

经直肠腔内超声与剪切波弹性成像在直肠癌诊断中的对比研究

陈晓琼 王月爱 李波

摘要 **目的** 比较经直肠腔内超声(ERUS)与剪切波弹性成像(SWE)在直肠癌诊断中的应用价值。**方法** 选取我院经病理确诊的128例直肠肿瘤患者,其中直肠癌68例(恶性组),直肠腺瘤60例(良性组),两组均行ERUS和SWE检查,比较动脉血流阻力指数(RI)、搏动指数(PI)、收缩期血流峰值流速(PSV)、舒张末期血流速度(EDV)、杨氏模量均值(Emean)的差异。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估RI、PI、PSV、EDV、Emean对直肠癌的诊断效能。**结果** 恶性组RI、PI均低于良性组,PSV、EDV、Emean均高于良性组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。直肠癌T1、T2、T3、T4期RI、PI、PSV、EDV、Emean比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。ROC曲线分析显示,RI、PI、PSV、EDV、Emean诊断直肠癌的曲线下面积分别为0.914、0.747、0.666、0.839、0.996,敏感性分别为88.2%、48.5%、72.1%、64.7%、100%,特异性分别为83.3%、100%、56.7%、95.0%、93.3%。Emean的曲线下面积与RI、PI、PSV、EDV比较差异均有统计学意义($Z=3.390、5.646、6.862、4.346$,均 $P<0.001$)。**结论** SWE较ERUS在直肠癌诊断方面可能具有更高的临床应用价值。

关键词 超声检查;经直肠;剪切波弹性成像;血流动力学;直肠肿瘤,恶性;T分期
[中图分类号]R445.1;R735.3 [文献标识码]A

Comparative study of endorectal ultrasound and shear wave elastography in the diagnosis of rectal cancer

CHEN Xiaoqiong, WANG Yue'ai, LI Bo

Department of Ultrasound Imaging, the First Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410007, China

ABSTRACT **Objective** To compare the application value of endorectal ultrasound(ERUS) and shear wave elastography(SWE) in the diagnosis of rectal cancer.**Methods** A total of 128 patients with rectal tumor diagnosed by pathological biopsy in our hospital were selected, including 68 patients with rectal cancer (malignant group) and 60 patients with rectal adenoma (benign group).Both groups underwent ERUS and SWE examinations, the arterial blood flow resistance index (RI), pulsatility index (PI), peak systolic blood flow velocity (PSV), end-diastolic blood flow velocity (EDV) and Emean were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to evaluate the diagnostic efficacy of RI, PI, PSV, EDV and Emean for rectal cancer.**Results** The RI and PI in the malignant group were lower than those in the benign group, while PSV, EDV and Emean were higher than those in the benign group, and the differences were statistically significant (all $P<0.05$).The differences in RI, PI, PSV, EDV and Emean of rectal cancer in T1, T2, T3 and T4 stages were statistically significant (all $P<0.05$).ROC curve analysis showed that the area under curve (AUC) of RI, PI, PSV, EDV and Emean for diagnosing rectal cancer were 0.914, 0.747, 0.666, 0.839 and 0.996, respectively, the sensitivities were 88.2%, 48.5%, 72.1%, 64.7% and 100%, respectively, the specificities were 83.3%, 100%, 56.7%, 95.0% and 93.3%, respectively. There were significant differences of AUCs between Emean and RI, PI, PSV, EDV ($Z=3.390, 5.646, 6.862, 4.346$, all $P<0.001$).**Conclusion** Compared with ERUS, SWE may have higher clinical application value in the diagnosis of rectal cancer.

KEY WORDS Ultrasonography; endorectal; Shear wave elastography; Hemodynamics; Rectal tumor, malignant; T staging

结直肠癌的发病率和死亡率在我国癌症疾病中居第5位^[1],其中直肠癌的发病率高于结肠癌,在结直肠癌总发病率中约占

60.0%^[2]。目前临床多使用剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)、经直肠腔内超声(endorectal ultrasound, ERUS)等方法对

