

脂肪栓塞综合征的临床表现及影像诊断分析

但倩,吴海燕,黄昀桀,罗飞,李旭雪

(四川省骨科医院医学影像科,四川 成都 610041)

【摘要】 目的:探讨脂肪栓塞综合征患者的临床及影像学表现特点。方法:自 2021 年 1 月至 2022 年 10 月回顾性分析 13 例因骨折或骨科手术发生脂肪栓塞患者的临床表现,其中男 11 例,女 2 例;年龄 17~60 岁。入院后或术后发生精神及呼吸异常、生命体征改变,患者胸部、颅脑影像检查结果异常,对患者的精神及呼吸异常、生命体征、胸部及颅脑影像结果进行连续监测。结果:主要临床表现肺呼吸异常 13 例、中枢神经功能异常 7 例、斑点皮疹 2 例,胸部 CT 结果为弥漫性分布的磨玻璃影 13 例,严重时表现为“暴风雪”征;9 例磨玻璃样融合实变;5 例可见多发结节影;4 例伴有双侧胸腔积液。5 例头颅 CT 表现为阴性,1 例头颅 MRI 表现为基底节区、放射冠、半卵圆中心、丘脑及额顶叶皮层及皮下多发 T1WI 低信号,T2WI 高信号影,DWI 高信号影,表现为“星空征”。结论:脂肪栓塞综合征致死率高,呼吸系统及神经系统的临床表现没有特异性,皮肤斑点皮疹具有特征性表现;“暴风雪”征是脂肪栓塞胸部 X 线及 CT 检查的特异性表现,“星空征”是脂肪栓塞颅脑 MRI 检查弥散加权序列的典型表现。

【关键词】 脂肪栓塞综合征; 临床表现; 影像学

中图分类号:R683

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.20221304

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Clinical manifestation and imaging diagnostic analysis of fat embolism syndrome

DAN Qian, WU Hai-yan, HUANG Yun-jie, LUO Fei, LI Xu-xue (Department of Medical Imaging, Sichuan Orthopaedics Hospital, Chengdu 610041, Sichuan, China)

ABSTRACT **Objective** To explore characteristics of clinical and imaging findings in patients with fat embolism syndrome. **Methods** From January 2021 to October 2022, clinical manifestations of 13 patients with fat embolism due to fracture or orthopaedic surgery were retrospectively analyzed, including 11 males and 2 females, aged from 17 to 60 years old. Mental and respiratory abnormalities and changes in vital signs occurred after admission or after surgery, and patient's chest and brain imaging results were abnormal. The patient's mental and respiratory abnormalities, vital signs, chest and brain imaging results were continuously monitored. **Results** The main clinical manifestations of fat embolism syndrome were abnormal pulmonary respiration in 13 patients, abnormal central nervous function in 7 patients, and spotted rash in 2 patients. Chest CT showed diffuse distribution of ground glass shadows in 13 patients, and severe symptoms were "snowstorm". Nine patients with ground glass fusion consolidation, 5 patients with multiple nodules and 4 patients accompanied by bilateral pleural effusion. Head CT findings of 5 patients were negative, and head MRI findings of 1 patient showed multiple T1WI low signal, T2WI high signal shadow, DWI high signal shadow, and "starry sky sign" in basal ganglia, radiative crown, hemioval center, thalamus, frontal parietal cortex and subcortex. **Conclusion** Fat embolism syndrome has a high mortality rate. Clinical manifestations of respiratory system and nervous system are not specific, and the skin spot rash has a characteristic manifestation. The "blizzard" sign is the specific manifestation of chest X-ray and CT examination of fat embolism, and the "starry sky" sign is the typical manifestation of diffusion-weighted sequence of brain MRI examination of fat embolism.

