

冬奥会运动相关头部损伤与赛事场馆医疗保障

王佳宁¹, 杨渝平^{1,2}, 敖英芳^{1,2*}

1. 北京大学第三医院运动医学科, 北京大学运动医学研究所, 运动医学关节伤病北京市重点实验室, 北京 100191
2. 北京大学第三医院崇礼院区运动医学科, 张家口 076350

摘要 冬季奥林匹克运动头部损伤多见于高山滑雪、单板及自由式滑雪和冰球项目中, 正确佩戴头盔、设置缓冲装置能够有效降低颅骨骨折发生率以及头部损伤严重程度。国内大型冰雪运动场地和赛事场馆周边的医疗基础相对薄弱, 应汲取既往赛事和国外先进经验, 结合实地情况从冬季运动的损伤发生特点出发, 联合高水平医疗单位, 提高诊断处置和转运效率, 完善分科转诊机制, 保障各类人群安全。

关键词 冬季运动; 头部损伤; 医疗保障

冬季奥林匹克运动会比赛项目具有移动速度快、转向幅度大、技巧动作复杂、腾空时间较长等特点。在充分锻炼提高参与人群身体核心力量、反应速度、敏捷性和抗寒能力的同时, 也不可避免的会发生各类运动损伤。目前对于冬季奥林匹克运动项目相关运动损伤研究, 以骨骼肌肉运动系统为主^[1-3]。相比夏季奥林匹克运动会, 在冬季奥林匹克运动会运动损伤中, 头颈部损伤发病率高, 其中脑震荡 (concussion) 最为常见, 其发病率是夏季奥林匹克运动会的2倍^[4]。对于运动相关头部损伤及脑震荡的研究, 过去几十年从致伤机制到病理、生

理改变以及防护措施都有了较深入的进展, 但对于此类损伤潜在严重性和致命风险的警惕性仍需提高^[4-9]。特别对于冬季体育运动项目尤其是大型冰雪赛事, 由于竞赛激烈、速度快、技巧性强, 一旦发生此类损伤就有可能在短时间内危及运动员的生命^[10-16]; 而此类运动和赛事场馆通常位于距离城市中心较远的地区, 在地理及气象环境条件复杂的山区或峡谷地带, 场馆应急医疗团队和设施的配备、转运途径的调配和目的地选择就显得尤为重要^[4, 17-24]。本文综述运动相关头部损伤特别是冬季奥林匹克运动项目相关头部损伤的发生机制、病生

收稿日期: 2021-11-21; 修回日期: 2021-12-29

基金项目: 张家口市重点研发计划项目(20110004D, 21110006D); 国家重点研发计划项目(2019YFF0302305)

作者简介: 王佳宁, 主治医师, 研究方向为运动系统急性慢性创伤诊断与治疗, 电子信箱: dricimitus@sina.com; 敖英芳 (通信作者), 教授, 研究方向为运动创伤基础与临床, 电子信箱: aoyingfang@163.com

引用格式: 王佳宁, 杨渝平, 敖英芳. 冬奥会运动相关头部损伤与赛事场馆医疗保障[J]. 科技导报, 2022, 40(2): 5-12; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2022.02.001

理过程特点和预防措施,汲取既往赛事和国外先进经验,从冬季运动的损伤发生特点出发,分析提高诊断处置和转运效率、完善分科转诊机制、保障各类人群安全的举措。

1 运动相关头部损伤

运动相关头部损伤有对中枢神经系统造成永久、不可逆的功能损害的风险。由体育运动引发的头部损伤约占儿科头部损伤病例的10%和成人的18%^[25]。而运动相关的外伤性脑损伤(traumatic brain injury, TBI),是运动相关头部损伤中最常见的致死因素,约70%的创伤性死亡和20%的永久性残疾与之相关^[25]。与常规认知不同,这类损伤并非仅见于专业高水平运动员。据美国疾控中心(The Centers for Disease Control and Prevention, CDC)的统计数据,4年中,美国全国范围内送往医院就医的运动相关非致死性TBI病例逾20万例,每年运动相关TBI的总量估计在160万~380万例^[26]。