其进行检查,但关于两种检测方法的对比研究较少,本研究旨在对比分析ERUS与SWE在直肠癌诊断中的应用价值。

资料与方法

一、临床资料

选取2018年5月至2020年6月我院收治的经病理确诊的128例直肠肿瘤患者,其中直肠癌68例(恶性组),直肠腺瘤60例(良性组)。恶性组中男32例,女36例,年龄29~85岁,平均(60.30±5.28)岁,体质量指数(23.25±2.41)kg/m²;直肠癌患者均符合《中国结直肠癌诊疗规范(2020年版)》^[3]诊断标准,T1期23例、T2期18例、T3期15例、T4期12例;良性组中男29例,女31例,年龄30~84岁,平均(59.96±5.18)岁,体质量指数(23.31±2.38)kg/m²。纳入标准:①病理确诊为直肠肿瘤;②入院后均行ERUS与SWE检查;③ERUS检查1~2周内行手术治疗,且术后病理结果完整。排除标准:①影像学检查发现远处脏器转移;②严重心肺功能不全;③直肠肿瘤术后复发。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1.ERUS检查:使用日立Aloka F 75彩色多普勒超声诊断仪,360°环阵探头,频率5~10 MHz。患者取左侧卧位,先行直肠指检,然后使用一次性乳胶套包裹探头,涂抹耦合剂,再嘱患者取屈髋屈膝位,缓慢将探头插入直肠,探及病灶后上下、左右缓慢移动探头,进行全方位扫查,观察病灶回声、边缘、大小、浸润深度、有无血管形成及距肛缘距离、是否侵犯周边组织;于血流信号最丰富处测量动脉血流阻力指数(RI)、搏动指数(PI)、收缩期血流峰值流速(PSV)、舒张末期血流速度(EDV),所有参数均重复测量3次,取平均值。

2.SWE检查:使用法国声科 Aixplorer彩色多普勒超声诊断仪,SE12-3经直肠探头,频率3~12 MHz。患者取左侧卧位,于ERUS检查完毕后行SWE检查,待病灶清晰显示后启动SWE模式,在换能器无压缩的前提下靠近肿瘤,直至彩色图像信号稳定,冻结图像,启动定量分析系统测量组织硬度,感兴趣区包括全部病灶组织,采用仪器内置的测量工具Q-Box测量杨氏模量均值(Emean),重复测量3次取平均值。

ERUS与SWE检查均由同一具有丰富经验的超声医师完

成。比较恶性组与良性组RI、PI、PSV、EDV、Emean,以及直肠癌不同分期RI、PI、PSV、EDV、Emean的差异。

三、统计学处理

应用SPSS 22.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组比较采用方差分析,两组比较行独立样本t检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估RI、PI、PSV、EDV、Emean对直肠癌的诊断效能,曲线下面积(AUC)比较行Z检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

一、ERUS检查结果

1.恶性组RI、PI均低于良性组,PSV、EDV均高于良性组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表1。

表1 良性组与恶性组ERUS检查结果比较($\bar{x} \pm s$)

组别	RI	PI	PSV(cm/s)	EDV(cm/s)
恶性组	0.68±0.16	1.46±0.47	21.64±3.39	3.37±0.61
良性组	0.92±0.21	2.15±0.69	20.01±2.32	2.65±0.41
t值	7.320	6.677	3.132	7.729
P值	<0.001	<0.001	0.002	<0.001

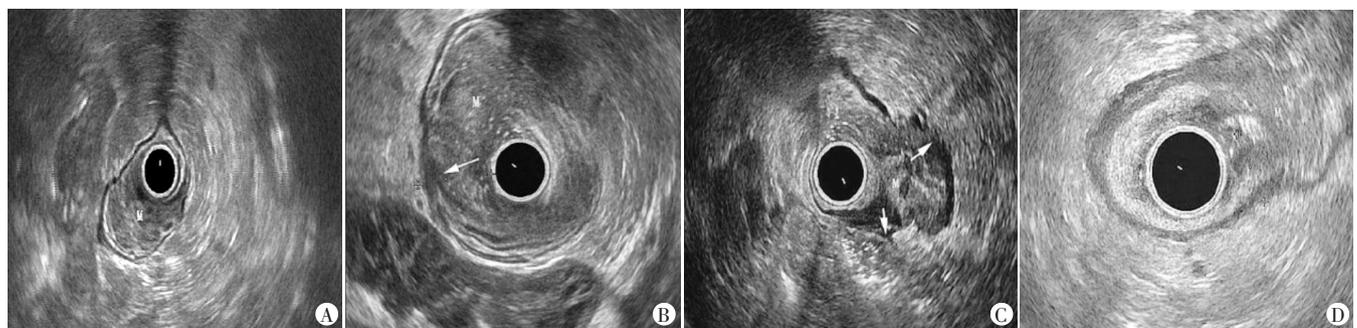
RI:阻力指数;PI:搏动指数;PSV:收缩期血流峰值流速;EDV:舒张末期血流速度

2.直肠癌T1、T2、T3、T4期RI、PI、PSV、EDV比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);不同分期上述参数两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表2和图1。

