

· 综 述 ·

肺部超声在麻醉学中的应用进展

江 山¹, 孙 杨¹ 综述, 何绍明² 审校

[摘要] 肺部超声具有快速简便、无创直观的特点,在床旁评估和快速诊断上更独具优势。麻醉学领域中肺部超声为相关疾病诊断提供了诸多即时有效的临床证据,可以解决治疗中所遇到的一些疑难问题。在病情判断方面,肺部超声同传统麻醉学技术相比不仅相关性良好,而且可以精准的描述疾病的严重程度,值得推广。

[关键词] 肺部超声;麻醉;肺水肿;气胸

[中图分类号] R614.27 [文献标志码] A doi:10.3969/j.issn.1672-271X.2016.03.023

传统观点认为超声波无法穿透充满气体的组织,加之骨性胸廓对声波的反射使胸膜下正常肺实质无法显像,故肺部一直被认为是超声禁区。不过在病理状态下,受损的肺泡和肺间质、肺外水的改变以及胸膜腔积气积液所产生的一些超声征象,有可能通过肺部超声(lung ultrasound, LUS)检查识别。随着可视化技术在麻醉学领域的广泛开展,近几年来 LUS 的应用也受到关注。相对于胸部平片和计算机断层扫描技术, LUS 具有快速简便、无创直观且成本低廉的优点,尤其是在床旁评估和快速诊断上独具优势,且已发现对部分疾病的诊断及疗效评价和传统影像学检查相关性良好。本文就 LUS 目前在麻醉学领域的应用进展作一综述。

1 检查方法和基本征象

1.1 检查方法 患者通常取仰卧位,操作者先用 B 超探头区分膈肌和肺,以腋前线 and 腋后线为解剖标记将每侧肺分为三个部分(即前部、侧部和后部),再用乳头连线的水平线将每个部分分为上下两区,这样每侧肺就有六个区的检测点。检测时可以将探头垂直、平行或倾斜地置于上下肋骨之间;若探头纵向放置可以观察到典型的“蝙蝠征”征象;若倾斜放置可避开肋骨的干扰,易于观察到检测区大部分的胸膜征象。行后部操作时,可将患者向对侧稍翻身,因受肩胛骨的影响,后部的检查易有盲区^[1]。检测的深度应视情况而定,通常聚焦在胸膜线上下即可。如观察气胸深度应适当变浅,需寻找胸腔积

液时则应适当加深。另一种分区方法由 Gargani 等^[2]提出,他们以锁骨中线、腋前线、腋中线和腋后线为标记,共分出 28 个检测区域。虽该分区法更为精细,但操作相对较为繁琐(有时要侧卧或翻身),故较少应用。

1.2 基本征象 A 线和 B 线是 LUS 中两种重要的基本征象。前者一般为正常征象,由于正常胸膜下充满气体的肺组织或胸膜腔内少量的气体阻碍了超声波穿透, A 线仅由胸壁软组织和充气肺表面的强反射形成,其深度是皮肤和胸膜线间距离的数倍,可随呼吸移动^[3]。B 线亦称彗尾征,是异常征象,目前认为当一个物质和其周围物质之间的声阻抗差异比较显著时,可出现单条或多条线,而其数量的多少取决于肺通气的损失程度,该回声强度随吸气运动增加。正常人群中也可检查出 B 线,其与外界的低氧程度有关。Strapazzon 等^[4]纳入了 19 例不同性别的健康志愿者,将他们送至高海拔处生存 1 周,观察此期间 B 线的动态变化情况。结果发现 B 线随着动脉血氧分压的降低而增加,并和低氧持续的时间、性别、患者的症状学也有一定联系,但与心房钠利尿肽(atrial natriuretic peptide, BNP)的水平无关。肺滑动征、肺点和支气管气影等其他异常征象有一定的特异性,一般发生在特殊疾病期间,此不赘述。

1.3 LUS 评分方法 A 线和 B 线可以评估肺通气和肺复张的状态,因此两者的结合会有四种简单的征象:①完全 A 线存在,表明该区域肺通气正常;②独立存在的多条 B 线,表明该区域的肺通气减少,可能有肺间质水肿形成;③B 线融合,表明该区域的肺通气严重减少,可能有肺水肿或支气管炎;④肺泡融合,表明该区域肺通气完全丧失。此外有学者提出了三种征象的分类方法:①正常/接近正常征象:可见胸膜线、胸膜滑动、正常 A 线或小于 3 条