运动相关头部损伤按照致伤机制可以分为直接损伤和对冲损伤2类。其中,直接损伤指静息状态下头部受到猛烈冲击,造成冲击点深方脑组织显著损伤;对冲损伤指头部在运动状态中与固定物体发生撞击,造成冲击点反向部位脑组织显著损伤,多见于颞叶和额叶^[5-6,27]。多数致伤过程都是旋转和线性加速共同作用的结果,旋转加速多数由头部快速转动引起,可以造成深部脑组织牵拉引发弥漫性轴索损伤,即脑震荡;而线性加速是通过拉长和挤压效应造成局部脑组织损伤^[5,26-27]。作用于头部的撞击并非是脑组织产生加速运动的必要条件,大学生橄榄球运动员脑震荡病例中,约有34.6%并不存在撞击过程^[27]。需要注意的是,如果存在颅骨骨折,无论线性骨折或凹陷性骨折,都可以造成脑组织的直接损伤,在损伤发生的过程中,脑脊液作为缓冲装置,通过将局部应力转化为均匀应力保护脑组织^[6]。由于颅骨骨折造成的板障静脉和硬脑膜动静脉破裂多造成硬膜外血肿,典型表现为伤后意识丧失(loss of consciousness, LOC)和清醒交替出现,CT上颅内血肿呈现梭型。由于局部脑组织损伤发

生出血多造成硬膜下血肿,无明显中间清醒期,CT上颅内血肿多成弯月形^[28]。由于高水平运动员通常体型更大、运动速度更快,在运动中发生头部损伤的后果可能更为严重。

在运动相关头部损伤中,脑震荡是最常见的诊断,传统上以TBI发生后出现的一过性精神功能和意识水平的改变为特征性表现,可能包含短暂意识丧失,逆行性遗忘,复视、眩晕、平衡能力下降、恶心呕吐、耳鸣等^[5-6,26-27]。通常轻微创伤性脑损伤可以等同于脑震荡^[25]。研究认为,运动相关性脑震荡(sport related concussion, SRC)包含以下特征:(1)可以由直接作用于头面部、颈部和身体其他部位的暴力传导至脑部所致;(2)通常可以迅速引起短暂的一过性神经功能障碍,自主症状和阳性体征可能持续数分钟到数小时;(3)可以造成神经病理性改变,但急性期的症状和体征多数情况下反应功能紊乱而非结构性损伤,在影像学上多数无异常发现;(4)所有的症状和体征都可能不伴有意识丧失,与用药、饮酒以及其他医疗相关状况无关^[25]。目前脑震荡的发病机制尚不完全明确,普遍认为意识障碍主要是神经系统受损的结果;与颅脑损伤时脑脊液的冲击、颅内压力变化、脑血管功能紊乱、脑干的机械性牵拉或扭曲等因素有一定关系,合并受力部位的神经元线粒体,轴突肿胀、间质水肿;与脑脊液中乙酰胆碱和钾离子浓度升高,影响轴突传导或脑组织代谢的酶系统紊乱有关^[5-6,8,27,29]。可以通过脑功能核磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI),评估脑震荡发生后神经系统血流和氧耗变化判断预后的作用^[29]。二次冲击综合征(second impact syndrome, SIS)是一种罕见的毁灭性TBI,最早在2013年被报道的病例是17岁高中美式足球运动员Cody Lehe,引起了广泛的关注^[30-31]。这种损伤多发生于青少年,在先前的轻微头部损伤完全康复之前经受第2次头部损伤时发生,可能造成严重的脑组织水肿和出血,引发永久残疾或致死^[32-33]。至此,对于TBI和脑震荡的早期诊断、处理以及伤后日常及运动功能的恢复过程,引发了更多的关注和研究。

目前的专家共识中,训练和比赛中发生可能存

在脑震荡风险的损伤后,医务人员需要第一时间进场终止运动员的训练和比赛,并且应用 SCAT5 (Sport Concussion Assessment Tool-5th Edition) 量表对运动员进行神经功能评估^[34]。对于发生 SRC 的运动员,需要密切监测其症状体征变化,警惕成人病例在伤后 2 周和儿童病例在伤后 4 周仍存在的神经系统症状和体征,必要时前往专科诊所监测神经系统影像学、体液生化指标。进一步治疗计划可以涵盖轻度有氧训练、物理治疗和行为训练等,需充分依据个体化设计方案。症状基本消失后,生理状况的恢复需要遵循循序渐进、密切监督和高度个体化的原则^[8,25,29]。

2 冬奥会运动相关头部损伤

历届冬季奥林匹克运动会,均存在运动员训练和赛事相关的运动损伤发病率高、严重损伤发病率高,特别是高山滑雪、单板及自由式滑雪和冰球项目损伤发病率高的特点^[1-3]。

2.1 雪上项目相关头部损伤

滑雪运动是在低摩擦力环境下进行的高速运动,并且依据项目特点需进行腾空、翻转、反复跳跃和快速转向等高难度技巧动作,对于参与人员身体素质和技术能力要求高,易于发生运动损伤。在对历届冬季奥林匹克运动会运动损伤的流行病学研究中,高山滑雪、单板及自由式滑雪等雪上项目运动损伤发生率处于所有项目前列^[1-3]。滑雪项目相关头部损伤的 83% 发生在雪面上,多数发生在下斜坡(63%),最常见的触地次序是雪板—上肢—骨盆—背部—头部^[35]。

