

解剖 M 型超声在膈肌运动评价中的可行性

南淑良 穆靛 刘莉 王水利 刘菲菲

摘要 **目的** 探讨解剖 M 型超声测量双侧膈肌移动度和收缩速度的可行性,为膈肌运动功能障碍的诊断提供依据。**方法** 选取健康成人 118 例为研究对象,由同一检查者应用解剖 M 型超声测量平静呼吸时双侧膈肌移动度和吸气时间两次,计算膈肌收缩速度;以第 10 和第 90 百分位对应数值确定膈肌运动参数正常参考值范围。应用组内相关系数 (*ICC*) 评价检查者自身超声测量参数的可重复性,分析膈肌运动与性别、年龄、吸烟史、体质量指数 (*BMI*) 之间的关系。**结果** 膈肌运动参数正常参考值范围:膈肌移动度 9~23 mm,吸气时间 972~1482 ms,收缩速度 0.82~1.87 cm/s,双侧膈肌运动参数比较差异均无统计学意义。解剖 M 型超声两次测量膈肌移动度和吸气时间的 *ICC* 均 >0.9;膈肌运动与性别、年龄、吸烟史及 *BMI* 均无明显相关。**结论** 解剖 M 型超声可以准确测量双侧膈肌移动度,且重复性较好,具有临床推广应用价值。

关键词 解剖 M 型超声;膈肌运动;正常值;可行性

[中图分类号] R445.1

[文献标识码] A

Feasibility of anatomical M-mode ultrasound in the evaluation of diaphragm movement

NAN Shuliang, MU Liang, LIU Li, WANG Shuili, LIU Feifei

Ultrasound Medical Diagnosis Center, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, China

ABSTRACT **Objective** To explore the feasibility of measuring the mobility and contraction velocity of bilateral diaphragm by anatomical M-mode ultrasound, and to provide basis for the diagnosis of diaphragm motor dysfunction. **Methods** A total of 118 healthy adults were selected, the movement and inspiratory time of bilateral diaphragm were measured twice during quiet breathing with anatomical M-mode ultrasound by the same examiner, and the contraction velocity of diaphragm was calculated. The normal reference range of diaphragm movement parameters were determined by the corresponding values of the 10th and 90th percentiles. Intraclass correlation coefficient (*ICC*) was used to evaluate the repeatability of ultrasound parameters, and the relationship between diaphragm movement and sex, age, smoking history, body mass index (*BMI*) was analyzed. **Results** The normal reference range of diaphragm movement parameters: diaphragm mobility was 9~23 mm, inspiratory time was 972~1482 ms, contraction velocity was 0.82~1.87 cm/s, there were no significant difference in bilateral diaphragm movement parameters. The *ICC* of diaphragm mobility and inspiratory time measured by anatomical M-mode ultrasound were more than 0.9. There was no significant correlation among diaphragm movement and sex, age, smoking history and *BMI*. **Conclusion** Anatomical M-mode ultrasound can accurately measure the mobility of bilateral diaphragm, and has good repeatability. It can be widely used in clinic for monitoring diaphragm movement.

KEY WORDS Anatomical M-mode ultrasound; Diaphragm movement; Normal value; Feasibility

膈肌是人体最主要的吸气肌,在吸气过程中承担 90% 以上的通气^[1]。临床上多种因素,如机械通气、脓毒症、慢性营养不良等均可导致膈肌功能障碍^[2],因此,评估膈肌功能对于有效的临床管理、阻止膈肌功

能损伤相关并发症的发生均有重要意义。目前,应用 M 型超声测量膈肌移动度是临床研究热点,但由于左侧膈肌的观察需以脾脏作为透声窗,而脾脏体积小,取样线难以与膈肌保持垂直,测量准确性低,重复性

基金项目:陕西省重点研发计划项目(2020SF-110);陕西省人民医院科技发展孵化基金项目(2016YX-15)

作者单位:710068 西安市,陕西省人民医院超声诊断中心(南淑良、穆靛、刘莉),呼吸与危重症科(王水利);北京大学人民医院超声医学科(刘菲菲)