作者单位: 1. 210029 江苏南京,南京市胸科医院麻醉科;
2. 210002 江苏南京,解放军 454 医院麻醉科

通讯作者: 何绍明, E-mail: heshao ming454@163.com

引用格式: 江山, 孙 杨, 何绍明. 肺部超声在麻醉学中的应用进展 [J]. 东南国防医药, 2016, 18(3): 298-302.

B 线;②肺泡-间质水肿征象:B 线数量大于 3 条,有部分合并甚至 B 线完全融合;③肺泡融合征象:肺泡之间的融合,有明确的解剖学分界,在呼吸运动的动态变化中未见到融合的征象有所改变。这种分类方法更适用于有肺水肿或者肺灌洗的患者,较为简便。

采用四种征象法时,各征象可用分值定义为:0 分—肺通气正常,1 分—独立存在的多条 B 线,2 分—B 线融合,3 分—肺泡融合。分值越大提示肺通气状态越差。评分时取严重程度最大的征象作为该检查区域的分值,两侧肺共 12 个检查区,故 LUS 的评分值在 0 至 36 分之间。

2 LUS 的临床应用

2.1 快速定位气管导管 全身麻醉手术时,气管导管的位置和深度至关重要^[5]。呼气末二氧化碳(PetCO₂)被认为是监测早期或即刻确定气管插管(ETT)过程的金标准,但无法进一步鉴别 ETT 是否会误入支气管内。LUS 则可以对位置和深度同时做出判断。一般认为,超声探头放置于胸部腋中线扫描可以间接判断气管导管的位置。有呼吸运动时可观测到“肺滑动征”,而在无呼吸运动时,仅表现“肺搏动征”。石庭伟^[6]比较了 LUS 和 PetCO₂ 两种方法在气管插管方面的可行性和准确性,结果提示两者的相关性良好。LUS 用于判断插管成功的时间较短,在调整 ETT 深度方面更具优势。LUS 也可以快速判断困难气道患者气管导管误入食管的可信性。金梅等^[7]对 21 例需气管插管且直接喉镜下 Cormack-Lehane 分级Ⅲ至Ⅳ的患者在插管的同时行超声观察,观察区统一为胸骨上切迹平面;其判断的灵敏度和特异度均为 100%。此外,近几年来超声支气管镜的推广为探明气管和相邻结构之间的关系发挥了一定的作用^[8],笔者认为该技术可为做为评估困难气道的手段之一,可以解决部分患者的困难气道。

小儿因个体间生长发育情况差异较大,气道具有一定的特殊性。沈徐等^[9]用 LUS 对全麻下 150 例患儿测定环状软骨水平气道横径,并计算出了气管导管外径和内径之间的线性回归方程;而运用该方程首次插管成功率比运用传统年龄公式组要高,提示该法在选择气管导管型号上更加准确。此外, Tessaro 等^[10]在 LUS 下采用气管导管套囊注入生理盐水的方法对儿科急诊患者进行了气管导管的定位和导管深度的确定:LUS 置于胸骨切迹平面,当气管导管通过该平面后向导管套囊内注入生理盐水,

若平面处观察到了套囊注水后的变化则提示气管导管定位成功。结果在 42 例纳入研究的儿童中,超声确定导管深度的时间平均仅需 4 s,准确率达到了 98%,比以往的胸片法更为直观、便捷。