高山滑雪几乎是世界上无辅助动力运动中速度最快、危险性最高的项目,对运动员的力量、核心稳定性、爆发力、有氧和无氧耐力、协调控制能力、平衡能力和关节活动度等各项身体素质要求极高。高速滑行过程中的摔倒和撞击可能导致严重的头部损伤,造成功能障碍、肢体残疾甚至死亡^[36]。头部损伤发生率在(0.77~3.8)/10 万次滑行,多数是初一—中级爱好者,是送医院诊治的最常见诊断^[36]。TBI 也是高山滑雪导致成人和儿童死亡最常见的

原因,发生时平均年龄约 30 岁^[37]。50% 的头部损伤是在坡面摔倒,最著名的案例可能莫过于一级方程式赛车世界冠军迈克尔·舒马赫 2013 年 12 月发生的滑雪事故,据分析当时的滑行速度超 100 km/h,摔倒后迈克尔·舒马赫的头部与雪道外岩石发生猛烈撞击,造成了严重的后果。另有 42%~47% 的头部损伤由撞击引起^[36-37],其中,与其他单板和自由式滑雪者撞击造成的头部损伤约占 58% 和 34%,与树木撞击和吊塔撞击占 4% 和 3%^[36]。另有 2.5% 的头部损伤与跳跃运动有关^[36]。高山滑雪运动员在坡面摔倒时,侧向和后向摔倒分别占比 45% 和 35%,造成头盔后方和侧面冲击^[35]。多数情况下,高山滑雪造成的头部损伤都较轻微,脑震荡是最常见的诊断^[37],而正确佩戴头盔能够在很大程度上避免脑震荡和颅骨骨折的发生几率^[13]。

相比高山滑雪,在坡道和地形公园进行的单板或自由式滑雪更易于大众参与,是各类滑雪场及度假村最常见的休闲滑雪项目。仅在 2016—2017 年,美国就有近 1000 万人进行单板及自由式滑雪,各滑雪场和度假村有记录的访问人次达 5500 万,造成约 14 万次需急诊处理的滑雪相关损伤^[37],其中约 20% 是头部损伤^[38]。单板和自由式滑雪在历届冬季奥运会中的运动损伤发生率均位居前列,接近当届平均运动损伤发生率的 2 倍^[1-3]。单板滑雪人群头部损伤发病率(6.33~6.5)/10 万次滑行,明显高于自由式的(1.03~3.8)/10 万次滑行,女性头部损伤发生率高于男性^[12,36]。头部损伤在单板及自由式滑雪运动损伤中约占 3%~20%,其中 22% 可能造成意识丧失或脑震荡,24% 的脑震荡较为严重,可能造成 28 天以上缺席训练和比赛^[12,38-39]。技巧性动作和高速滑行造成的 TBI 是最常见的死亡原因,发病率有逐年增加的趋势,发病人群呈现年轻化倾向^[13,37-39]。多数头部损伤发生在初级和中级道滑行中摔倒的初一—中级爱好者,跳跃引发的头部损伤明显多于高山滑雪,在单板滑雪中占 30%,远高于自由式滑雪中的 2.5%^[36],反映了这两种滑行方式之间的差异。在单板滑雪者中,最常见的器质性损伤为空中动作或落地失误造成撞击引起的硬膜下血肿,不同于发生在自由式滑雪的颅骨骨折^[10,36]。急性硬

膜下血肿多由于在坡道上向后摔倒造成的枕部撞击引发, 皮层下出血和脑挫裂伤多由跳跃动作后与U型槽和跳台发生颞部撞击造成^[39]。需要注意的是, 较小的撞击暴力也可能造成迟发性硬膜下血肿的出现, Uzura等报道了1例与U型槽发生撞击后5周出现的迟发性硬膜下血肿病例^[40]。每年滑雪时间长、通常在地形公园进行单板滑雪的高技术水平年轻男性, 由于其跳跃动作多、技巧动作多、滑行速度快、有冒险倾向, 是头部损伤发生率最高的人群^[41-43]。多数情况下, 单板与自由式运动员在坡面上发生后向摔倒(单板77%, 自由式53%), 造成头盔后部冲击^[35]。与障碍物(树木、岩石、缆车吊塔)撞击虽然是最不常见的损伤机制, 但可能造成更为严重的头部损伤^[10]。正确佩戴头盔有助于减少头部损伤的发生几率和严重性, 同时并不增加颈部损伤的发病率^[42, 44]。