KEYWORDS Fat embolism syndrome; Clinical manifestation; Imaging

脂肪栓塞综合征^[1-2]是发生于肺循环中存在脂肪球情况下的临床相关综合征,通常发生在受伤后 24 h 内,主要表现包括斑点皮疹、精神状态恶化和进行性呼吸功能不全等体征和症状。然而,并非所有脂

肪栓塞都会进展到脂肪栓塞综合征。脂肪栓塞综合征致死率高,可导致多器官衰竭和死亡。脂肪栓塞临床并不少见,但对其报道不多。本研究回顾性分析 2021 年 1 月至 2022 年 10 月 13 例因骨折或骨科手术发生脂肪栓塞患者的临床表现、胸部及头颅影像检查结果,探讨脂肪栓塞综合征的临床表现,及其在胸部和颅脑的影像表现特点,现报告如下。

1 临床资料

诊断标准:根据 GURD 和 WILSON^[3]提出的诊

基金项目:四川省干部保健科科研课题项目(编号:川干研 2021-608)

Fund program:Scientific Research Topic Project of Cadre Health Care Department in Sichuan Province(No. 2021-608)

通讯作者:但倩 E-mail:8687919@qq.com

Corresponding author:DAN Qian E-mail:8687919@qq.com

断标准。主要症状:(1)呼吸系统症状:表现为呼吸急促(>35 次/分)。(2)非颅脑损伤的脑部症状。(3)皮下出血点,主要发生在颈、胸、腹部皮下。次要症状:发热,通常<39°,心动过速(>120 次/分),视网膜病变(脂肪或瘀斑),黄疸,肾改变(少尿或无尿),贫血(血红蛋白较入院下降 20%),血小板下降(血小板值较入院下降 50%),红细胞沉降率高(>71 mm·h⁻¹),脂肪巨球蛋白血症。在以上标准必须出现 2 种主要症状和体征,或 1 种主要症状和 4 种次要症状或体征。排除标准:有新进颅脑外伤、肺部感染病史。

本研究因骨折或骨科手术发生的脂肪栓塞患者 13 例,男 11 例,女 2 例;年龄 17~60 岁。13 例患者基线资料情况见表 1。

2 检查方法

(1)胸部及头颅 CT 检查。患者取仰卧位,采用 GE BrightSpeed CT,由专业技师行胸部及头颅 CT 检

查。(2)颅脑 MRI。患者仰卧位,采用 3.0 GE SIGNA Architect,由专业技师利用头颅专用线圈进行检查,行头颅 T2WI 序列轴位(TR 4 561 ms,TE 100 ms,层厚 5 mm),T2-FLAIR 序列轴位(TR 9 000 ms,TE 100 ms,层厚 5 mm),T1-FLAIR 序列轴位 (TR 1 750 ms,TE MIN FULL,层厚 5 mm),T2WI 序列矢状(TR 4 004 ms,TE 100 ms,层厚 5 mm),弥散加权成像(diffusion-weighted imaging,DWI)(b=0,b=1 000)。(3)所有检查结果传输至图片存档及通信系统 (picture archiving and communication systems,PACS),由 2 名高年资医师对图像进行独立分析,意见不一致时,经协商取得一致性意见。分析病变的形态、分布及范围大小。

3 结果

(1)胸部影像表现。13 例胸部 CT 结果表现为弥漫性分布的磨玻璃影(图 1 白色弯箭头),严重时表现为“暴风雪”征(图 1,图 2)。5 例可见多发结节影

表 1 脂肪栓塞综合征 13 例患者基线资料
Tab.1 General data of 13 patients with fat embolism syndrome