2.2 指导患者术后拔管 Soummer 等^[11]应用 LUS 预测术后拔管并发症发生的机率。研究纳入了 100 例患者,在患者自主呼吸恢复 1h 后考虑拔管,拔管前用 LUS 检测所有的肺区域并予以评分;同时测定该时点的 BNP 以排除心源性肺水肿产生的 B 线。结果显示检测部位肺通气不佳者(LUS 评分>17)与其拔管后出现并发症的机率呈明显正相关($r=0.86$)。可能的机制是:机械通气转变成自主呼吸时肺通气状态可有明显的变化。自主呼吸与机械通气的呼吸运动相反,前者膈肌主动收缩;后者肺后部及肺顺应性好的区域肺通气可能会增加,而顺应性不佳的侧部和前部则肺通气量会相应减少。若拔管后 1h 所有检测区域的肺通气未发生明显改变,则提示患者自主呼吸恢复正常;反之在术后拔管困难的患者,可以在自主呼吸期间观察到肺通气量的减少^[11]。笔者认为 LUS 用于指导患者术后拔管更为直观、简便,且患者亦更感舒适。

2.3 诊断气胸 LUS 在诊断气胸上独具优势。机械通气患者处于仰卧位时,气体易聚集于顺应性好的区域,因此 LUS 检查时应从前部开始。脏层和壁层胸膜之间存在的气体可以使得局部一些原先潜在的结构呈现出一些特异性的征象,如出现肺滑动征和来自脏层胸膜分散的 B 线时应考虑气胸可能。另一种情形是当 LUS 只能观察到静止不动的胸膜线和 A 线时,也应高度怀疑气胸。若加用 M 型探头还可以发现“海岸征”和“平流征”。不过,诊断气胸最为关键的是寻找“肺点”征象^[1]:即在肺侧部和下部动态地移动超声探头,当出现气胸征象向正常肺组织征象过渡的区域时,该区域即称为肺点,诊断阳性率高达 100%。肺点的存在也为鉴别诊断胸膜粘连和肺大疱提供了重要的客观依据。在进行气胸诊断的操作时,检查的范围应尽可能扩展至胸部侧壁,因为肺点易在侧壁区域发现。使用二维超声探头检查顺应性好的肺区域时,肺点的滑动会在吸气相出现而在呼气相消失。此外笔者也观察到,由于气胸的张力性作用(尤其张力性气胸时),肺点的征象会出现在多个肋间。尽管 LUS 在诊断气胸上简便直观,但笔者认为在应用上两点需关注。其一,当肺完全萎陷时,肺点不一定会出现,这会使临床医生在判断上出现失误,导致假阴性结果的发生。其二,LUS 只能探测气胸区域的范围而不能

探查到气胸区域气体的厚度。基于上述两点,目前 LUS 在气胸的诊断上仅推荐用于病情不稳定需紧急行床边检查的患者。

2.4 诊断肺水肿 LUS 在诊断肺水肿方面有极其重要的价值^[1]。通过对比各检查区的 B 线征象,可以判断出肺水肿的来源是心源性还是非心源性。若是心源性,则 LUS 在各个区域的 B 线征象均为一致,反之则考虑是非心源性(如急性呼吸窘迫综合征)。心源性肺水肿时 B 线中的独立 B 线、B 线融合及肺泡融合均可存在。受重力的影响,前部和侧部肺外水肿(extravascular lung water, EVLW)的 B 线值会受到一定的影响。EVLW 和 B 线的相关性良好,可以作为新的评估指标,可以取代需要有创且较为繁琐的脉波指示连续心排量监测(pulse wave indicates a continuous cardiac output, PICCO)及肺动脉楔压监测。因此,有学者建议将 B 线用于评估心衰时肺水肿的程度^[12]。非心源性肺水肿的 B 线值也可反映 EVLW 的情况。傅小云等^[13]观察了不同病因导致的 20 例肺水肿患者,同时采用 LUS 评分和 PICCO 评估血管外肺水指数(EVLWI),观察治疗前后 B 线评分、EVLWI 及氧合指数变化,对 B 线评分与 EVLWI 及氧合指数进行相关性分析。结果是 B 线评分与 EVLWI 呈显著正相关($r = 0.808, P < 0.01$),证实 LUS 评分可用于血管外肺水的监测及评价治疗效果。

彗星征的出现与肺间质小叶间液体的增多有关^[14]。一项纳入了 20 例心脏术后的患者提示 LUS 评分和普通胸片、肺动脉楔压和 PICCO 监测下肺血管外液体之间的关系,结果显示 LUS 评分和肺动脉楔压、EVLW 之间有显著的线性正相关,提示 LUS 在评估肺间质性水肿方面是简便、可靠的。