对于北欧滑雪类项目如跳台滑雪、越野滑雪、北欧两项和冬季两项的头部损伤发病率的报道极少, 但由于其比赛时间长, 存在高暴力冲击的风险, 与周围环境和因技术失误摔倒造成的头部损伤同样不容忽视^[11]。

2.2 冰上项目相关头部损伤

人类冰上运动的历史可以追溯到芬兰南部发现的4000年前人类活动遗迹, 目前冬季奥林匹克运动会的冰上项目包括冰球、滑冰(速度滑冰、短道速滑、花样滑冰)、冰壶、雪橇和雪车^[45]。

冰球由于参赛人员密集、移动快速频繁、对抗激烈的特点, 运动系统损伤发病率高达15.6/1000 AE(运动员风险暴露, athlete exposure, AE)^[46], 历届冬奥会中冰球的运动损伤发病率和严重程度都居于各单项之首^[1-3]。头面部损伤是冰球比赛中最常见的损伤, 占损伤总数的39.8%, 头部损伤在头面部损伤中占28%, 绝大多数是脑震荡, 是造成运动员缺席训练和比赛最常见的原因之一^[14-15]。冰球是一项在硬质冰面上快速滑行寻求对抗的体育项目, 球员在训练和比赛过程中, 由于与冰面、挡板、冰球和球棍以及其他球员发生碰撞, 均有可能造成脑震荡的发生, 男子比赛中多于女子比赛^[16]。其中与其他球员直接接触发生的脑震荡占总数的91%,

23%为合理冲撞、55%为犯规冲撞(头部冲撞42%, 后方冲撞13%)、13%为意愿外冲撞; 在后方冲撞引发的脑震荡中, 90%以上发生于和挡板撞击之后; 值得注意的是, 打斗引起的脑震荡约占总数的7%(奥运会中禁止)^[11, 14-15]。在冰球场上, 两翼的球员脑震荡发病率最高, 占总数37%, 中部和防守球员占23%和38%, 守门员位置发病率最低为1%, 进攻当中发生的脑震荡是防守当中的2倍^[16]。目前在冰球场四周安置的挡板, 更多地应用更柔韧的材料, 有效降低了撞击的力量并且增加了制动距离, 降低了与之相撞造成的头部损伤几率和严重程度^[14-15, 47]。

目前对于短道速滑项目的头部损伤发病率缺乏准确报道, 脑震荡约占高水平运动员赛事损伤总数的6%, 与高速滑行过程中摔倒引发的头部冲击有关, 在比赛中更为常见^[7]。头盔和场边衬垫可以有效地预防颅骨骨折, 其中头盔能够有效地防护由于线性加减速造成的局部脑组织损伤, 但对于旋转效应引发的脑震荡防护能力较弱^[7, 48]。

雪橇、雪车和钢架雪车项目的头部损伤罕见于各类报道, 但历届冬奥会唯一1例运动员死亡案例就发生在2010年温哥华冬奥会的雪橇训练中, 故此类项目在高速急转过程中发生高能损伤的潜在致死性风险, 必须引起参赛人员、赛场工作人员和医务人员的重视^[49]。

2.3 头部损伤的预防

目前对于头部损伤通常通过头部损伤指标(head injury criterion, HIC)进行描述和评估。

$$HIC = \max(t_1 - t_2) \left\{ (t_2 - t_1) \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} \right\}$$

式中, a 表示头部加速度(以重力加速度 g 为单位), t_1 和 t_2 为冲击起止时间, 单位为 s ^[26]。由此可见, 加速度越大、冲击时间越短, 造成的损伤暴力越大, 越可能引发严重的头部损伤。通过正确地佩戴头盔可以有效增加头部质量降低加速度, 配备良好的头盔内衬结构和场边衬垫可以通过增加缓冲结构、延长冲击时间起到降低损伤的危害程度, 预防颅骨骨折、头皮撕裂伤和颈椎损伤的保护作用^[50]。有报道称, 正确佩戴头盔能够将脑震荡的发生风险降低

22%~60%,不正确佩戴头盔的人群常常有尝试危险动作的倾向,其人群特征多数为年轻男性,单板滑雪者,技术水平较高,在山地和地形公园滑行时间较长^[43,51-52]。Porter等报道,佩戴头盔的滑雪者更容易出现“风险代偿”,即更倾向于尝试危险性较高的动作,这一倾向在不规律配搭头盔的人群中体现的更为明显,从而更多的暴露于相对严重的损伤过程中^[50-51]。Steenstrup等通过对FIS世界杯高山滑雪赛事选手摔倒前速度的重建和模拟发现,碰撞前头部移动速度可达6.8 m/s,超出了各类头盔的设计防护标准(5.4~6.5 m/s),而佩戴头盔能够有效地降低颅骨骨折的发生率^[13,35,39]。有观点认为,佩戴头盔可能造成颈部损伤几率升高,近年来的多项研究显示了不同的结果,佩戴头盔在发生摔伤时,能够在不增加颈部损伤几率的情况下,有效防止头部损伤的发生^[13,35,39,51-52]。