患者序号	性别	年龄/岁	入院诊断	临床表现及时间点	发生脂肪栓塞后的影像检查项目
1	男	32	腰椎多发压缩骨折;右股骨中段骨折;左足距骨、跟骨、外踝骨折;左足距舟关节脱位	术后第 1 天呼吸急促、精神萎靡;口唇面色略显苍白;氧饱和度减低	胸部 CT、头颅 CT
2	女	60	右肱骨远端骨折;右股骨颈骨折;双侧多发肋骨骨折	术后意识障碍,心脏骤停,术后第 1~2 天,睑结膜略显苍白;氧饱和度减低	胸部 CT、头颅 CT
3	男	28	右股骨远端、胫骨平台、腓骨小头骨折;左足距骨骨折	术后胸闷气紧,恶心呕吐,面色略苍白,贫血貌;氧饱和度减低	胸部 CT、头颅 CT
4	男	20	右股骨上段骨折;左肱骨中下段骨折;胸椎多发压缩骨折	牵引后烦躁、谵妄;口唇面色稍白,当日夜间出现咳嗽;氧饱和度减低	胸部 CT、头颅 CT
5	男	17	左足跟骨骨折;骨盆多发骨折;多发腰椎压缩骨折	入院后咳嗽、胸闷、呼吸困难,颈部散在红色丘疹,贫血;氧饱和度减低	胸部 CT
6	男	23	右侧股骨上段骨折;双侧肋骨多发骨折	胫骨牵引后胸部及腹部疼痛,呼吸困难,痰中带血;解黑大便两次,贫血貌;精神萎靡不振,面色苍白,眼结膜苍白,四肢皮温低,甲床苍白;颈胸腹大量皮疹;氧饱和度减低	胸部 CT
7	男	28	右髌骨、股骨、腓骨小头骨折;右腕骨骨折,右手掌骨骨折;左胫、腓骨中段骨折	术后第 1 天精神萎靡;咳嗽、气短;唇甲苍白,贫血貌;氧饱和度减低	胸部 CTPA
8	女	40	左胫腓骨中段骨折;右侧肋骨多发骨折	术后第 1 天精神萎靡,头晕、乏力;气短;面色苍白,眼结膜苍白,贫血貌;氧饱和度减低	胸部 CT
9	男	50	右胫骨、腓骨骨折;右肱骨骨折;左尺、桡骨骨折;左侧股骨骨折;左侧耻骨嵴骨折	术后咳嗽、气短;面色苍白,眼结膜苍白,贫血貌;氧饱和度减低	胸部 CT
10	男	40	双胫腓骨骨折	术后第 1 天,气短,贫血貌;氧饱和度减低	胸部 CTPA
11	男	46	右侧髌骨骨折;右侧股骨上段骨折	术后,胸闷气短、咳嗽;面色苍白,贫血貌;氧饱和度减低	胸部 CT
12	男	21	双侧股骨上段骨折	牵引后出现意识障碍;氧饱和度减低	胸部 CT、头颅 CT 及 MRI
13	男	35	右足距骨骨软骨损伤	术后氧饱和度减低,咳嗽、呼吸困难、口唇面色略显苍白	胸部 CTPA

(图 1 白色直箭头),直径为 0.4~0.8 cm,主要分布在胸膜下;9 例磨玻璃样融合实变(图 3 白色弯箭头)。4 例伴有双侧胸腔积液(图 4)。(2)头颅影像表现。13 例中仅 5 例行头颅 CT 检查,均为阴性;1 例因头颅 CT 检查结果阴性,进一步行 MRI 检查,表现为基底节基底节区、放射冠、半卵圆中心、丘脑及额顶叶皮层及皮层下多发斑点状 T1WI 低信号,T2WI 高信号,FLAIR 呈高信号,DWI 呈高信号,ADC 呈低信号影,病灶部分融合,大小为 3~10 mm(图 5)。

4 讨论

脂肪栓塞的病理生理学尚不清楚,目前有力学理论、生化理论和凝聚理论 3 种理论。力学理论假设脂肪颗粒来源于骨折骨的髓腔或脂肪组织中的脂肪细胞破裂后释放。这些脂肪颗粒通过损伤部位附近撕裂的静脉到达肺血管床,大脂肪球作为栓子导致肺毛细血管机械性阻塞^[4]。较小的液滴可能穿过肺到达全身循环,导致脑、肾、皮肤或视网膜栓塞^[5]。生化理论很好地解释非创伤性和延迟性脂肪栓塞的机制。生物化学理论认为,脂肪栓塞综合征的临床表现归因于一种炎症环境^[6]。脂肪球到达肺毛细血管后,