临床上危重患者出现肺水肿时的液体复苏常是治疗的难点之一^[15]。有学者对比了肺动脉楔压分别小于 13 mmHg 和小于 18 mmHg 时 LUS 的 A 线和 B 线的变化。结果提示当肺动脉楔压较低且 LUS 以 A 线为主的征象时,可认为肺小叶间的液体相对缺失,应予以一定的液体治疗;而肺动脉楔压变化不定且 LUS 以 B 线为主要征象时,则考虑为肺间质水肿无需液体治疗。

2.5 诊断呼吸机相关性肺炎 LUS 在诊断呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)上要优于普通胸片。研究表明 LUS 在诊断 VAP 中敏感性为 93%,且特异性达到了 98%^[1]。VAP 典型的 LUS 变化是 B 线由肺部的中心区域扩散到外周区域(以前部和侧部为主),并且各区域从独立 B 线

逐渐变为融合 B 线^[14-15];当扩散至胸膜下区域时一般都能发现某一肺叶甚至一侧肺的实变。尽管通过 LUS 能发现一些 VAP 的征象,但目前还没有研究表明其能诊断早期的 VAP。

患者接受抗生素治疗后,应用 LUS 检查同样能判断治疗的效果^[16]。若治疗有效,则 B 线和胸膜下融合会逐渐消散,反之则表示病情无好转。有学者比较了接受抗生素治疗后 LUS 评分法和 CT 扫描法评价肺复张状态,结果提示两种方法无统计学差异,表明 LUS 是一种判断 VAP 预后的有效而简便的工具。

对于小儿呼吸机相关性疾病亦有报道。Brat 等^[17]纳入了 130 例有呼吸系统疾病需给予持续气道正压氧疗(CPAP)的新生儿,在采用 CPAP 后数小时予以 LUS 评分。结果显示 LUS 评分的大小与低氧血症的程度呈正相关,其临床意义在于可以根据 LUS 评分来判定是否在低氧血症时能及时给予肺泡表面活性物质。

2.6 诊断肺栓塞 肺栓塞为围术期的急危重症,需及时判断并予以处理。目前诊断肺栓塞的金标准是肺动脉造影,但其耗时较长、费用较多且为有创操作,一定程度上延误了诊治。LUS 的出现为床边诊断肺栓塞提供了可能^[18]。王小亭等^[19]制定了 LUS 结合经食道心脏超声快速评估发生大面积肺栓塞时危重患者的临床路径,并对影像学表现进行了总结:①肺部 A 线;②室间隔矛盾运动, D 字征;③右室增大,收缩力下降;④肺动脉内可见血栓。不过现今单独采用 LUS 对肺栓塞的研究并不多, Jiang 等^[20]对 LUS 在肺栓塞的诊断进行了荟萃分析,结果显示 LUS 在诊断肺栓塞的敏感度和特异度都较高(两者均为 0.85),且和肺动脉造影之间相关性良好。LUS 还可以动态的观察肺栓塞的病情变化,可对一些症状不典型的疑似肺栓塞的患者进行重复检测,从而可以更早期的确诊。这是肺动脉造影等有创手段所无法比拟的。

2.7 评估全肺灌洗术 Via 等^[21]应用 LUS 观察了 7 例同期行双侧大容量全肺灌洗患者的肺通气情况。研究者将肺灌洗分为了六个阶段,第一至第四阶段为分侧顺序灌洗,第五阶段为吸尽肺内灌洗液,此后开始肺复张,第六阶段为气管导管拔除前。采用 LUS 在每个阶段对所有病例监测两侧肺的前部、侧部和后部累计 84 个区域;并对征象进行划分:正常/接近正常征象为 I 类征象、肺泡-间质水肿征象为 II 类征象、肺泡融合征象为 III 类征象。结果表明在第一阶段 LUS 的征象以 II 类征象为主(占总