3 冬奥会项目头部损伤与冰雪赛事场馆医疗保障

目前国内大型冬季运动场馆主要位于城市的郊区地带,距离大型医疗机构较远,对处理较大数量冬季运动损伤的能力有所欠缺^[17]。举办如冬季奥林匹克运动会等高级别冬季运动赛事,除了需要应对参赛运动员、教练员的伤病状况外,还需考虑应对场地工作人员、媒体记者、观众等多样人群在工作过程和观赛中出现的各类伤病;同时,冰雪运动损伤存在发病率高,特别是严重损伤发病率高,头部损伤高发且存在潜在致死风险的特点,发生地点多处于冰雪覆盖的山川、峡谷,并且可能伴随着恶劣天气、低阻力地面和能见度的干扰,这对场馆医疗工作提出了更高的要求和挑战^[4,21-24]。

在以往大型赛事中,竞赛场馆内会设置1个专职运动员医疗站和1个专职观众医疗站,专职观众医疗站的服务范围包含场馆员工、志愿者、媒体和安保人员等,每个医疗站配备生命支持设备和少量检测设备。每个场馆都有配备随时待命救护车的应急医疗队(emergency medical services, EMS),同时有可以覆盖多个场馆的直升机医疗转运(heli-

copter medical service, HMS)在指挥控制中心随时待命。每个比赛场馆内都安排了2名具备医师资质的场馆医疗官(venue medical officer/supervisor),负责制定、监督执行场馆医疗计划,协调急救小组工作,同时还负责为场馆和医疗站挑选医疗志愿者,包括医师、护师、急救人员。每个场馆都有自己独立的无线电医疗工作联络频道。设立在滑雪度假村内的滑雪比赛场,还包含了由度假村雪上急救团队组成的现场急救力量,负责对坡道和地形公园内发生损伤的运动员进行识别、初步急救和转运至场地医疗站的工作。场地医疗站是在比赛场地的起点和终点设立的配备取暖设备的医疗帐篷,有雪上急救队指挥、急救医师和急救员待命,并配备有基础生命支持设备、氧气和除颤仪(automated external defibrillator, AED)。急救队将受伤运动员转运至场地医疗站进行评估后,依据损伤情况决定下一步分流方向^[18,21-24]。在场馆医疗站内,均配备安装了医疗病例采集系统的电脑,负责将救治对象的个人信息、伤病状况、治疗情况和转归分流情况进行记录和整理,便于追踪随访和接收医院以此为依据采取进一步医疗措施^[23-24]。

在对2022年北京冬季奥运会张家口赛区崇礼区的多个大型滑雪场地的研究表明,平日滑雪损伤发病率为3.38例/d,周末和节假日是平日的2倍,达到了7.65例/d,每年1—2月儿科滑雪损伤病例数量最多,头颈部损伤比例较高^[7]。在崇礼云顶和太舞滑雪场举办的2019—2020年度国际雪联世界杯分站赛事中,头颈部损伤发病率占总体的37.5%,5例出现了脑震荡^[18],在测试赛过程中还发现,冰雪运动发展水平较高的代表队,普遍拥有专职的随队医生进行初步的伤情判断和处置,一些受伤运动员经队医处理后便能重返赛场,部分代表队甚至拥有专科运动创伤医师;而一些综合实力相对较弱的代表队,队医的角色往往由教练兼任,无法很好地保证运动员的训练和比赛安全^[53]。这提示未来大型赛事中的医疗保障资源要适当向实力较弱、没有队医配备的代表队倾斜。