通讯作者:刘菲菲, Email: niu.feifei@163.com

差,故多数研究仅以右侧膈肌作为研究目标,缺少对左侧膈肌运动的评估。膈肌功能障碍可单侧或双侧发生,故有必要寻找一种安全可靠的技术评价左侧膈肌运动。解剖 M 型超声可以 360° 旋转,目前已用于心脏超声检查,本研究旨在探讨应用解剖 M 型超声测量双侧膈肌运动的可行性和可重复性,为该技术在膈肌运动评价中的临床应用提供参考。

资料与方法

一、研究对象

选取 2020 年 1~6 月在我院体检的健康成人 118 例,男 62 例,女 56 例,年龄 18~45 岁,平均(32.37±12.70)岁,体质量指数(BMI) 18.76~30.63 kg/m²,平均(22.65±4.21)kg/m²。男性吸烟者 28 例,非吸烟者 34 例;女性无吸烟者。排除标准:①妊娠期及重症糖尿病患者;②既往有经鼻气管插管、无创机械通气、气管切开等病史者;③ T8 以上脊髓损伤、神经肌肉疾病等机械通气者;④既往有胸腔、腹腔相关病史者。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有受检者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

使用 Philips Affiniti 50 彩色多普勒超声诊断仪, S4-2 相控阵探头,频率 2~4 MHz。受检者取仰卧位,嘱其平静呼吸,于腋前线和腋中线之间选择第八至十肋间位置,清晰显示膈肌强回声线。左侧以脾脏作为透声窗,右侧以肝脏作为透声窗,启动解剖 M 型超声,使取样线垂直于膈肌, M 型超声可显示取样线上膈肌随着呼吸的运动轨迹,吸气时膈肌下移靠近探头, M 型超声轨迹向上;呼气时膈肌上移远离探头, M 型超声轨迹向下,观察 3~5 个呼气周期后,冻结图像,测量膈肌移动度(基线至曲线最高点的垂直距离)和吸气时间(从吸气开始至峰值的时间),计算膈肌收缩速度,膈肌收缩速度=膈肌移动度/吸气时间^[3]。所有参数均测量 3 次,取平均值。以上操作由同一具有 6 年以上超声检查经验的医师完成, 10~30 min 后使用上述方法再次测量受检者的膈肌移动度和吸气时间。

三、统计学处理

应用 SPSS 21.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较行配对 *t* 检验,采用 118 例受检者的第 10 和第 90 百分位所对应的数值作为平静呼吸时膈肌运动的参考数值范围。应用多元线性回归分析膈肌移动度和收缩速度的相关影响因素;采用组内相关系数(ICC)评价同一检查者测量参数的可重复性。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、解剖 M 型超声检查情况

所有受检者均获得满意的平静呼吸时膈肌运动声像图及测值(图 1),平静呼吸时双侧膈肌移动度、吸气时间及收缩速度比较差异均无统计学意义。见表 1。平静呼吸时膈肌移动度、吸气时间及收缩速度的参考值范围见表 2。

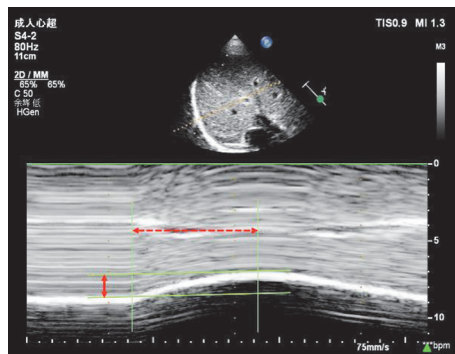


图 1 解剖 M 型超声观察膈肌运动示意图
断续白线为传统 M 型超声取样线;断续黄线为解剖 M 型超声取样线;强回声线示膈肌;红色实线双箭头示膈肌移动度;红色虚线双箭头示吸气时间

表 1 双侧膈肌移动度、吸气时间及收缩速度比较($\bar{x} \pm s$)

部位	膈肌移动度(mm)	吸气时间(ms)	收缩速度(cm/s)
左侧	14.42±5.94	1230.10±208.49	1.22±0.40
右侧	16.74±4.96	1208.94±229.77	1.37±0.39
<i>t</i> 值	2.360	-0.537	2.200
<i>P</i> 值	0.837	0.592	0.666

