避免受伤的需求。

3.2 体感游戏能改善 CCS 的身体机能、免疫功能和睡眠质量,但对心理指标的干预相对有限

在癌症治疗过程中,健康教育、心理干预、运动干预等非药物干预措施对患者的康复至关重要。其中运动干预因简单、有效、易操作等优势,被应用于癌症患者中并表现出良好的效果^[24]。体感游戏作为一种运动干预形式,可通过丰富多样的游戏动作,如跳跃、伸展、旋转等,有效锻炼 CCS 的肌肉力量、协调性、平衡能力等,帮助其恢复身体机能,提高 CCS 的身体活动水平和运动功能,与体感游戏在其他儿童人群中的干预效果类似^[25-27]。此外,体感游戏能增强 CCS 的免疫功能和提高睡眠质量,可能与体感游戏能够促进血液循环、增强心肺功能和改善代谢水平有关。

有研究表明,CCS 在长期治疗和康复过程中,可能因病情反复和治疗副作用引发躯体形象改变和社交活动受限,导致焦虑、抑郁等情绪问题^[28],且部分化疗药物(如甲氨蝶呤、皮质类固醇)的神经毒性作用可能造成认知功能损害^[29]。目前在 CCS 人群的体感游戏研究中,多聚焦于身体活动与运动能力的提升,较少探讨心理层面的干预效果。对其他人群的研究显示,体感游戏可通过沉浸式体验和成就激励,有效缓解使用者的负面情绪^[30-31];具有认知任务^[32]和高运动强度^[33]的体感游戏能提高认知功能。医疗机构可组建跨学科团队(包括儿科医生、心理治疗师、康复师、游戏设计师等),根据患儿体能、情绪及认知状态分级设定游戏强度;开发商可开发更有适配性的体感游戏并设计隐喻式剧情(如扮演“免疫细胞战士”角色对抗癌细胞),使患儿能通过象征性任务强化抗病心理韧性;家长可参与多人互动游戏,通过肢体接触传递情感支持。未来需进一步研究体感游戏在 CCS 心理领域的应用,以促进 CCS 身心的健康发展。

3.3 现有体感游戏在 CCS 中干预的不足和启示

针对 CCS 的体感游戏干预研究存在一定局限。①研究样本量普遍较小、患儿的年龄和治疗阶段差异大以及随访记录少^[16];②体感游戏的游戏设备成本较高,且内容可能无法长时间吸引患儿的兴趣^[34];③干预多集中在医院或家庭等单一场景,缺乏分场景对照研究,难以评估不同环境对 CCS 运动效益的差异。目前国内已开发多款体感游戏移动应用(application, APP),如天天跳绳、活力街、口袋节奏等,已在提高健康小学生的身体活动水平和运动

兴趣方面取得了显著成效^[35]。未来可开展基于体感游戏 APP,成本更低且范围更广的相关实验,建立分场景动态干预体系,以深入研究体感游戏对 CCS 康复的作用。

综上所述,体感游戏能有效改善 CCS 的身体机能,未来可完善实验设计,开展更多相关研究,为制定更合理的干预方案提供科学依据,以提升 CCS 生活质量,促进其身心的健康成长。

参考文献:

- [1] Miller KD, Fidler-Benaoudia M, Keegan TH, et al. Cancer statistics for adolescents and young adults, 2020 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2020, 70(6): 443-459.
- [2] Salchow J, Mann J, Koch B, et al. Comprehensive assessments and related interventions to enhance the long-term outcomes of child, adolescent and young adult cancer survivors-presentation of the care for caya-program study protocol and associated literature review[J]. *BMC Cancer*, 2020, 20(1): 16. doi:10.1186/s12885-019-6492-5
- [3] Moberg L, Fritch J, Westmark D, et al. Effect of physical activity on fatigue in childhood cancer survivors: a systematic review [J]. *Support Care Cancer*, 2022, 30(8): 6441-6449.
- [4] Rapti C, Dinas PC, Chryssanthopoulos C, et al. Effects of exercise and physical activity levels on childhood cancer: an umbrella review [J]. *Healthcare (Basel)*, 2023, 11(6): 820. doi:10.3390/healthcare11060820
- [5] Barlow-Krelina E, Chen Y, Yasui Y, et al. Consistent physical activity and future neurocognitive problems in adult survivors of childhood cancers: a report from the childhood cancer survivor study[J]. *J Clin Oncol*, 2020, 38(18): 2041-2052.
- [6] Grydeland M, Bratteteig M, Rueegg CS, et al. Physical activity among adolescent cancer survivors; the PACCS study[J]. *Pediatrics*, 2023, 152(3): e2023061778. doi: 10.1542/peds.2023-061778
- [7] Schindera C, Weiss A, Hagenbuch N, et al. Physical activity and screen time in children who survived cancer: a report from the swiss childhood cancer survivor study[J]. *Pediatr Blood Cancer*, 2020, 67(2): e28046. doi: 10.1002/pbc.28046
- [8] 欧阳娜,蔡瑞卿,龚霓,等. 恶性肿瘤患儿治疗期间体力活动阻碍因素的质性研究[J]. *解放军护理杂志*, 2019, 36(3): 33-36.
OUYANG Na, CAI Ruiqing, GONG Ni, et al. The barriers of physical activity for children with malignant tumor during treatment: a qualitative study[J]. *Military Nursing*, 2019, 36(3): 33-36.
- [9] Kappellmann L, Gotte M, Krombholz A, et al. Factors that influence physical activity behavior in children and adolescents during and after cancer treatment: a qualitative systematic review of the literature[J]. *Pediatr Exerc Sci*, 2024, 36(2): 106-114.
- [10] 陈佳豪,周大亮,徐菁,等. 体感游戏:促进儿童青少年体适能的新型锻炼方式[J]. *杭州师范大学学报(自然科学版)*, 2023, 22(6): 658-665.
CHEN Jiahao, ZHOU Daliang, XU Jing, et al. Exergame: a novel approach promoting physical fitness in children and adolescents[J]. *Journal of Hangzhou Normal University (Natural Science Edition)*, 2023, 22(6): 658-665.
- [11] Tripette J, Murakami H, Ryan KR, et al. The contribution of Nintendo Wii Fit series in the field of health: a systematic review and meta-analysis [J]. *PeerJ*, 2017, 5: e3600. doi:10.7717/peerj.3600
- [12] Sabel M, Sjölund A, Broeren J, et al. Active video gaming improves body coordination in survivors of childhood brain tumours [J]. *Disabil Rehabil*, 2016, 38(21): 2073-2084.
- [13] Sabel M, Sjölund A, Broeren J, et al. Effects of physically active video gaming on cognition and activities of daily living in childhood brain tumor survivors: a randomized pilot study[J]. *Neurooncol Pract*, 2017, 4(2): 98-110.
- [14] Hamari L, Järvelä LS, Lähteenmäki PM, et al. The effect of an active video game intervention on physical activity, motor performance, and fatigue in children with cancer: a randomized controlled trial [J]. *BMC Res Notes*, 2019, 12(1): 784. doi: 10.1186/s13104-019-4821-z
- [15] Benzing V, Spitzhüttl J, Siegwart V, et al. Effects of cognitive training and exergaming in pediatric cancer survivors—a randomized clinical trial[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2020, 52(11): 2293-2302.
- [16] Kowaluk A, Wózniewski M. Interactive video games as a method to increase physical activity levels in children treated for leukemia[J]. *Healthcare (Basel)*, 2022, 10(4): 692. doi:10.3390/healthcare10040692
- [17] Tanriverdi M, Cakir E, Akkoyunlu ME, et al. Effect of virtual reality-based exercise intervention on sleep quality in children with acute lymphoblastic leukemia and healthy siblings: a randomized controlled trial [J]. *Palliat Support Care*, 2022, 20(4): 455-461.
- [18] Chamorro-Viña C, Valentín J, Fernández L, et al. Influence of a moderate-intensity exercise program on early NK cell immune recovery in pediatric patients after reduced-intensity hematopoietic stem cell transplantation [J]. *Integr Cancer Ther*, 2017, 16(4): 464-472.
- [19] Masoud AE, Shaheen AAM, Algabbanni MF, et al. Effectiveness of exergaming in reducing cancer-related fa-