结果的 71.43%), I 类征象逐渐消失。至第三、四阶段上述两种征象完全消失,几乎全部为 III 类征象(占结果的 98.81%)。到了第五阶段,肺通气开始恢复,出现了 II 类征象为主而 III 类征象逐渐减少的现象(III 类征象只占结果的 29.76%),但不存在 I 类征象。最后阶段, I 类征象占据大半(58.33%), II 类征象亦有存在(38.1%)。不过更有临床意义的是,通过 LUS 观察发现不同肺部区域之间的征象不尽相同,尤其是在第三、第五和第六阶段时后部和前部监测区域的征象存在较大差别,后部的残余灌洗液量似乎更多,可能是由于患者的体位和重力的作用所致。LUS 在肺灌洗中的作用在于其可以实时、动态地观察肺内残余灌洗液的情况并指导术后安全拔管。

3 肺部超声的局限性

LUS 是需要一定的理论和实践基础才能独立实施操作的,因此操作人员需接受正规的培训,而培训的周期因人员和学习的病种而异。有学者研究表明,住院医师对 LUS 诊断气胸的平均学习时间是 5 min,而对诊断胸腔积液的平均学习时间可达数小时^[22]。患者的自身因素也限制了肺部超声的应用,肥胖患者也会因其胸廓和软组织的厚度影响观察^[2]。皮下气肿、伤口无菌敷料的遮盖均会使超声波从皮肤行经到肺的过程中出现衰减。肺组织深部的病变,声波的衰减使得 LUS 也不易观察。肺内压增高情况下的肺气肿,LUS 也不能对其作出诊断。此外一些肺局部炎症或淋巴系统的损伤,会产生外周局部性的水肿,LUS 可能会观察到一些假阳性的征象。

4 小 结

近 20 年来,LUS 对肺部形态学的变化提供了许多即时有效的信息,并可对相应的病变部位采用动态的观察,并可以有效的解决一些棘手的麻醉危急症。例如近期的研究表明,LUS 可以对麻醉急症之一的气胸量化其严重程度和积气体积,其判断速度和准确度均优于传统的 CT 扫描^[23];而另一项研究表明 LUS 观察小儿肺水肿后肺外水清除速率的准确性甚至要优于其他检测手段^[24]。这些研究表明相对于传统的影像学检查,LUS 更具有精准性、无创性和实时性的特点。虽然目前 LUS 在一定程度上受到患者和仪器本身的限制,但在提倡围术期可视化和无创化医疗的今天,笔者相信随着 LUS 技术的不断改进,更为快速、简便的 LUS 会在麻醉学领域

