

论 著

高原性肺水肿治疗前后胸部MSCT的对比研究

杨谨瑞 次旦旺久* 索朗尼玛
次仁曲珍 边巴次仁
王先涛 雷彦明
西藏自治区人民医院放射科
(西藏 拉萨 850000)

【摘要】目的 探讨胸部多层螺旋CT(MSCT)在高原肺水肿(HAPE)治疗前后对比中的应用。方法 收集2019年01月至2022年10月诊断为HAPE的胸部MSCT及临床资料50例。在胸部CT上对HAPE进行评分(S_{HAPE})。治疗前后分别测量主肺动脉(MPA)及同层面升主动脉(AA)、降主动脉(DA)直径,计算MPA与AA、DA比值,比较其差异。结果 治疗前MPA直径(3.18±0.38)cm,治疗后MPA直径(2.83±0.42)cm,治疗后MPA直径较治疗前明显缩小,差异有统计学意义(P<0.05),治疗前后MPA与AA、DA比值差异有统计学意义(P<0.05)。HAPE治疗前S_{HAPE}为11.62±3.57,治疗后S_{HAPE}为6.12±4.22,差异有统计学意义(t=10.978, P=0.00)。治疗前、后的S_{HAPE}右肺大于左肺,比较均有统计学差异(P<0.05)。结论 HAPE表现为右肺病变重于左肺,合并MPA增宽,治疗后肺内病变减少伴MPA直径缩小。MSCT可用于HAPE治疗前后的评估。

【关键词】高原性肺水肿; 肺动脉高压;
多层螺旋CT
【中图分类号】R563
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.06.022

Comparative Study of Chest MSCT before and after Treatment for High Altitude Pulmonary Edema

YANG Jin-rui, Cidanwangjiu*, Solangnima, Cirenquzhen, Bianbaciren, WANG Xian-tao, LEI Yan-ming.
Department of Radiology, People's Hospital of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of chest multislice spiral CT (MSCT) in the comparison before and after treatment of high altitude pulmonary edema (HAPE). **Methods** 50 Chest MSCT and clinical data with the diagnosis of HAPE from January 2019 to October 2022 were collected. HAPE was scored (S_{HAPE}) in chest CT images according to the severity of pulmonary edema. The diameters of the main pulmonary artery (MPA), ascending aorta (AA) and descending aorta (DA) at the same level were measured in chest MSCT before and after HAPE treatment. The ratios of the MPA to AA and DA were calculated, and the differences were compared. **Results** Before treatment the diameter of the MPA was(3.18±0.38)cm. After treatment the diameter of the MPA was(2.83±0.42)cm. The diameter of the MPA was significantly reduced after treatment compared with that before treatment, with statistical significance (P<0.05). There were statistically significant differences in the ratio of HAPE patients to the MPA, AA and DA before and after treatment (P<0.05). S_{HAPE} of HAPE was 11.62±3.57 before treatment and 6.12±4.22 after treatment, and the difference was statistically significant (t=10.978, P=0.00). The S_{HAPE} of the right lung before and after treatment was greater than that of the left lung, and the difference was statistically significant (P<0.05). **Conclusion** HAPE chest MSCT showed the lesions of the right lung were more serious than those of the left lung, combined with widening of the MPA. After treatment, the lesions in the lungs were reduced and absorbed in the chest MSCT, accompanied by a reduction in the diameter of the MPA. MSCT can be used in the evaluation of HAPE before and after treatment.

Keywords: High Altitude Pulmonary Edema; Pulmonary Hypertension; Multi-Slice Spiral CT

高原肺水肿(high-altitude pulmonary edema, HAPE)是指由于初次或再次从低海拔地区快速进入高海拔地区(海拔≥2500m)导致机体缺氧引起肺小血管的收缩,肺动脉压升高,肺血容量增加,最终导致毛细血管内液体渗出至肺间质及肺泡而引起的特发性疾病,是一种非心源性肺水肿^[1-3],是个体从平原进入高原后不适应高原的低温、低湿度、低氧分压等高原环境而导致的一种严重危及生命的疾病^[2]。临床中HAPE明确诊断依赖胸部影像学检查,其中胸部平片是最常用的影像检查方法,主要表现为肺内斑片状及片状密度增高影^[3-4],以双肺内带分布为著。胸部多层螺旋CT(multi-slice spiral computed tomography, MSCT)MSCT具有更高的密度分辨率,能更早期且更清晰地显示细微病灶以及心影大血管、膈肌等重叠区域的病灶,更多地用于HAPE的诊断及治疗后的评估中。本研究旨在探讨胸部MSCT在HAPE治疗前后的对比研究。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年1月至2022年10月期间我院收治的HAPE患者。