- tigue among children with acute lymphoblastic leukemia; a randomized controlled trial[J]. *Ann Med*, 2023, 55(1): 2224048. doi:10.1080/07853890.2023.2224048
- [20] Farič N, Yorke E, Varnes L, et al. Younger adolescents' perceptions of physical activity, exergaming, and virtual reality: qualitative intervention development study[J]. *JMIR Serious Games*, 2019, 7(2): e11960. doi:10.2196/11960
- [21] Bonnechère B, Jansen B, Omelina L, et al. The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review[J]. *Int J Rehabil Res*, 2016, 39(4): 277-290.
- [22] Hocking DR, Farhat H, Gavrilă R, et al. Do active video games improve motor function in people with developmental disabilities? A meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2019, 100(4): 769-781.
- [23] Spomer AM, Conner BC, Schwartz MH, et al. Audiovisual biofeedback amplifies plantarflexor adaptation during walking among children with cerebral palsy[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2023, 20(1): 164. doi: 10.1186/s12984-023-01279-5
- [24] Hooke MC, Rodgers C, Taylor O, et al. Physical activity, the childhood cancer symptom cluster-leukemia, and cognitive function: a longitudinal mediation analysis[J]. *Cancer Nurs*, 2018, 41(6): 434-440.
- [25] 王小龙, 杨田田, 刘钊, 等. 体感游戏在超重及肥胖儿童青少年中的应用[J]. *中国儿童保健杂志*, 2023, 31(10): 1096-1100.
WANG Xiaolong, YANG Tiantian, LIU Zhao, et al. Research progress on the application of motion sensing games in children and adolescents with overweight or obesity[J]. *Chinese Journal of Child Health Care*, 2023, 31(10): 1096-1100.
- [26] 杨婷婷, 李鑫, 俞鑫璐, 等. 体感游戏对脑瘫儿童上肢功能影响的系统评价[J]. *中国儿童保健杂志*, 2023, 31(5): 535-540.
YANG Tingting, LI Xin, YU Xinlu, et al. Systematic review of the effects of motion sensing game on upper limb function in children with cerebral palsy[J]. *Chinese Journal of Child Health Care*, 2023, 31(5): 535-540.
- [27] Li S, Song Y, Cai Z, et al. Are active video games useful in the development of gross motor skills among non-typically developing children? A meta-analysis[J]. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 2022, 14(1): 140. doi:10.1186/s13102-022-00532-z
- [28] Brinkman TM, Recklitis CJ, Michel G, et al. Psychological symptoms, social outcomes, socioeconomic attainment, and health behaviors among survivors of childhood cancer: current state of the literature[J]. *J Clin Oncol*, 2018, 36(21): 2190-2197.
- [29] van der Plas E, Modi AJ, Li CK, et al. Cognitive impairment in survivors of pediatric acute lymphoblastic leukemia treated with chemotherapy only[J]. *J Clin Oncol*, 2021, 39(16): 1705-1717.
- [30] Santos IKD, Medeiros RCDS, Medeiros JAD, et al. Active video games for improving mental health and physical fitness-an alternative for children and adolescents during social isolation: an overview[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(4): 1641. doi:10.3390/ijerph18041641
- [31] Yen H, Chiu H. Virtual reality exergames for improving older adults' cognition and depression: a systematic review and meta-analysis of randomized control trials[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2021, 22(5): 995-1002.
- [32] 闻嘉宁, 金秋艳, 张琦, 等. 认知参与型身体活动对发展儿童青少年执行功能的效果: 基于 ICF 的系统综述[J]. *中国康复理论与实践*, 2024, 30(1): 44-53.
WEN Jianing, JIN Qiuyan, ZHANG Qi, et al. Effect of cognitively engaging physical activity on developing executive function of children and adolescents: a systematic review based on ICF[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice*, 2024, 30(1): 44-53.
- [33] 贾雯旭, 张功. 体感游戏改善注意缺陷多动障碍儿童执行功能的研究进展[J]. *教育生物学杂志*, 2022, 10(4): 328-337
JIA Wenxu, ZHANG Gong. Research progress of exergaming in improving brain executive function of children with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Journal of Bio-education*, 2022, 10(4): 328-337.
- [34] Liang Y, Lau PW. Effects of active videogames on physical activity and related outcomes among healthy children: a systematic review[J]. *Games Health J*, 2014, 3(3): 122-144.
- [35] 孙彬. “互联网+”背景下济南市小学体育家庭作业的设计与应用研究: 以“天天跳绳”APP 为例[D]. 济南: 山东体育学院, 2023.

(编辑: 郑潇)