在北京冬奥会筹备、场地及赛事测试过程中,发现原有的场地医疗软硬件配备和近地医疗机构

(张家口市崇礼区人民医院)的接收、处理、转运能力在冬季奥运会临近、滑雪人数和损伤病例逐渐增多的大背景下显得相对不足。王艳兵等进行的一项国内调查发现,崇礼的4个大型滑雪场安全管理体系不够完善,救援设施设备陈旧并且医疗队伍资质未能达到安全经营要求,这些都提示滑雪场医疗站应该进一步提升医疗条件,以满足滑雪场的医疗需求^[54]。北京大学第三医院接管崇礼区人民医院为北京大学第三医院崇礼院区并开始国家级区域创伤医疗中心建设,这一局面得到很大改善,运动医学科室的建立和运转,大型先进影像设备的投入使用,直升机转运途径的建立,以高铁、高速公路为基础的便捷交通网络投入使用都为崇礼周边滑雪场的日常运营、FIS世界杯赛事以及即将开幕的北京冬奥会的赛事保障提供了良好的基础^[17,19-20,55]。在此基础上,从伤病的不同人群、部位、严重程度和时间段分布的特点出发,我们在近地医疗机构针对日益增长的儿童滑雪人群和损伤病例设立儿童骨科专科,针对头面部和脊柱损伤建立口腔颌面外科以及神经外科专科;针对平日和假日人流量和损伤数量差异配备足够的应急资源设立更为合理的值班班制度;针对潜在的严重损伤病例设立必要的重症识别、处理、转运路径。同时联合周边滑雪场和医疗机构设立通信和协作联动网络;对于滑雪者进行更全面的安全教育、伤病急救知识普及以及更严格的安全守则执行监督,这些举措对中国冰雪运动的开展、水平提高和伤病防治起到积极的推动作用^[17,19-20,55]。

4 结论

从致伤机制上看,运动相关头部损伤可分为直接损伤和对冲损伤两类。脑震荡是运动相关头部损伤最常见的诊断,包含了一系列的症状和功能障碍,可能造成严重的后果,引发了长期持久的关注、研究逐步深入。

冬季奥林匹克运动会比赛项目,易于发生各类运动损伤特别是头部损伤,脑震荡最为常见。高山滑雪、单板及自由式滑雪以及冰球项目的头部损伤多发,致伤机制和人群分布各有特点,正确的佩戴

头盔以及设置安全缓冲设施可以有效地降低头部损伤的严重程度和危害。

目前中国冬季运动基础较为薄弱,大型冬季运动场所和赛事场馆的医疗保障水平相对不足。通过对第24届冬季奥林匹克运动会崇礼赛区场馆及近地医疗机构在既往雪季和测试赛事中的运动损伤收治处理情况进行综述,汇总分析了损伤特点和人群分布,汲取过往大型冰雪赛事医疗保障经验,从当地实际情况出发,展望了联合高水平医疗单位,提高诊断处置和转运效率,完善分科转诊机制,保障群众运动和专业赛事医疗安全的进一步发展方向。

参考文献 (References)

- [1] Engebretsen L, Steffen K, Alonso J M, et al. Sports injuries and illnesses during the Winter Olympic Games 2010 [J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2010, 44(11): 772-780.
- [2] Soligard T, Steffen K, Palmer-Green D, et al. Sports injuries and illnesses in the Sochi 2014 Olympic Winter Games [J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2015, 49(7): 441-447.
- [3] Soligard T, Palmer D, Steffen K, et al. Sports injury and illness incidence in the PyeongChang 2018 Olympic winter games: A prospective study of 2914 athletes from 92 countries [J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2019, 53(17): 1085-1092.
- [4] Steffen K, Soligard T, Engebretsen L. Health protection of the Olympic athlete [J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2012, 46(7): 466-470.
- [5] Cantu R C. Head injuries in sport [J]. *British Journal of Sports Medicine*, 1996, 30(4): 289-296.
- [6] Cantu R C. Athletic head injuries [J]. *Clinics in Sports Medicine*, 1997, 16(3): 531-542.
- [7] Toth C. The epidemiology of injuries to the nervous system resulting from sport and recreation [J]. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 2009, 20(1): 1-28.
- [8] Lovell M. The neurophysiology and assessment of sports-related head injuries [J]. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 2009, 20(1): 39-53.
- [9] Davis G A, Ellenbogen R G, Bailes J, et al. The Berlin international consensus meeting on concussion in sport [J]. *Neurosurgery*, 2018, 82(2): 232-236.
- [10] Weinstein S, Khodae M, VanBaak K. Common skiing and snowboarding injuries [J]. *Current Sports Medicine Reports*, 2019, 18(11): 394-400.
- [11] Chaze B, McDonald P. Head injuries in winter sports: Downhill skiing, snowboarding, sledding, snowmobiling,