纳入标准:有短期内低海拔至高海拔旅游病史,且经临床明确诊断为HAPE;HAPE治疗前、后均有胸部CT图像且图像质量满足诊断要求。排除标准:有心源性肺水肿、肺炎等其他肺内渗出性病变;严重胸廓畸形及广泛胸膜肥厚;肺气肿、严重陈旧结核、肺间质纤维化、慢性支气管炎等引起肺通气功能不良的基础疾病;肺、纵隔、胸膜肿瘤或胸部接受过手术;先心病或先心病术后。根据纳入和排除标准,最终纳入50例患者,年龄15-53(31.70±9.30)岁,其中女性10例(20%),男性40例(80%),男性患者显著多于女性(P=0.00),汉族48例,藏族2例,治疗前后CT间隔时间为(2.84±1.20)天。

1.2 仪器与检查方法 采用德国Siemens SOMATOM Definition AS 64排螺旋CT及GE公司64排Revolution MSCT。患者取仰卧位,双臂上举,头先进,深吸气后屏气完成胸部CT扫描。扫描范围肺尖至肺底。扫描参数:管电压均为120kV,西门子CT管电流为62~110mA,GE CT管电流为50~500mA,矩阵512×512,层厚7mm,层间距7mm,视野436mm,然后进行1.5mm薄层重建。

1.3 图像分析 所有图像上传至我院放射科影像存档和通信系统(picture archiving and communication systems, PACS)系统,由两名有多名(1名8年胸部放射诊断经验及一名15年胸部放射诊断经验)胸部放射诊断经验的医生共同对图像进行HAPE评分(S_{HAPE}),即对双肺各叶肺水肿累及范围进行评分。由1名5年胸部放射诊断经验的住院医师在图像质量满足测量要求的前提下对胸部CT平扫轴位的薄层图像进行心脏大血管的外径测量,测量采用纵隔窗,测量指标和方法参考国内外文献^[5-7]。于主肺动脉及左右肺动脉直径最大层面分别测量升主动脉(ascending aorta, AA)、降主动脉(descending aorta, DA)

【第一作者】杨谨瑞,女,住院医师,主要研究方向:CT影像诊断。E-mail: 993990560@qq.com
【通讯作者】次旦旺久,男,副主任医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: cidwj@163.com

及主肺动脉(main pulmonary artery, MPA)直径。主肺动脉直径(main pulmonary artery, MPA):选取主肺动脉直径最宽的层面,取升主动脉与主肺动脉相切点至肺动脉另一缘的最短直线距离,升主动脉直径(ascending aorta, AA):选取升主动脉直径最宽的层面,取升主动脉与主肺动脉相切点沿着与水平线平行方向至升主动脉另一缘的最短直线距离;降主动脉直径(diameter of descending aorta, dDA):选取升主动脉直径最宽的层面,取降主动脉的一缘沿着与水平线平行方向至另一缘的最大直线距离。然后计算大血管直径的比值,包括主肺动脉与升主动脉比值(MPA/AA)、主肺动脉与降主动脉比值(MPA/DA)、升主动脉与降主动脉比值(AA/DA)。

1.4 HAPE评分方法 在胸部MSCT图像上HAPE评分参考以往报道的新冠肺炎肺部病变分级评分方法^[8],即双肺分为5个肺叶分别为右肺上、中及下叶,左肺上叶和下叶。每个肺叶根据是否合并病变分为0~4分:0分,无病变累及;1分,病变范围累及0~25%肺叶;2分,病变范围累及25%~50%肺叶;3分,病变范围累及50%~75%肺叶;4分,病变范围累及75%~100%肺叶。双肺总评分为每例患者5个肺叶评分相加之和(0~20分)。

1.5 统计分析 SPSS 22.0软件进行统计分析,计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。性别分布比较采用单样本二项检验。治疗前后胸部大血管直径、比值以及 S_{HAPE} 比较均采用配对t检验,左肺与右肺 S_{HAPE} 比较采用独立样本t检验,各个肺叶 S_{HAPE} 比较采用单因素方差分析,两两比较采用LSD检验。 S_{HAPE} 与MPA直径相关性分析采用Pearson相关分析, $P<0.05$ 为差异有统计学差异。