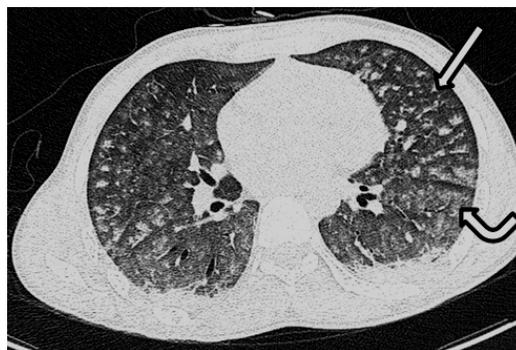


图 1 患者,男,23 岁,胸部 CT 表现为“暴风雪”征象,可见多发结节影(白色直箭头),主要分布于胸膜下;斑片状磨玻璃影(白色弯箭头),主要分布在双肺下叶

Fig.1 Patient,male,23-year-old,chest CT showed "snowstorm" signs and multiple nodules (straight white arrows),mainly distributed in the subpleura,and patchy ground glass shadows (white curved arrows),mainly distributed in the lower lobes of both lungs

被肺细胞产生的脂肪酶水解,产生高浓度的甘油和游离脂肪酸,对肺泡和内皮细胞产生毒性作用^[5],导致血管源性水肿和出血^[6]。C-反应蛋白在这些患者中升高,可能参与了非创伤性脂肪栓塞综合征的延

表 2 脂肪栓塞综合征 13 例患者胸部及头颅影像表现
Tab.2 Chest and cranial imaging findings in 13 patients with fat embolism syndrome

患者序号	胸部影像表现	头颅影像表现
1	双肺弥漫性分布的磨玻璃影,部分融合实变。	头颅 CT 未见明显异常
2	双肺弥漫分布磨玻璃影,部分融合实变。	头颅 CT 未见明显异常
3	双肺胸膜下多发磨玻璃影,双肺下叶病灶融合实变,胸腔少量积液。	头颅 CT 未见明显异常
4	双肺下叶胸膜下多发斑片状磨玻璃密度影,部分实变。	头颅 CT 未见明显异常
5	双肺弥漫分布玻璃密度影,双肺弥漫分布磨玻璃影,部分融合实变,双肺多发结节影,呈“暴风雪征”。	无头颅影像检查
6	双肺弥漫分布玻璃密度影,双肺多发结节影,呈“暴风雪征”,双侧胸腔少量积液。	无头颅影像检查
7	双肺弥漫性分布的磨玻璃影,部分融合实变,胸部 CTPA 肺动脉未见明显充盈缺损。	无头颅影像检查
8	双侧弥漫分布磨玻璃影,双肺下叶融合实变,双侧胸膜下多发结节影,双侧胸腔积液。	无头颅影像检查
9	双侧弥漫分布磨玻璃影,部分融合实变,双侧胸腔积液。	无头颅影像检查
10	双肺多发结节影,双肺下叶实变,双侧胸腔积液;胸部 CTPA 肺动脉未见明显充盈缺损。	无头颅影像检查
11	双肺多发结节影,双肺下叶多发斑片状磨玻璃影。	无头颅影像检查
12	双肺下叶胸膜下斑片状磨玻璃密度影。	头颅 CT 结果阴性,头颅 MRI 表现为基底节基底节区、放射冠、半卵圆中心、丘脑及额顶叶皮层及皮层下多发斑点状 T1WI 低信号,T2WI 高信号,FLAIR 高信号,DWI 高信号,ADC 低信号影,病灶部分融合,大小 3~10 mm,呈“星场征”。
13	双肺弥漫分布磨玻璃影,部分融合实变,以双肺下叶为著;胸部 CTPA 肺动脉未见明显充盈缺损。	无头颅影像检查

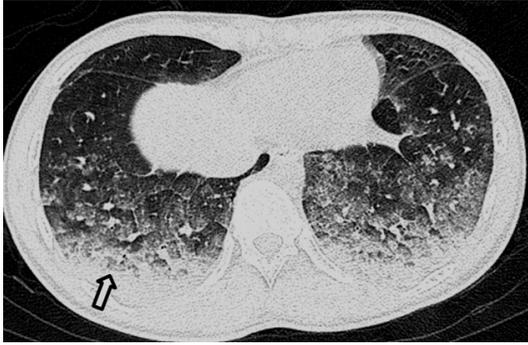


图 2 患者,男,17岁,胸部 CT 表现为“暴风雪”征,双肺下叶磨玻璃影进一步融合为实变(白色直箭头)