表 2 膈肌移动度、吸气时间及收缩速度的参考值范围

参数	平均值	95% 可信区间	10 th ~90 th
移动度(mm)	15.46±5.71	14.78~16.69	9~23
吸气时间(ms)	1219.52±218.75	1190.82~1262.93	972~1482
收缩速度(cm/s)	1.29±0.40	1.25~1.51	0.82~1.87

二、重复性分析

同一检查者应用解剖 M 型超声两次测量膈肌移动度及吸气时间的 ICC 值均>0.9,重复性好。见表 3。

表 3 同一检查者应用解剖 M 型超声两次测量膈肌移动度和吸气时间的 ICC

参数	ICC	95% 可信区间
左侧吸气时间	0.910	0.745~0.970
右侧吸气时间	0.947	0.851~0.982
左侧膈肌移动度	0.917	0.752~0.967
右侧膈肌移动度	0.931	0.808~0.976

ICC:组内相关系数

三、多元线性回归分析

多元线性回归分析显示性别、年龄、身高、体质量、BMI 及吸烟史均与膈肌运动无相关性。见表 4,5。

表4 膈肌移动度影响因素的多元线性回归分析

变量	非标准化系数	标准误	标准系数	t值	P值
常数项	33.41	71.13	-	0.47	0.64
性别	1.56	1.77	0.17	0.88	0.38
年龄	0.03	0.05	0.09	0.63	0.53
身高	-7.88	41.48	-1.44	-0.19	0.85
体重	0.19	0.45	0.52	0.41	0.68
BMI	-0.82	1.30	-0.62	-0.63	0.53
吸烟史	0.85	1.61	0.08	0.53	0.60

表5 膈肌收缩速度影响因素的多元线性回归分析

变量	非标准化系数	标准误	标准系数	t值	P值
常数项	8.35	5.60	-	1.49	1.42
性别	-0.03	0.14	-0.05	-0.23	0.82
年龄	1.01	0.004	0.00	0.00	0.10
身高	-3.94	3.27	-0.92	-1.21	0.23
体重	0.04	0.04	1.58	1.22	0.22
BMI	-0.14	0.10	-1.34	-1.35	0.18
吸烟史	0.11	0.13	0.13	0.83	0.41

讨 论

膈肌是呼吸的主要驱动力,膈肌功能下降直接影响呼吸功能。目前临床测量膈肌运动的方法包括跨膈压、肌电图、X线、CT及MRI等^[4],但均具有创伤性或放射性,难以在床旁实时监测。超声是一种简单、无创、无辐射、安全、重复性好的影像学方法,已广泛应用于危重患者膈肌功能障碍的诊断与监测^[5]。M型超声可对时间和距离进行精确定位,能观察局部结构的运动轨迹、量化其移动幅度,具有客观性和较高的准确性。但应用M型超声测量膈肌移动度的前提是取样线必须与被测目标保持垂直,右侧膈肌与肝脏相毗邻,透声窗较大,在肋弓下切面较容易获得垂直切面,而间位结肠患者难以获得垂直切面;左侧膈肌与脾脏相毗邻,透声窗较小,取样线很难与膈肌保持垂直,因此目前大多数膈肌的超声研究^[6-7]均以右侧膈肌作为观察目标。Boussuges等^[8]研究表明,相对于左侧膈肌移动度,超声能更直观准确地测量右侧膈肌移动度。但当怀疑患者存在单侧膈肌损伤时,如单侧膈肌麻痹等,则需要评估双侧膈肌功能。

与传统M型超声相比,解剖M型超声不受取样线角度限制,仅需调整好取样位置即可进行360°旋转,使取样线与观察目标垂直。本研究应用解剖M型超声观察膈肌运动,成功获得了健康成人平静呼吸时双侧膈肌移动度的平均值为(15.46±5.71)mm,其中右侧膈肌移动度为(16.74±4.96)mm,与既往研究^[9]右侧膈肌移动度(16.8±5.2)mm一致。目前对膈肌的研究^[10]多集中在移动度的评估,忽视了膈肌收缩速度在膈肌功

能评价中的价值,研究^[11]表明膈肌收缩速度与膈肌的肌力有关。本研究通过测量膈肌移动度和吸气时间获得膈肌收缩速度,并得到了膈肌移动度和收缩速度的正常参考值范围,为临床评估危重患者膈肌功能障碍的诊断及治疗效果提供了更多信息,可应用于机械通气患者撤机结果的预测、膈肌萎缩及膈肌麻痹的鉴别、慢性阻塞性肺疾病严重程度的判断等方面。