- ice skating and ice hockey[J]. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 2009, 20(1): 287–293.
- [12] Steenstrup S E, Bere T, Bahr R. Head injuries among FIS World Cup alpine and freestyle skiers and snowboarders: A 7-year cohort study[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2014, 48(1): 41–45.
- [13] Ackery A, Hagel B E, Provvidenza C, et al. An international review of head and spinal cord injuries in alpine skiing and snowboarding[J]. *Injury Prevention*, 2007, 13(6): 368–375.
- [14] Tuominen M, Stuart M J, Aubry M, et al. Injuries in women's international ice hockey: An 8-year study of the World Championship tournaments and Olympic Winter Games[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2016, 50(22): 1406–1412.
- [15] Tuominen M, Stuart M J, Aubry M, et al. Injuries in men's international ice hockey: A 7-year study of the International Ice Hockey Federation Adult World Championship Tournaments and Olympic Winter Games[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2015, 49(1): 30–36.
- [16] Tuominen M, Hänninen T, Parkkari J, et al. Concussion in the international ice hockey World Championships and Olympic Winter Games between 2006 and 2015[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2017, 51(4): 244–252.
- [17] Chen N, Yang Y, Jiang Y, et al. Injury patterns in a large-scale ski resort in the host city of 2022 Winter Olympic Games: A retrospective cross-sectional study [J]. *BMJ Open*, 2020, 10(11): e037834.
- [18] 马骁, 王佳宁, 陈拿云, 等. 2019—2020 国际雪联滑雪世界杯医疗保障情况分析[J]. *中国运动医学杂志*, 2021, 40(5): 360–363.
- [19] 杨渝平, 马骁, 陈拿云, 等. 中国崇礼某大型雪场大众滑雪者损伤情况分析[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2021, 53(2): 273–278.
- [20] 杨渝平, 马骁, 陈拿云, 等. 冬奥会雪场医疗站和近地医疗保障医院在滑雪运动伤救治体系中的作用[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2021, 53(3): 580–585.
- [21] Grissom C K, Finnoff J T, Murdock D C, et al. Nordic venue medical services during the 2002 Winter Olympics[J]. *The Journal of Emergency Medicine*, 2006, 30(2): 203–210.
- [22] Allen T L, Jolley S J, Cooley V J, et al. The epidemiology of illness and injury at the alpine venues during the Salt Lake City 2002 Winter Olympic Games[J]. *The Journal of Emergency Medicine*, 2006, 30(2): 197–202.
- [23] Blank C, Schamasch P, Engebretsen L, et al. Medical services at the First Winter Youth Olympic Games 2012 in Innsbruck/Austria[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2012, 46(15): 1048–1054.
- [24] Watanabe K, Akama T, Asakawa S, et al. Medical services at the 2017 Sapporo Asian winter games: Injury and illness epidemiology at a 34-nation multisport event[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2019, 53(1): 32–36.
- [25] McCrory P, Meeuwisse W, Dvorak J, et al. Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2017, 51(11): 838–847.
- [26] Park M S, Levy M L. Biomechanical aspects of sports-related head injuries[J]. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 2009, 20(1): 29–38.
- [27] Chorley J N. Sports-related head injuries[J]. *Current Opinion in Pediatrics*, 1998, 10(4): 350–355.
- [28] 王忠诚. 王忠诚神经外科学[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2005.
- [29] Lovell M. The management of sports-related concussion: Current status and future trends[J]. *Clinics in Sports Medicine*, 2009, 28(1): 95–111.
- [30] Weinstein E, Turner M, Kuzma B B, et al. Second impact syndrome in football: New imaging and insights into a rare and devastating condition: Case report[J]. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 2013, 11(3): 331–334.
- [31] Cooley J. The Impact of Cody Lehe[M]. Bloomington: Inspiring Voices, 2014.
- [32] Cantu R C. Second-impact syndrome[J]. *Clinics in Sports Medicine*, 1998, 17(1): 37–44.
- [33] McLendon L A, Kralik S F, Grayson P A, et al. The controversial second impact syndrome: A review of the literature[J]. *Pediatric Neurology*, 2016, 62: 9–17.
- [34] Echemendia R J, Meeuwisse W, McCrory P, et al. The sport concussion assessment tool 5th edition (SCAT5): Background and rationale[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2017, 51(11): 848–850.
- [35] Steenstrup S E, Bakken A, Bere T, et al. Head injury mechanisms in FIS World Cup alpine and freestyle skiers and snowboarders[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2018, 52(1): 61–69.
- [36] Bere T, Bahr R. Injury prevention advances in alpine ski racing: Harnessing collaboration with the International Ski Federation (FIS), long-term surveillance and digital technology to benefit athletes[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2014, 48(9): 738–738.
- [37] Pierpoint L A, Kerr Z Y, Grunwald G, et al. Effect of environmental conditions on injury rates at a Colorado ski resort[J]. *Injury Prevention*, 2020, 26(4): 324–329.
- [38] Haider A H, Saleem T, Bilaniuk J W, et al. An evidence based review: Efficacy of safety helmets in reduction of head injuries in recreational skiers and snowboarders[J]. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2012, 73(5): 1340.
- [39] Steenstrup S E, Mok K M, McIntosh A S, et al. Head impact velocities in FIS World Cup snowboarders and freestyle skiers: Do real-life impacts exceed helmet testing standards?[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2018, 52(1): 32–40.
- [40] Uzura M, Taguchi Y, Matsuzawa M, et al. Chronic sub-