Fig.2 Patient, male, 17-year-old, chest CT showed a "blizzard" sign, and the ground glass shadow in the lower lobe of both lungs further fused into solid lesions (straight white arrows)

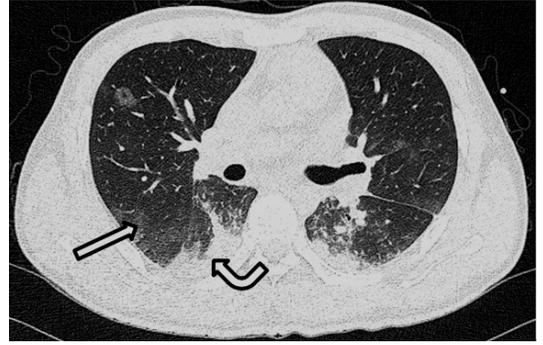


图 3 患者,男,28岁,胸部 CT 示多发斑片状磨玻璃影(白色直箭头)及实变影(白色弯箭头)

Fig.3 Patient, male, 28-year-old, chest CT showed multiple patchy ground glass shadows (white straight arrow) and solid shadows (white curved arrow)

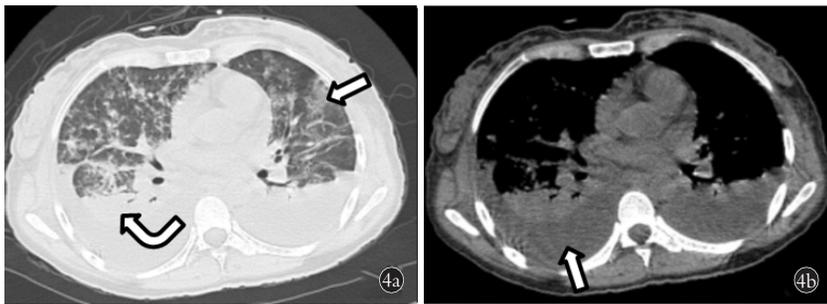


图 4 患者,女,40岁,胸部 CT 示双肺多发斑片状磨玻璃影(4a 白色直箭头)及双肺下叶实变(4a 白色弯箭头),双侧胸腔积液(4b 白色直箭头)

Fig.4 Patient, female, 40-year-old, chest CT showed multiple specular ground glass shadows in both lungs (4a white straight arrow), lower lobe consolidation in both lungs (4a white curved arrow), and bilateral pleural effusion (4b white straight arrow)

迟发病机制。凝聚理论认为长骨骨折后激活补体系统和外源性凝血系统^[5],释放的纤维蛋白和纤维蛋白降解产物会导致血管内凝血,并且这些产物与白细胞、脂肪球和血小板结合,通过释放血管活性物质,直接作用于内皮细胞,增加肺血管通透性,进一

步导致肺损伤^[6]。但凝血理论无法解释非创伤性脂肪栓塞综合征的病因。这 3 种理论并不相互排斥,它们可能都在脂肪栓塞综合征的发病机制中起作用。

研究^[4]表明脂肪栓塞综合征最常发生在长骨和骨盆骨折。本研究 12 例骨折均为多发骨折,股骨、胫腓骨骨折发生率最高;年龄和性别也是脂肪栓塞综合征发病率需要考虑的因素,本研究男性明显多于女性,与 KELLOGG 等^[7]的研究一致,其男性发病率高是

脂肪栓塞综合征与创伤和长骨骨折有关;DWIVEDI 等^[8]结果表明脂肪栓塞征在 10~40 岁的人群中更常见。因此,对于年轻的男性多发骨折,尤其有下肢骨折的情况下尤其应重视脂肪栓塞的风险。