本研究还探了解剖M型超声在膈肌运动评价中的可重复性,结果显示其测量膈肌移动度和吸气时间的ICC值均>0.9,表明该技术具有较高的可重复性,是评价双侧膈肌运动的可靠方法。另外,本研究于肋间切面获得观察目标,减少了传统M型超声两侧不同切面测量膈肌移动度所造成的差异,不仅可以提高超声测量的重复性,还降低了测量结果偏差对临床评估病情的影响。研究^[8]表明,健康人平静呼吸时双侧膈肌移动度存在微小差异,本研究应用解剖M型超声测量双侧膈肌移动度,发现平静呼吸时双侧膈肌移动度、吸气时间及收缩速度比较差异均无统计学意义,推测可能与传统测量方法误差及测量部位不同有关。

另外,本研究多元线性回归分析发现平静呼吸时膈肌运动与受检者年龄、性别、BMI及吸烟史均无相关性,而既往研究^[8]表明,平静呼吸时膈肌移动度与身高和体重均呈弱相关,原因可能与种族及测量方式有关。另有研究^[12]发现,深呼吸时男性膈肌移动度大于女性,分析原因可能与男性胸廓肌肉结构及肺活量大有关。

本研究虽然获得了膈肌移动度、吸气时间及收缩速度的正常参考值范围,但为单中心研究,且样本量较小,未来仍需多中心、大样本量的研究,并细化受检者年龄层次以获得更加精确的正常值参考范围。另外,本研究分析了膈肌运动与受检者一般资料的相关性,但仍有很多潜在的影响因素,如受检者平时活动量、工作性质等,今后需进一步研究。

综上所述,解剖M型超声克服了传统M型超声测量膈肌运动的不足,能够准确评估双侧膈肌运动幅度及速度,操作简便、易行,可重复性佳,可用于膈肌功能障碍、膈肌麻痹等膈肌相关病变的诊断与监测,具有临床推广应用价值。

参考文献

- [1] Zuo L, Best TM, Roberts WJ, et al. Characterization of reactive oxygen species in diaphragm[J]. Acta Physiol (Oxf), 2015, 213(3): 700-710.
- [2] 韩铭欣,潘萌萌,宋维,等.床旁超声评估脓毒症患者膈肌的形态与功能研究[J].中华结核和呼吸杂志,2020,43(1):35-39.
- [3] 王飞飞,朱晓萍,马少林.超声评估膈肌结构和功能[J].中华危重

病急救医学, 2017, 29(3): 276-280.

[4] 周丽娜, 李庆云, 黄绍光, 等. 膈肌功能障碍综合评估方法的研究进展[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(2): 115-118.

[5] 李文艳, 刘曙东. M型和二维超声评价重症肌无力危象患者膈肌收缩运动的可行性研究[J]. 临床超声医学杂志, 2019, 21(2): 138-140.

[6] Abbas A, Embarak S, Walaa M, et al. Role of diaphragmatic rapid shallow breathing index in predicting weaning outcome in patients with acute exacerbation of COPD [J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2018, 21(5): 1655-1661.

[7] Zhou P, Zhang Z, Hong Y, et al. The predictive value of serial changes in diaphragm function during the spontaneous breathing trial for weaning outcome: a study protocol [J]. BMJ Open, 2017, 7(6): e015043.

[8] Bousauges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by

M-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values[J]. Chest, 2009, 135(2): 391-400.

[9] 何伟, 许媛. 3种超声方法测量膈肌运动的比较研究[J]. 中华危重病急救医学, 2014, 12(4): 914-916.

[10] Ha SY, Sung YH. Effects of vojta approach on diaphragm movement in children with spastic cerebral palsy [J]. J Exerc Rehabil, 2018, 14(6): 1005-1009.

[11] Soilemezi E, Tsagourias M, Talias MA, et al. Sonographic assessment of changes in diaphragmatic kinetics induced by inspiratory resistive loading [J]. Respirology, 2013, 18(3): 468-473.

[12] Kantarci F, Mihmanli I, Demirel MK, et al. Normal diaphragmatic motion and the effects of body composition: determination with M-mode sonography [J]. J Ultrasound Med, 2004, 23(2): 255-260.

