

论 著

DECT碘定量技术与CT脂肪定量参数评价克罗恩病活动性的联合应用及对比研究*

吕宗峻¹ 马玉萍¹ 李 燕¹
董宇寒¹ 崔伯塔² 李海歌¹
朱建国^{1,*}

1.南京医科大学第二附属医院医学影像科

2.南京医科大学第二附属医院消化

医学中心(江苏南京 210011)

【摘要】目的 本研究以简化版克罗恩病(CD)临床活动性评分Harvey-Bradshaw指数(HBI)为标准,通过测定脂肪定量参数、双能量CT(DECT)相对碘浓度参数,构建脂肪定量参数联合模型、相对碘浓度联合模型,对比模型间评价CD疾病活动性的效能,并探讨脂肪定量参数与患者体质指数(BMI)的相关性。方法 回顾性分析103例经临床、内镜及影像学诊断的CD患者,以HBI为标准,分为三组: I组36例(缓解期, HBI≤4)、II组35例(轻-中度活动期, 5≤HBI≤8)、III组32例(重度活动期, HBI≥9)。所有患者接受双能量CT小肠造影检查。并采集以下参数: 动脉期、静脉期及延迟期相对碘浓度; 腹部皮下及内脏脂肪体积、单层面皮下及内脏脂肪面积。同时采集患者的人口学及临床资料(年龄、性别、BMI)。运用Kruskal-Wallis H检验对脂肪定量参数、相对碘浓度参数进行组间差异检验。组间差异显著的参数通过二元Logistic回归构建脂肪定量参数联合模型及相对碘浓度联合模型,使用受试者工作特性曲线(ROC)评价模型的曲线下面积(AUC)、特异性、敏感性,并用Delong检验比较模型AUC的组间差异。使用Spearman相关系数分析脂肪定量参数与BMI的相关性。结果 脂肪定量参数联合模型对比相对碘浓度联合模型,在I组vs.III组(AUCfat=0.885, AUCiodine=0.957, P=0.108)、II组vs.III组中(AUCfat=0.689, AUCiodine=0.769, P=0.394)鉴别诊断效能相仿;在I组vs.II组中,相对碘浓度联合模型鉴别诊断效能优于脂肪定量参数联合模型(AUCfat=0.759, AUCiodine=0.912, P=0.023)。脂肪定量参数中,腹部内脏脂肪指数($r=0.667$, $P<0.001$)、腹部皮下脂肪指数($r=0.740$, $P<0.001$)、单层面内脏脂肪指数($r=0.670$, $P<0.001$)、单层面皮下脂肪指数($r=0.682$, $P<0.001$)与BMI呈正相关。结论 脂肪定量参数联合模型与相对碘浓度联合模型可用于评价CD活动性,而相对碘浓度联合模型在评价缓解组对比轻-中度活动组中更具优势。腹部内脏脂肪指数、腹部皮下脂肪指数、层面内脏脂肪指数与层面皮下脂肪指数可以评价CD患者营养状态。

【关键词】双能量CT; 克罗恩病;
Harvey-Bradshaw指数;
动脉期相对碘浓度; 静脉期相对碘浓度

【中图分类号】R323.3

【文献标识码】A

【基金项目】江苏省卫健委高层次人才“六个一工程”(LG2018072);
江苏省高等学校自然科学研究项目
(18KJB310007)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.045

Assessing Activity of Crohn's Disease Using Fat Quantification and Iodine Quantification: A Preliminary Study Based on DECT*

LV Zong-jun¹, MA Yu-ping¹, LI Yan¹, DONG Yu-han¹, CUI Bo-ta², LI Hai-ge¹, ZHU Jian-guo^{1,*}.

1.Department of Medical Imaging, the Second Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210011, Jiangsu Province, China