2 结果

2.1 HAPE治疗前后胸部大血管径线比较

50例HAPE患者,

表1 HAPE治疗前后胸部大血管径线比较

	MPA(cm)	AA(cm)	DA (cm)	MPA/AA	MPA/DA
治疗前	3.18±0.38	2.93±0.33	2.28±0.29	1.09±0.12	1.41±0.17
治疗后	2.83±0.42	2.90±0.33	2.24±0.29	0.98±0.13	1.27±0.17
t值	9.86	1.85	1.90	9.83	7.38
P值	0.000	0.07	0.06	0.000	0.000

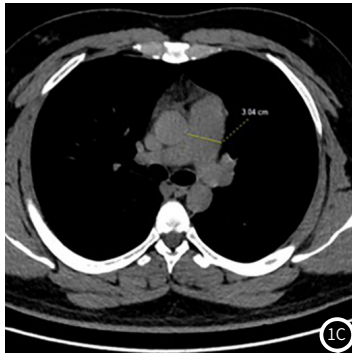
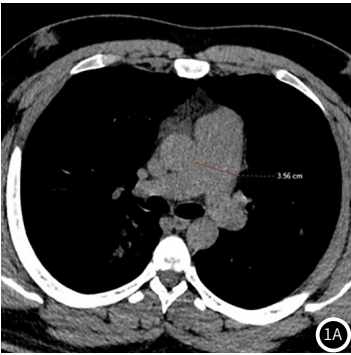


图1A-图1D 男性,23岁,进藏3天,咳嗽、咳粉红色泡沫痰伴头痛1天。图1A和图1B分别为肺水肿治疗前的纵隔窗及肺窗,图1C和图1D分别为肺水肿治疗后4天的纵隔窗及肺窗,图1C示肺水肿治疗后患者主肺动脉直径明显缩小,图1D示肺水肿治疗后患者双肺内渗出病变明显吸收。

3 讨论

HAPE是由于快速进入高海拔地区(2500米及以上地区)后2~5天内发生的非心源性肺水肿,是遗传和环境因素共同作用所致的复杂性疾病,具有潜在致命性,是急性高原病相关死亡最主要的病因^[1-3]。HAPE发生主要受海拔高度、进入高原的速度、体力活动、性别、年龄、身体状态以及个体易感性等因素影响。一般登山人群在大于等于3天时间内登到4000至5000米之间,HAPE发病率约0.2%,在1天内到达相同海拔高度,HAPE发病率增加至7%^[9]。HAPE发病率男性多于女性,本研究中收集的病例80%患

经治疗后主肺动脉直径较治疗前明显缩小,差异有统计学意义($P<0.05$)(图1AC)。HAPE患者治疗前后主肺动脉与升主动脉比值(MPA/AA)、主肺动脉与降主动脉比值(MPA/DA)差异有统计学意义($P<0.05$),而升主动脉与降主动脉比值(AA/DA)治疗前后差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

2.2 HAPE治疗前各叶肺水肿累及范围评分比较 HAPE治疗前44(88%)例右肺上叶、中叶下叶及左肺上叶及下叶均可见肺水肿病灶,2(4%)例左肺下叶未见病灶,2(4%)例右肺中叶及左肺上叶未见病灶,1(2%)例右肺上叶未见病灶,1(2%)例右肺中上叶及左肺上叶未见病灶。HAPE病灶累及双肺全叶患者数量明显多于非全叶受累患者数量,两者比较差异有统计学意义($P=0.000$)。HAPE治疗前右肺上叶、右肺中叶、右肺下叶、左肺上叶及左肺下叶的 S_{HAPE} 分别为(2.48±1.18)、(2.20±1.03)、(2.64±0.96)、(2.30±1.18)、(2.02±1.13),两两比较结果显示,右肺上叶与左肺下叶差异有统计学意义($P=0.038$),右肺中叶与右肺下叶比较差异有统计学意义($P=0.047$),右肺下叶与左肺下叶比较差异有统计学意义($P=0.005$),其余两两比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.3 HAPE治疗前、后肺水肿累及范围评分比较 HAPE治疗后肺内渗出病灶明显减少和吸收(图1BD),HAPE治疗前全肺 S_{HAPE} 为11.62±3.57,治疗后全肺 S_{HAPE} 为6.12±4.22,治疗前后全肺 S_{HAPE} 比较差异有统计学意义($t=10.978$, $P=0.000$)。治疗前后右肺 S_{HAPE} 高于左肺 S_{HAPE} ,两者比较差异有统计学意义,见表2。