脂肪栓塞综合征的临床表现可累及呼吸系统、

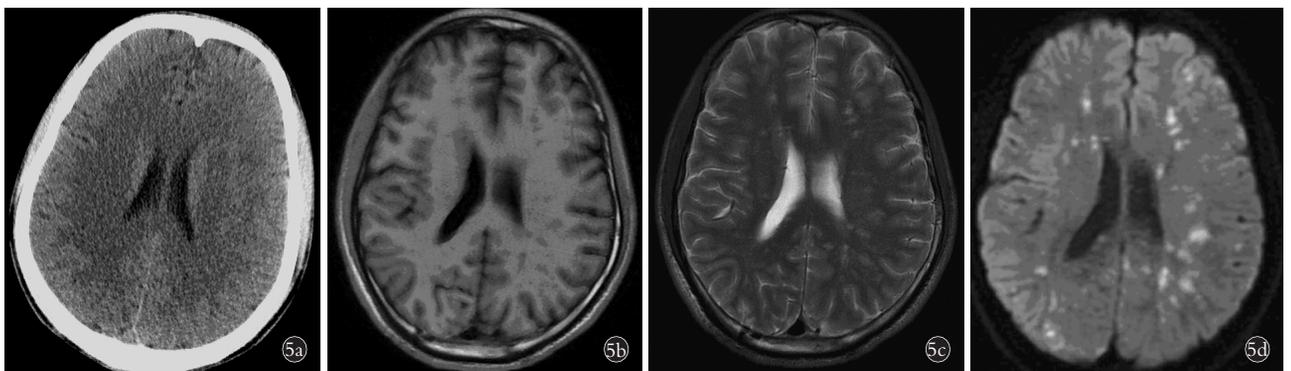


图 5 患者,男,21岁,行头颅 CT 未见明显异常(5a),MRI 表现为双侧基底节区,双侧侧脑室旁、半卵圆中心多发梗塞灶,T1WI 低信号(5b),T2WI 高信号影(5c),DWI 上呈“星场征”(5d)

Fig.5 Patient, male, 21-year-old, cranial CT showed no significant abnormalities (5a) and MRI showed bilateral basal ganglia, bilateral lateral paraventricular, multiple infarct foci in the centrum semiovale, hypointense on T1WI (5b), hyperintense on T2WI images (5c), and star field sign on DWI (5d)

神经系统、皮肤及眼底。呼吸系统改变是因脂肪滴引起肺毛细血管阻塞,导致血氧交换出现异常,出现低氧血症,引起呼吸障碍。本研究 13 例在术中及术后血氧检测中均出现血氧饱和度降低,表现为呼吸困难。因此,笔者认为当脂肪栓塞高危人群出现血氧饱和度和降低时,应考虑此病的发生。也有学者^[1,6]认为低氧血症应该纳入脂肪栓塞综合症的亚临床指标。神经系统改变是因为脂肪滴进入脑部小血管引起机械性阻塞,脑部出现缺氧性改变,临床表现为精神萎靡,乏力、严重到癫痫和昏迷,本研究 2 例以神经症状为首发症状,其余神经症状都是伴随呼吸系统症状出现。斑点皮疹是脂肪栓塞综合征最典型的症状,由于脂肪颗粒阻塞皮肤毛细血管,常位于前胸部、口腔黏膜、结膜、颈部和腋窝。本研究 2 例发生斑点皮疹,1 例发生在颈部,1 例发生颈、胸、腹部,2 例皮疹均出现在呼吸系统改变后发现,并在 1 周后逐渐消失。斑点皮疹发病率虽然不高,但对临床诊断可以提供可靠的依据。值得关注的是本研究 2 例出现消化道症状,可能是消化系统对脂肪栓塞炎性反应的改变,其机制需进一步探索。ADAMS^[9]报道,大约 50% 的脂肪栓塞综合征患者可以出现视网膜病变,遗憾的是本研究患者未进行眼底检查。