表2 直肠癌不同分期ERUS检查结果比较($\bar{x} \pm s$)

分期	RI	PI	PSV(cm/s)	EDV(cm/s)
T1	0.78±0.17 [#] △	1.85±0.53 [#] △	19.32±1.21 [#] △	2.98±0.16 [#] △
T2	0.70±0.15 [#] △	1.36±0.35 [#] △	21.15±1.75 [#] △	3.21±0.32 [#] △
T3	0.64±0.11 [#] *	1.24±0.23 [#] *	23.05±2.32 [#] *	3.61±0.52 [#] *
T4	0.52±0.05 [#] *△	1.12±0.09 [#] *△	25.05±5.32 [#] *△	4.09±0.86 [#] *△
F值	9.973	13.588	8.810	16.559
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

与T1期比较,* $P < 0.05$;与T2期比较,[#] $P < 0.05$;与T3期比较,△ $P < 0.05$ 。RI:阻力指数;PI:搏动指数;PSV:收缩期血流峰值流速;EDV:舒张末期血流速度



A:T1期,肿瘤位于黏膜及黏膜下层,RI为0.79,PI为1.86,PSV为19.43 cm/s,EDV为2.99 cm/s;B:T2期,肿瘤侵及固有肌层(箭头示),RI为0.72,PI为1.39,PSV为21.24 cm/s,EDV为3.28 cm/s;C:T3期,肿瘤达浆膜层(箭头示),浆膜不光滑,RI为0.65,PI为1.25,PSV为23.43 cm/s,EDV为3.72 cm/s;D:T4期,肿瘤突破浆膜层,侵及膀胱,与膀胱壁后壁分界不清,RI为0.55,PI为1.14,PSV为25.13 cm/s,EDV为4.13 cm/s

图1 直肠癌不同分期ERUS图

二、SWE 检查结果

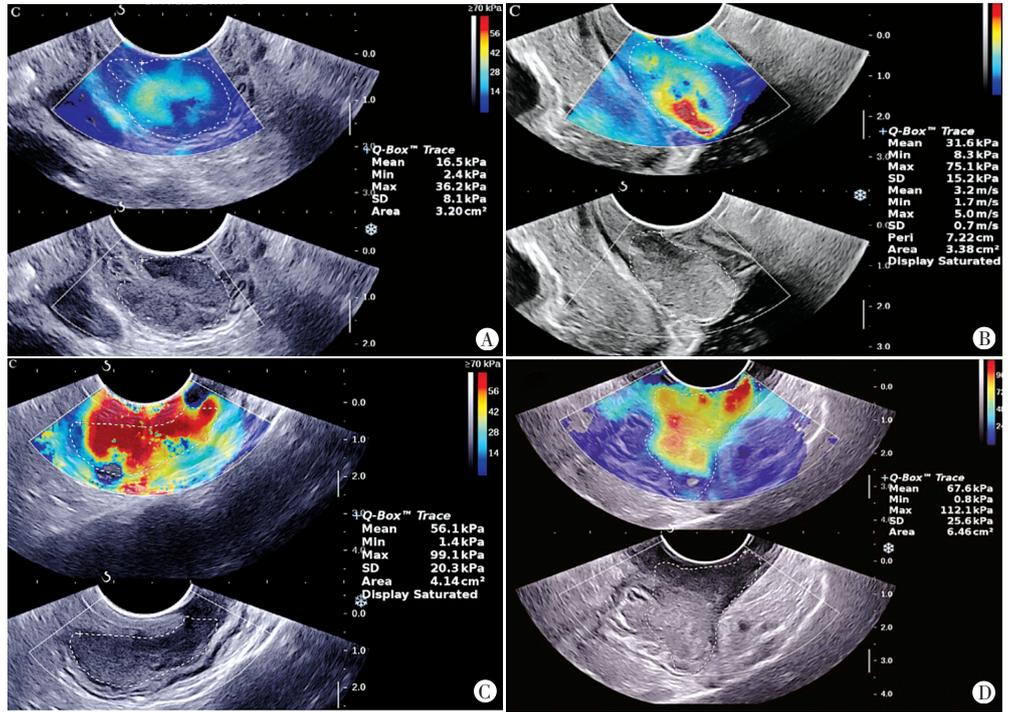
1. 恶性组与良性组 Emean 分别为 (52.41±15.44) kPa 和 (12.52±4.45) kPa, 差异有统计学意义 ($t=18.935, P<0.001$)。