2.4 HAPE治疗前、后 S_{HAPE} 与主肺动脉直径相关性分析 HAPE治疗前MPA直径与治疗前 S_{HAPE} 低度相关($r=0.122$, $P=0.400$),治疗后MPA直径与治疗前 S_{HAPE} 不相关($r=0.051$, $P=0.724$)。HAPE治疗前MPA/AA与治疗前 S_{HAPE} 一般相关($r=0.236$, $P=0.100$),HAPE治疗后MPA/AA与治疗前 S_{HAPE} 不相关($r=0.055$, $P=0.703$)。

表2 HAPE治疗前后左右肺 S_{HAPE} 比较

	右肺	左肺	t值	P值
治疗前 S_{HAPE}	7.30±2.28	4.32±1.85	7.300	0.000
治疗后 S_{HAPE}	3.96±2.68	2.28±1.95	3.535	0.001
t值	10.038	9.244		
P值	0.000	0.000		

者为男性,可能是由于黄体酮对呼吸的刺激以及雌激素可以减少缺氧引起的肺血管收缩的双重作用下产生的结果^[9]。

HAPE的早期主要症状包括气短、劳力性呼吸困难、疲劳、咳嗽、头痛、胸痛或胸闷感、运动耐量的突然减少和体温升高,通常一般不超过38.5℃。随着病情进展可出现咳嗽加重和呼吸困难,严重者咳粉红色泡沫痰^[1]。可能原因是,高海拔地区肺毛细血管压力增加,肺毛细血管内液体转移到肺间质,导致间质性肺水肿^[9],临床上需要与各种原因引起的肺炎、肺栓塞以及心源性

肺水肿等肺内病变鉴别。

急性HAPE在胸部MSCT上主要表现为，双肺内磨玻璃密度、实变结节、斑片状、大片状稍高密度影，以上征象可单一存在也可一同存在。双肺内病变可对称或不对称，以不对称多见^[4]，右肺重于左肺，一般很少合并有胸腔积液^[4]，本研究中发现，右肺的肺水肿评分明显高于左肺，与以往文献报道相符^[4]，可能原因是与右肺动脉的特定解剖结构及肺动脉压力变化不平衡有关^[10]，但是具体机制仍不清楚。另外本研究中发现，HAPE患者的肺内病变以所有肺叶均受累者多见，占有病例的88%，肺内病灶在胸膜下、肺中部、纵隔旁均可分布，可存在于单一部位，也可见多个部位同时存在。本组病例中，右肺上叶及右肺下叶肺水肿评分高于右肺中叶、左肺上叶、左肺下叶的评分，说明右肺上叶及下叶肺水肿程度相对更重。而心源性肺水肿、其他炎性病变等影像特征不同，心源性肺水肿典型表现为双肺内带受累为蝶翼状，常合并有胸腔积液^[11]；病毒性肺炎以胸膜下分布为主，无明显左右肺的差异，其中大叶性肺炎以单个肺叶或肺段受累多见^[12-13]。因此，胸部MSCT上病灶的分布特点对于HAPE的鉴别诊断有一定意义。HAPE患者经短期治疗后胸部MSCT可清楚直观地显示肺水肿病变的减少和吸收，通常2~3天即可见肺内病变的明显吸收，治疗反应不同于肺内炎症等病变，胸部MSCT能够更早地发现HAPE治疗后的轻微改变，评价效果优于胸部X线平片。因此，胸部MSCT能及时反映HAPE患者治疗后的肺内变化，可用于HAPE患者的治疗评估。

另外HAPE的形成与肺动脉高压和毛细血管压力升高有关^[14]，也与高原低氧、低压环境致机体红细胞增多和血红蛋白增加相关^[15]。正常人群MPA平均直径小于3cm^[5-6]，MPA直径与MPA/AA可用于肺动脉高压的评估中^[16-18]，当成人MPA/AA>1时，诊断肺动脉高压的敏感度达到92%^[19]。在本研究中，HAPE治疗前MPA平均直径达到3.18cm，MPA/AA>1，间接证明了多数HAPE患者合并有肺动脉高压。HAPE患者经治疗后MPA直径缩小，提示HAPE经治疗后肺动脉高压可在短期内恢复，这在以往大鼠研究中也类似发现^[12]。此外，本研究进一步分析了肺水肿评分(S_{HAPE})，即肺内病变严重程度，与MPA直径、MPA/AA的相关性，结果发现肺水肿的严重程度与MPA直径、MPA/AA的相关性不明显，可能原因是纳入患者MPA直径具有个体差异，可比性较低。另外，本研究样本量偏少，从而导致其相关性不明显。因此，基于目前的研究，临床中不能单纯通过MPA直径及MPA/AA预测HAPE的严重程度。