(收稿日期: 2020-07-27)

· 病例报道 ·

Three-dimensional ultrasonic diagnosis of nutcracker syndrome complicated with left renal vein tumor: a case report

三维超声诊断胡桃夹综合征并左肾静脉瘤 1 例

陈观木 王贤明 谢学建

[中图法分类号] R445.1

[文献标识码] B

患者女, 19岁, 体型消瘦(体质量指数 18.2 kg/m²), 因外院尿常规检查提示尿蛋白阳性来我院就诊。常规超声检查: 双肾未见明显异常; 左肾静脉于腹主动脉左前方呈瘤样扩张, 范围约 25 mm×19 mm(图 1); 左肾静脉于腹主动脉和肠系膜上动脉之间的夹角处明显受压, 管腔纤细, 内径 1.0 mm; 彩色多普勒超

声示夹角间左肾静脉流速明显加快, 峰值流速为 171 cm/s(图 2), 左肾静脉于腹主动脉左前方流速为 15 cm/s。三维超声检查: 左肾静脉受压处管腔纤细, 远心端呈瘤样扩张, 内未见明显栓子(图 3)。超声提示: ①胡桃夹综合征; ②左肾静脉瘤。

讨论: 胡桃夹综合征也称左肾静脉压迫综合征, 多见于瘦

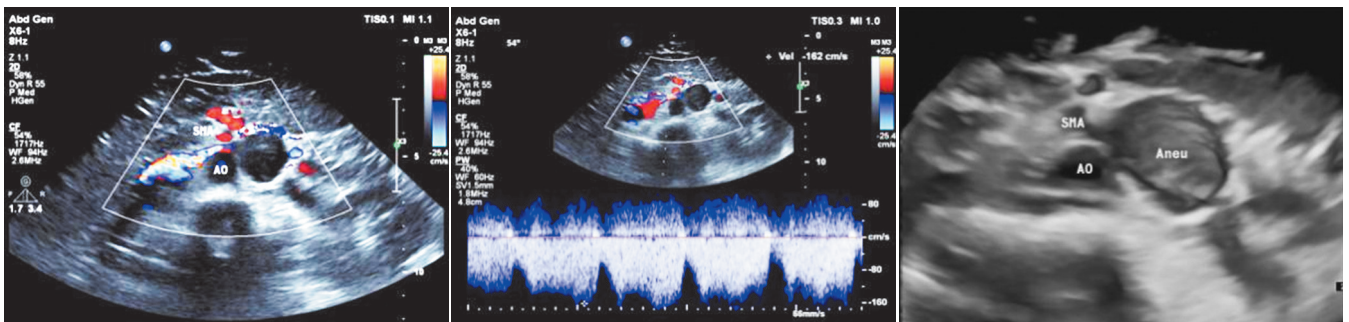


图 1 左肾静脉于腹主动脉左前方呈瘤样扩张, 图 2 彩色多普勒超声示夹角间峰值流速 171 cm/s 夹角间左肾静脉明显受压, 血流紊乱, 流速加快 (AO: 腹主动脉; SMA: 肠系膜上动脉)

图 3 左肾静脉瘤三维超声成像示静脉瘤 (Aneu) 与腹主动脉(AO)、肠系膜上动脉(SMA)的空间关系

长体型的青年人。其发病机制为左肾静脉于腹主动脉与肠系膜上动脉之间的夹角处受压, 静脉回流受阻, 引起血尿、蛋白尿等症状。胡桃夹综合征临床症状缺乏特异性, 主要依靠影像学方法确诊, 超声检查是筛查胡桃夹综合征的首选影像学方法。本例患者合并左肾静脉瘤, 临床罕见, 二维超声可清晰显示腹主动脉、肠系膜上动脉与左肾静脉的位置, 测量左肾静脉受压

段及远端扩张段的内径及其血流速度; 三维超声可多角度清晰显示扩张的左肾静脉与腹主动脉、肠系膜上动脉及其周边组织的空间关系, 表现为左肾静脉受压处管腔纤细, 远心端呈瘤样扩张, 内未见明显栓子, 为胡桃夹综合征的超声诊断提供了新的方法。

(收稿日期: 2020-04-28)