2. 直肠癌 T1、T2、T3、T4 期 Emean 分别为 (17.43±3.65) kPa、(33.25±7.16) kPa、(55.25±8.59) kPa、(68.58±11.26) kPa, 差异有统计学意义 ($F=10.024, P<0.001$); 不同分期 Emean 两两比较差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。见图 2。

三、ROC 曲线分析

ROC 曲线分析显示, RI、PI、PSV、EDV、Emean 诊断直肠癌的 AUC 分别为 0.914、0.747、0.666、0.839、0.996; 敏感性分别为 88.20%、48.50%、72.10%、64.70%、100%; 特异性分别为 83.30%、100%、56.70%、95.00%、93.30%。Emean 的 AUC 与 RI、PI、PSV、EDV 比较差异均有统计

学意义 ($Z=3.390, 5.646, 6.862, 4.346$, 均 $P<0.001$)。见表 3 和图 3。



A: T1期, Emean 为 16.5 kPa; B: T2期, Emean 为 31.6 kPa; C: T3期, Emean 为 56.1 kPa; D: T4期, Emean 为 67.6 kPa

图 2 直肠癌不同分期 SWE 图

表 3 ERUS 及 SWE 参数诊断直肠癌的 ROC 曲线分析

参数	AUC	标准误	P	95% 可信区间		截数值	约登指数	敏感性(%)	特异性(%)
				下限	上限				
RI	0.914	0.024	<0.001	0.867	0.961	0.845	0.715	88.20	83.30
PI	0.747	0.044	<0.001	0.660	0.834	0.675	0.485	48.50	100
PSV	0.666	0.048	<0.001	0.572	0.760	20.215 cm/s	0.288	72.10	56.70
EDV	0.839	0.036	<0.001	0.768	0.909	3.095 cm/s	0.597	64.70	95.00
Emean	0.996	0.003	<0.001	0.990	1.000	60.735 kPa	0.933	100	93.30

AUC: 曲线下面积

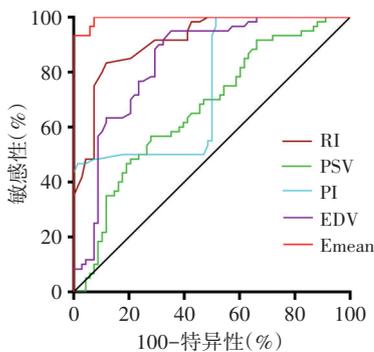


图 3 ERUS 及 SWE 参数诊断直肠癌的 ROC 曲线图

讨论

研究^[4]指出, 直肠肿瘤不是一种疾病, 而是一组疾病, 包括直肠癌、直肠腺瘤等, 故临床治疗中不能忽视“同病异治”的个

体化治疗方式。近年来, 随着直肠癌个体化和阶段化治疗的转变, 手术不再是该病唯一治疗方案, 如良性腺瘤和早期直肠癌 (T1~T2 期) 临床建议行局部切除或内窥镜显微外科手术等微创治疗, 而局部晚期直肠癌 (T3~T4 期) 则建议采用新辅助化疗和放射治疗。因此, 术前准确诊断和分期意义重大, 能为临床制定治疗方案提供重要信息。本研究应用 ERUS 与 SWE 通过血流动力学参数和 Emean 诊断直肠癌, 对比分析其临床应用价值。

ERUS 是临床筛查直肠癌的重要方法, 其可显示肿瘤大小、肠壁浸润深度及血流情况^[5-6]。直肠癌 ERUS 特征以实质性不均匀低回声肿块和点、线状血管影为主, 且随着病情进展, 直肠癌细胞增殖、组织间结构紧密及排列紊乱, 可在病灶内形成大量动脉粥样^[7]。本研究结果发现恶性组 RI、PI 均低于良性组, PSV、EDV 均高于良性组, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$); 直肠癌

T1、T2、T3、T4 期 RI、PI、PSV、EDV 比较, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$), 不同分期各参数两两比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。分析原因可能为: 随着肿瘤分期的升高, 肿瘤细胞快速生长, 病灶所需血供逐渐增大, 为了更好地灌注肿瘤区域组织, 肿瘤细胞可生成大量的血管新生因子, 通过诱导新生血管生成满足肿瘤组织所需血供, 故血流速度呈增高趋势, 而 RI、PI 明显下降。ERUS 检查时易受肠腔内容物、气体等因素的影响, 会在一定程度上遮挡部分角度的肠壁结构, 且其对比度相对较低, 难以分辨浆膜、浆膜外软组织的微小浸润, 故在直肠癌诊断中易出现 T 分期不完全准确的情况^[8-9]。