明确诊断HAPE，除了上述典型的胸部MSCT的影像表现之外，还必须结合短期内的高原旅居史和气短、劳力性呼吸困难、疲劳、咳嗽、头痛等临床表现，而胸部影像检查更多地应用于病灶范围的评估和治疗的疗效评价。

综上所述，HAPE在胸部MSCT上表现以双肺全肺叶受累者多见，右肺病变重于左肺，其中右肺上叶及右肺下叶病变重于其

他肺叶，同时合并有MPA直径增宽，治疗后短期内表现为在胸部MSCT上肺内HAPE病变清楚且直观地减少和吸收，同时伴有MPA直径的缩小。因此，MSCT可用于HAPE治疗前后的评估与测量中，能清晰、直观地显示肺水肿等的变化。

参考文献

[1]LUKS A M,SWENSON E R,BÄRTSCH P.Acute high-altitude sickness[J].Eur Respi Rev, 2017, 26 (143): 160096.

[2]SYDYKOV A,MAMAZHAKYPOV A,MARIPOV A,et al.Pulmonary hypertension in acute and chronic high altitude maladaptation disorders[J].Int J Environ Res Public Health, 2021,18 (4):1692.

[3]SAVIOLI G,CERESA I F,GORI G,et al.Pathophysiology and Therapy of High-Altitude Sickness:Practical Approach in Emergency and Critical Care[J]. J Clin Med, 2022, 11 (14): 3937.

[4]索朗尼玛, 卢海燕, 次旦旺久, 等. 高原肺水肿的CT影像表现[J]. 实用放射学杂志, 2023, 39 (3): 388-391, 399.

[5]洛桑多吉, 次旦旺久, 拉巴顿珠, 等. 拉萨地区藏族健康成人中心肺血管直径的多层螺旋CT测量研究[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37 (9): 1450-1454.

[6]王亚丽, 郑国, 齐洪滨, 等. 健康人胸部大血管径线的MSCT测量[J]. 实用放射学杂志, 2011, 27 (6): 933-936.

[7]SAETUNG M,KRITSANEPAIBOON S,JARUTACH J.Main pulmonary artery-to-descending aorta ratio in computed tomography:cut-off value to diagnose pulmonary hypertension in children[J].Pol J Radiol, 2021, 86 (2): e87-e92.

[8]BERNHEIM A,MEI X,HUANG M,et al.Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19):Relationship to Duration of Infection[J]. Radiology, 2020, 295 (3): 200463.

[9]SWENSON E R,BÄRTSCH P.High-altitude pulmonary edema[J].Compr physiol, 2012, 2 (4): 2753-2773.

[10]张卫善, 卓嘎拉姆, 王斐, 等. 基于胸部X线的定量分析在高原肺水肿治疗前后的对比研究[J]. 实用放射学杂志, 2019, 35 (12): 1918-1921.

[11]王增状, 姜领, 鞠衍松, 等. 心源性肺水肿的CT征象分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014 (6): 36-39.

[12]谢婷婷, 王俊卿, 王哲, 等. 新型冠状病毒(2019-nCoV)肺炎临床及CT诊断[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (3): 147-150.

[13]赵张平, 朱永高, 杨然, 等. 新冠肺炎初诊影像学表现与特征浅析[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28 (5): 27-30.

[14]MAGGIORINI M,MéLOT C,PIERRE S,et al.High-altitude pulmonary edema is initially caused by an increase in capillary pressure[J].Circulation, 2001, 103 (16): 2078-83.

[15]杜发茂, 刘娟丽, 高芬. 肺动脉高压大鼠重返平原血红蛋白、平均肺动脉压的变化[J]. 中国医药导报, 2012, 9 (30): 21-22, 26.

[16]陈晓飞, 俞万钧, 马坚. CT诊断肺动脉高压Meta分析[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32 (3): 385-388.

[17]周拓. CT肺动脉成像对COPD合并肺动脉高压的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (5): 79-82.

[18]郑丽远, 李扬, 陈曦, 等. 双源CT在诊断结缔组织病肺间质病变致肺动脉高压中的应用[J]. 罕少疾病杂志, 2017, 24 (4): 3-4, 7.

[19]NG C S,WELLS A U,PADLEY S P.A CT sign of chronic pulmonary arterial hypertension:the ratio of main pulmonary artery to aortic diameter[J].J Thorac Imaging, 1999, 14 (4): 270-278.

(收稿日期: 2023-10-11)
(校对编辑: 孙晓晴)