- dural haematoma after snowboard head injury[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2003, 37(1): 82–83.
- [41] Audet O, Hagel B E, Nettel-Aguirre A, et al. What are the risk factors for injuries and injury prevention strategies for skiers and snowboarders in terrain parks and half-pipes? A systematic review[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2019, 53(1): 19–24.
- [42] Sulheim S, Holme I, Ekeland A, et al. Helmet use and risk of head injuries in alpine skiers and snowboarders [J]. *The Journal of the American Medical Association*, 2006, 295(8): 919–924.
- [43] Willick S E, Wagner G, Ericson D, et al. Helmet use and risk-taking behavior among skiers and snowboarders [J]. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2019, 29(4): 329–335.
- [44] Hagel B E, Pless I B, Goulet C, et al. Effectiveness of helmets in skiers and snowboarders: Case-control and case crossover study[J]. *British Medical Journal*, 2005, 330(7486): 281.
- [45] 王佳宁, 敖英芳. 冬季奥运会与主要冬季项目运动损伤[J]. *科技导报*, 2020, 38(6): 11–24.
- [46] McKay C D, Tufts R J, Shaffer B, et al. The epidemiology of professional ice hockey injuries: A prospective report of six NHL seasons[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2014, 48(1): 57–62.
- [47] Poutiainen P, Peltonen J, Isolehto J, et al. Comparison of impact characteristics of four different ice hockey arena dasher boards[J]. *European Journal of Sport Science*, 2014, 14(1): 11–18.
- [48] Karton C, Rousseau P, Vassilyadi M, et al. The evaluation of speed skating helmet performance through peak linear and rotational accelerations[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2014, 48(1): 46–50.
- [49] Wakefield W E. Citius, Altius, Fortius: At Whose Expense? Making sense of the death of Nodar Kumaratishvili at the 2010 Olympic Winter Games[C]//Problems, Possibilities, Promising Practices: Critical Dialogues on the Olympic and Paralympic Games. Ontario: Western University Canada, 2012: 105.
- [50] Porter E D, Trooboff S W, Haff M G, et al. Helmet use is associated with higher Injury Severity Scores in alpine skiers and snowboarders evaluated at a Level I trauma center[J]. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2019, 87(5): 1205–1213.
- [51] Russell K, Christie J, Hagel B E. The effect of helmets on the risk of head and neck injuries among skiers and snowboarders: A meta-analysis[J]. *Canadian Medical Association Journal*, 2010, 182(4): 333–340.
- [52] Cusimano M D, Kwok J. The effectiveness of helmet wear in skiers and snowboarders: A systematic review [J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2010, 44(11): 781–786.
- [53] 王佳宁, 龚熹. 从赛场医疗保障角度看滑雪运动损伤[J]. *科技导报*, 2020, 38(6): 53–57.
- [54] 王艳兵, 王文霞, 樊晓兵, 等. 高山滑雪场游客安全救护模式研究——以张家口崇礼区为例[J]. *河北北方学院学报(社会科学版)*, 2017, 33(2): 109–112.
- [55] 杨渝平, 孔思敏, 邓佳良, 等. 休闲滑雪者和滑雪运动员急性运动损伤的比较[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2021, 53(5): 838–842.

Winter Olympic sports related head injuries and related medical service in event venue

WANG Jianing¹, YANG Yuping^{1,2}, AO Yingfang^{1,2*}

1. Department of Sports Medicine, Peking University Third Hospital. Institute of Sports Medicine of Peking University.

Beijing Key Laboratory of Sports Injuries, Beijing 100191, China

2. Department of Sports Medicine, Peking University Third Hospital Chongli, Zhangjiakou 076350, China

Abstract The high incidence of the head injuries related to the Winter Olympic Games is the focus in the event medical service. The head injuries are more common in the alpine skiing, the snowboard and freestyle skiing and the ice hockey. Correctly wearing a helmet with related protective devices can effectively reduce the incidence of the skull fractures and the severity of the head injuries. The medical foundation in the domestic large-scale winter resorts and event venues is relatively underdeveloped. We should study related injuries in the previous events and learn from the advanced foreign experiences, focusing on the characteristics of the winter sports injuries, and with the coordination of various high-level medical units to improve the efficiency of the diagnosis, the treatment and the transportation.

Keywords winter sports; head injury; medical service ●



(责任编辑 傅雪)