的应用愈加广泛。

【参考文献】

- [1] Bouhemad B, Mongodi S, Via G, et al. Ultrasound for "lung monitoring" of ventilated patients[J]. *Anesthesiology*, 2015, 122(2): 437-447.
- [2] Gargani L, Volpicelli G. How I do it: lung ultrasound[J]. *Cardio-vasc Ultrasound*, 2014, 12:1-10.
- [3] 叶 熊,张维扬. 肺超声的临床应用进展[J]. *国际呼吸杂志*, 2012, 32(14):1117-1120.
- [4] Strapazzon G, Vezaro R, Hofer G, et al. Factors associated with B-lines after exposure to hypobaric hypoxia[J]. *Eur Heart J Cardio-vasc Imaging*, 2015, 16(11):1241-1246.
- [5] 曹加明,王祥和. 超声在危重患者气道管理中的应用[J]. *东南国防医药*, 2009, 11(4):336-339.
- [6] 石庭伟. 超声成像用于气管导管插管定位的临床研究[J]. *医学信息*, 2015, 28(15):46-47.
- [7] 金 梅,孙 可,袁亮婧,等. 超声快速判断困难气道患者气管导管误入食管的可可靠性[J]. *中华麻醉学杂志*, 2015, 35(7):848-848.
- [8] 肖鑫武,孙文逵,刘亚芳,等. 超声支气管镜引导下的经支气管镜针吸活检术在纵隔及肺部病变诊疗中的应用价值[J]. *东南国防医药*, 2015, 17(3):239-241.
- [9] 沈 徐,肖 纯,李振平等. 超声测定气道横径预测小儿气管导管型号的可行性研究[J]. *浙江临床医学*, 2015, 17(2):188-189.
- [10] Tessaro MO, Salant EP, Arroyo AC, et al. Tracheal rapid ultrasound saline test (T.R.U.S.T.) for confirming correct endotracheal tube depth in children[J]. *Resuscitation*, 2015, 8(9):8-12.
- [11] Soummer A, Perbet S, Brisson H, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress[J]. *Crit Care Med*, 2012, 40(7):2064-2072.
- [12] Gheorghiade M, Follath F, Ponikowski P, et al. Assessing and grading congestion in acute heart failure: a scientific statement from the acute heart failure committee of the heart failure association of the European Society of Cardiology and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine[J]. *Eur J Heart Fail*, 2010, 12(5):423-433.
- [13] 傅小云,高 飞,苏 德,等. 重症患者肺超声 B 线评分用于血管外肺水评估的临床研究[J]. *中国急救医学*, 2014, 34(7):591-594.
- [14] Zieleskiewicz L, Contargyris C, Brun C, et al. Lung ultrasound predicts interstitial syndrome and hemodynamic profile in parturients with severe preeclampsia [J]. *Anesthesiology*, 2014, 120(4):906-914.
- [15] Corradi F, Ball L, Brusasco C, et al. Assessment of extravascular lung water by quantitative ultrasound and CT in isolated bovine lung[J]. *Respir Physiol Neurobiol*, 2013, 187(3):244-249.
- [16] Baldi G, Gargani L, Abramo A, et al. Lung water assessment by lung ultrasonography in intensive care: a pilot study[J]. *Intensive Care Med*, 2013, 3(9):74-84.
- [17] Brat R, Yousef N, Klifa R, et al. Lung ultrasonography score to evaluate oxygenation and surfactant need in neonates treated with continuous positive airway pressure[J]. *JAMA Pediatr*, 2015, 169(8):151-179.
- [18] Henzler T, Schoenberg SO, Schoepf UJ, et al. Diagnosing acute pulmonary embolism: systematic review of evidence base and cost-effectiveness of imaging tests[J]. *J Thorac Imaging*, 2012, 27

- (5): 304-314.
- [19] 王小亭,赵 华,刘大为,等.重症超声快速管理方案在 ICU 重症患者急性呼吸困难或血流动力学不稳定病因诊断中的作用[J].中华内科学杂志,2014,53(10):793-798.
- [20] Jiang L, Ma Y, Zhao C, et al.Role of transthoracic lung ultrasonography in the diagnosis of pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One,2015,10(6):1-15.
- [21] Via G, Lichtenstein D, Mojoli F, et al.Whole lung lavage: a unique model for ultrasound assessment of lung aeration changes[J]. Intensive Care Med,2010, 36(6):999-1007.
- [22] Krishnan S, Kuhl T, Ahmed W, et al.Efficacy of an online education program for ultrasound diagnosis of pneumothorax[J]. Anesthesiology,2013,118(3):715-721.
- [23] Volpicelli G, Boero E, Sverzellati N, et al.Semi-quantification of pneumothorax volume by lung ultrasound[J].Intensive Care Med, 2014,40(10):1460-1467.
- [24] Raimondi F, Migliaro F, Sodano A, et al.Can neonatal lung ultrasound monitor fluid clearance and predict the need of respiratory support? [J].Crit Care,2012,16(6):1-5.
- (收稿日期:2016-03-05;修回日期:2016-04-11)
(本文编辑:黄攸生)

(上接第 255 页)

本组采用 980 nm 二极管激光功率最大 120 W,可升级至 150 W。气化、切割可达到 2~3 g/min,是其他激光的 5~10 倍。能连续及脉冲两种出光方式随意切换,拓宽手术适应证范围。凝血最高功率 100 W,剝除手术中止血点到即止。本组 32 例患者采用经尿道 980 nm 二极管激光前列腺剝除术的研究表明,手术时间(68 ± 15.4) min,术后血红蛋白下降(4.8 ± 1.0) g/L,与 TUPKP 同样未发生电切综合征及出血等不良事件,其术后留置导尿时间(3.1 ± 0.4) d。