SWE 是通过彩色编码的变化分析组织间硬度的差异, 其在乳腺、甲状腺良恶性病变鉴别诊断中具有较高的准确率。本研究 SWE 检查发现恶性组 Emean 高于良性组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 提示临床可根据病灶区 Emean 鉴别诊断直肠癌与直肠癌。直肠癌患者 Emean 较高可能与病灶内大量癌细胞拥挤成团、病灶张力变大、纤维化程度增加有关, 随着病程的进一步发展, 病灶内部硬度也会增加^[10]。在直肠癌不同分期中, T1 期 Emean 低于 T2、T3、T4 期, T2 期 Emean 低于 T3、T4 期, T3 期 Emean 低于 T4 期, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。证实了“病灶内部硬度随着病程进展而增加”这一说法^[11]。但 SWE 图像分析易受操作者主观因素的影响, 如施加力度的大小、振动频率等均可能影响检查结果。

本研究应用 ROC 曲线对比分析 ERUS 与 SWE 对直肠癌的诊断价值, 结果显示 Emean 诊断直肠癌的 AUC (0.996) 高于 RI、PI、PSV、EDV (0.914、0.747、0.666、0.839), 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.001$)。与崔宁宜等^[12]研究认为“SWE 诊断效能高于 ERUS”的结论基本一致, 表明 SWE 诊断价值更高, 有助于临床制定更精准的治疗方案。

本研究的局限性: ① 病灶检查操作及评估均由同一超声医师完成, 未能反映 ERUS 与 SWE 在不同经验医师中的一致性、可重复性; ② 出于统计学考虑, 未将杨氏模量最大值及最小值纳入分析; ③ 样本量较小, 所得结论可能存在偏倚。今后需针对上述不足进一步研究分析。

综上所述, SWE 较 ERUS 在直肠癌诊断方面可能具有更高的临床应用价值。

参考文献

- [1] 谭晶文, 朱兰, 王兰, 等. 新型双层探测器光谱 CT 在直肠癌术前 T 分期中的价值[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(7): 671-676.
- [2] Fan Z, Cong Y, Zhang Z, et al. Shear wave elastography in rectal cancer staging, compared with endorectal ultrasonography and magnetic resonance imaging[J]. Ultrasound Med Biol, 2019, 45(7): 1586-1593.
- [3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政医管局, 中华医学会肿瘤学分会. 中国结直肠癌诊疗规范(2020年版)[J]. 中国实用外科杂志, 2020, 40(6): 601-625.
- [4] 蔡彬, 黄伟, 利锡贵. 直肠腔内超声与磁共振成像对直肠癌术前局部分期的准确性比较[J]. 广西医学, 2020, 42(2): 125-128, 133.
- [5] 张若昱, 杨吉刚, 王振常. 18F-FDG PET/CT 代谢参数评估结直肠癌 TNM 分期的应用研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2020, 19(14): 1474-1478.
- [6] 赵现伟, 罗云蔓, 黄伟, 等. 超声引导 TAPB 对老年直肠癌患者根治术后镇痛的效果[J]. 西南国防医药, 2018, 28(4): 357-359.
- [7] 李希, 王仁贵. 高分辨率 MRI 与 Revolution CT 增强扫描成像在直肠癌术前 T 分期诊断中的应用价值比较[J]. 实用医院临床杂志, 2018, 15(6): 145-147.
- [8] 门杰, 曾宁, 关颖瑜, 等. 360 度直肠腔内超声与多层螺旋 CT 对直肠癌 TN 分期的对比研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2020, 18(5): 56-58.
- [9] 任圣会, 孙晓峰, 王权, 等. 直肠腔内超声与 MRI 检查对直肠癌术前 T 分期及环周切缘的评估价值[J]. 中华消化外科杂志, 2019, 18(1): 96-101.
- [10] 张迅, 常才, 王铭河, 等. 直肠腔内三维超声对直肠癌术前分期的诊断价值[J]. 中国癌症杂志, 2018, 28(7): 515-519.
- [11] Song EJ, Sohn YM, Seo M. Diagnostic performances of shear-wave elastography and B-mode ultrasound to differentiate benign and malignant breast lesions: the emphasis on the cutoff value of qualitative and quantitative parameters[J]. Clin Imaging, 2018, 50(7): 302-307.
- [12] 崔宁宜, 王勇, 唐源, 等. 直肠腔内剪切波弹性成像对局部进展期直肠癌新辅助放疗后 T 分期的价值[J]. 中华结直肠疾病电子杂志, 2020, 9(6): 586-591.

(收稿日期: 2021-06-22)