CT 肺动脉造影(computer tomography pulmonary angiography,CTPA)临床常规用于肺栓塞检查^[8]。本研究 2 例行 CTPA 检查,但肺动脉主干及分支没有显示明显栓子,笔者分析可能是脂肪栓子体积太小致 CTPA 对其显示不佳,因此不建议将 CTPA 作为脂肪栓塞的胸部影像的首选检查方式。脂肪栓塞对肺组织的损伤主要表现为肺间质出血、弥漫性肺泡出血、水肿和化学性肺炎。胸部 CT 主要表现为弥漫分布的磨玻璃密度影,当病变范围较广,可表现为“暴风雪”样改变^[8],是脂肪栓塞的胸部影像特征性改变。部分患者还可见查见结节影,直径 0.4~0.8 cm,主要分布在胸膜下,与文献^[10]报道结节影直径<1 cm 一致,CT 胸膜下多发磨结节影对此病的诊断也有一定诊断价值。对于神经系统检查,头颅 CT 较 MR 敏感性差,本研究 5 例行颅脑 CT 检查,结果均为阴性,可能是因为病变早期病灶低密度影表现不明显,1 例进一步行 MRI 检查后显示基底节区、放射冠、半卵圆中心、丘脑及额顶叶皮层及皮层下多发 T1WI 低信号,T2WI 高信号影,DWI 高信号影,主要表现为血管栓塞性改变。在 DWI 像上,高信号的病灶在黑色的脑组织背景下,好似夜幕中点点繁星。因此,有学者^[11]称此征象为“星空征”。MILROY 等^[12]通

过尸检发现脂肪栓塞综合征患者的脑白质有弥漫分布的出血点,灰质少有受累,和本组脂肪栓塞的颅内影像分布一致。这一改变需和弥漫性轴索损伤进行鉴别,后者主要发生在脑灰白质交接区。有研究^[1,6]表明,颅内除了血管栓塞的表现,还可以表现为脑水肿,本研究未发现脑水肿,后续可加大样本量进一步观察脂肪栓塞颅内的改变。

综上所述,脂肪栓塞综合征的临床表现多样,但特异性不高,影像学胸部 CT“暴风雪”征,颅内 MRI 的 DWI 序列的“星空征”可以为本病提供有利的影像诊断依据。本病致死率高,对于下肢骨折、多发骨折的年轻男性患者,出现颅脑及胸部外伤以外的神经系统及呼吸系统异常时,要高度怀疑本病发生的可能性,应结合实验室及影像检查,及早治疗以降低病死率。

参考文献

- [1] ROTHBERG D L, MAKAREWICH C A. Fat embolism and fat embolism syndrome [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019, 27 (8): e346-e355.
- [2] LUFF D, HEWSON D W. Fat embolism syndrome [J]. *BJA Educ*, 2021, 21 (9): 322-328.
- [3] GURD A R, WILSON R I. The fat embolism syndrome [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1974, 56B (3): 408-416.
- [4] CANTU C A, PAVLISKO E N. Liposuction-induced fat embolism syndrome: a brief review and postmortem diagnostic approach [J]. *Arch Pathol Lab Med*, 2018, 142 (7): 871-875.
- [5] TIMON C, KEADY C, MURPHY C G. Fat embolism syndrome - A qualitative review of its incidence, presentation, pathogenesis and management [J]. *Malays Orthop J*, 2021, 15 (1): 1-11.
- [6] FUKUMOTO L E, FUKUMOTO K D. Fat embolism syndrome [J]. *Nurs Clin North Am*, 2018, 53 (3): 335-347.
- [7] KELLOGG R G, FONTES R B, LOPES D K. Massive cerebral involvement in fat embolism syndrome and intracranial pressure management [J]. *J Neurosurg*, 2013, 119 (5): 1263-1270.
- [8] DWIVEDI S, KIMMEL L A, KIRK A, et al. Radiological features of pulmonary fat embolism in trauma patients: a case series [J]. *Emerg Radiol*, 2022, 29 (1): 41-47.
- [9] ADAMS C B. The retinal manifestations of fat embolism [J]. *Injury*, 1971, 2 (3): 221-224.
- [10] GALLARDO X, CASTAÑER E, MATA J M, et al. Nodular pattern at lung computed tomography in fat embolism syndrome: a helpful finding [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2006, 30 (2): 254-257.
- [11] HUANG C H, HSIEH M H. Isolated cerebral fat embolism syndrome: an extremely rare complication in orthopaedic patients [J]. *ANZ J Surg*, 2021, 91 (10): 2211-2213.
- [12] MILROY C M, PARAI J L. Fat embolism, fat embolism syndrome and the autopsy [J]. *Acad Forensic Pathol*, 2019, 9 (3/4): 136-154.

(收稿日期:2023-04-10 本文编辑:李宜)