3.4 经尿道二极管激光较等离子前列腺剝除术优势 本研究中,我们比较了等离子与及 980 nm 二极管激光在经尿道前列腺剝除术中安全性及有效性,并进行为期 6 个月的术后随访观察。两组手术时间比较差异性有统计学意义,但相差不大,且由于术中切割速度难免统一化,因此缺乏足够的临床意义。两组在术后血红蛋白下降的比较中,980 nm 二极管激光组较等离子组少($P < 0.05$),980 nm 二极管激光在止血方面稍优于等离子组,都属于止血效果较好的手术方式。从安全性分析,两组入选患者均未出现电切综合征,两组患者术前术后电解质 Na^+ 下降无统计学意义($P > 0.05$)。这要求术者对前列腺局部解剖层面判断准确,主动规避损伤前列腺外科包膜引起灌注液外渗。从有效性上讲,两组术后 1 个月和 6 个月复查相关指标,两组 Q_{\max} 、PVR、IPSS 分别为(18.3 ± 5.4)、(16.3 ± 6.5)、(13.1 ± 2.1)和(15.4 ± 4.7)、(21.6 ± 7.1)、(14.8 ± 3.3),LUTS 指标较术前改善明显,两组比较有统计学意义($P < 0.05$),表明 980 nm 二极管激光组较等离子组术后症状改善更优。

【参考文献】

- [1] Ustinov DV, Kholtobin DP, Kul'chavenia EV, et al. The use of

- laser vaporization for the treatment of benign prostatic hyperplasia [J]. Urologiia, 2013,(4): 74-76, 78-79.
- [2] Tasci AI, Ilbey YO, Tugcu V, et al. Transurethral resection of the prostate with monopolar resectoscope: single-surgeon experience and long-term results of after 3589 procedures[J]. Urology, 2011, 78(5): 1151-1155.
- [3] Reich O, Corvin S, Oberneder R, et al. In vitro comparison of transurethral vaporization of the prostate (TUVAP), resection of the prostate (TURP), and vaporization resection of the prostate (TUVRP) [J]. Urol Res, 2002, 30(1): 15-20.
- [4] Bach T, Muschter R, Sroka R, et al. Laser treatment of benign prostatic obstruction: basics and physical differences [J]. Eur Urol, 2012, 61(2): 317-325.
- [5] Benjem-Gual JM, Sanz-Granda A, Budfa A, et al. Multicenter study on costs associated with two surgical procedures: GreenLight XPS 180 W versus the Gold standard transurethral resection of the prostate [J]. Actas Urol Esp, 2014, 38(6): 373-377.
- [6] Gu X, Vricella GJ, Spaliviero M, et al. Does size really matter? The impact of prostate volume on the efficacy and safety of GreenLight HPSTTM laser photoselective vaporization of the prostate [J]. J Endourol, 2012, 26(5): 525-530.
- [7] Sun N, Fu Y, Tian T, et al. Holmium laser enucleation of the prostate versus transurethral resection of the prostate: a randomized clinical trial [J]. Int Urol Nephrol, 2014, 46(7): 1277-1282.
- [8] Yang Z, Wang X, Liu T. Thulium laser enucleation versus plasmakinetic resection of the prostate: a randomized prospective trial with 18-month follow-up [J]. Urology, 2013, 81(2): 396-400.
- [9] 仇让学,孟庆超,彭荣军,等.经尿道等离子前列腺双极电切术联合腔内剝除法治疗前列腺增生 [J]. 东南国防医药, 2009, 11(2): 153-154.
- [10] Yang SS, Hsieh CH, Lee YS, et al. Diode laser (980 nm) enucleation of the prostate: a promising alternative to transurethral resection of the prostate [J]. Lasers Med Sci, 2013, 28(2): 353-360.
- [11] Liu J, Kang SS, Zhang XJ, et al. 980 nm diode laser vaporization for benign prostatic hyperplasia [J]. Zhonghua Nan Ke Xue, 2013, 19(5): 422-424.
- [12] Kim Y, Seong YK, Kim IG, et al. Twelve-Month follow-up results of photoselective vaporization of the prostate with a 980 nm diode laser for treatment of benign hyperplasia [J]. Korean J Urol, 2013, 54(10): 677-681.

(收稿日期:2016-01-06;修回日期:2016-03-08)

(本文编辑:黄攸生; 英文编辑:王建东)