2.Digestive Medical Center, the Second Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210011, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective The first aim is to build the combined fat quantitative parameters model and the combined normalize iodine concentration model by measuring the fat quantitative parameters and the relative iodine concentration parameters of dual-energy CT (DECT), based on the simplified version of Crohn's disease (CD) clinical activity score Harvey-Bradshaw index (HBI) as the standard. The second aim is to compare the efficacy of evaluating the activity of CD disease between the combined fat quantitative parameters model and the normalized iodine concentration (NIC) model. The third aim is to explore the correlation between fat quantitative parameters and body mass index (BMI). **Methods** A retrospective analysis was performed for 103 patients with CD diagnosed by clinical, endoscopic and imaging tests. According to the simplified version of the Harvey Bradshaw index (HBI), the patients were divided into three groups: 36 in the Group I (remission group, HBI≤4), 35 in Group II (mild-moderate activity group, 5≤HBI≤8), 32 in Group III (severe activity group, HBI≥9). All patients underwent dual-energy CT enhanced scanning. The parameters of fat quantification were as following: the total subcutaneous fat volume, the total visceral fat volume, the single slice subcutaneous fat area and the single slice visceral fat area. The parameters of DECT including NIC in arterial phase, venous phase and delay phase were also collected. The Kruskal-Wallis H test was used to analyze the fat quantitative parameters and NIC for the difference test between groups. The parameters with significant differences between groups were enrolled to construct the fat quantitative parameter model and the NIC model by binary Logistic regression. The receiver operating characteristic curve (ROC) was used to evaluate the area under the curve (AUC), specificity and sensitivity of the model, and Delong test was used to test the difference of the AUC between the groups. The correlation between fat quantification parameters and BMI was analyzed by Spearman test. **Results** In the Group I versus Group III, Group II versus Group III, the combined model of fat quantitative parameters and the combined model of NIC had the similar difference diagnostic efficacy ($P>0.05$). In the Group I versus Group II, the difference diagnostic efficacy of the combined model of NIC works better than the combined model of fat quantitative parameters ($P=0.023$). Total abdominal visceral fat index ($r=0.667$, $P<0.001$), total abdominal subcutaneous fat index ($r=0.740$, $P<0.001$), single level visceral fat index ($r=0.670$, $P<0.001$), single level subcutaneous fat index ($r=0.682$, $P<0.001$) were positively correlated with BMI. **Conclusion** The fat quantitative parameter model and the NIC model can be used to evaluate the activity of CD, and the NIC model is more advantageous in evaluating the remission group versus the mild-moderate activity group. The total visceral fat index, the total subcutaneous fat index, the single slice visceral fat index and the single slice subcutaneous fat index can evaluate the nutritional status of CD patients.

Keywords: Dual-energy Computed Tomography; Crohn's Disease; Harvey-Bradshaw Index; Relative Iodine Concentration During Arterial Phase; Relative Iodine Concentration During Venous Phase

克罗恩病(Crohn's disease, CD)是一种慢性炎症性肠病,病理以复发性炎性肉芽肿为特征,可累及消化道全程。由于CD具有慢性、反复发作的特征,会导致患者营养成分不断消耗,表现为消瘦、营养不良,从而降低患者生活质量^[1]。

临床评分、内镜检查、实验室资料以及影像学检查构成CD综合评价体系。Harvey-Bradshaw指数(Harvey-Bradshaw index, HBI)是简化版CD临床活动性评分,根据CD患者营养状况、腹痛程度、稀便次数以及相关并发症进行评分和分级,虽然评分易受临床医生主观影响,且耗时较长,但仍是目前评价CD患者疾病活动性的常用评分^[2]。

常规CT小肠造影(CT enterography, CTE)具有高空间分辨率和高时间分辨率的优势,借助增强扫描可清晰评估肠壁、系膜等情况,被推荐用于评价CD活动性^[3],但检查结果受到个体化差异、机器类型及对比剂种类的影响。双能量CT(double-energy CT, DECT)通过不同物质在不同能量下X线的衰减差异进行物质分离,得到多种具有客观性的定量参数,从而受到广泛研究,被应用于肿瘤的分级、预后及炎性活动的分度^[4]。本中心既往研究发现DECT相对碘浓度参数随CD活动性增高而增高,并且可应用于CD活动性评价^[5],而这一作用近年也得到多中心研究的证实^[6]。脂肪参与了CD的免疫和炎症活动,是大量肿瘤坏死因子、白细胞介素和其他促炎因子的重要来源,内脏脂肪的增加促进了炎症反应^[7];CD通常会导致患者出现营养失调,如吸收不良、由于高代谢引起的蛋白质、脂肪等消耗增高,导致体重减轻、营养不良^[8]。目前关于CT脂肪定量评价CD活动性及CD患者营养不良的研究罕有报道,本研究通过以HBI评分为标准,通过测量脂肪定量参数、相对碘浓度参数,构建脂肪定量参数联合模型、相对碘浓度联合模型,对比

【第一作者】吕宗峻,男,住院医师,主要研究方向:腹部影像学。E-mail: lvzongjun1999@163.com

【通讯作者】朱建国,男,主任医师,主要研究方向:腹部影像学。E-mail: zhujianguo@njmu.edu.cn

两模型之间在CD疾病活动度的诊断效能，并检验脂肪定量参数与BMI的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究采用回顾性分析方法，受医院伦理委员会批准，并免除受检者知情同意。共纳入2020年3月至2024年1月在我院行DECT检查的110例CD患者。

纳入标准：经内镜、病理确诊的CD患者；年龄≥16岁；具有完整临床资料及人口学资料，包括HBI评分、身高、体重、性别及年龄。排除标准为：DECT图像质量不佳，影响数据测量；同时罹患癌症、糖尿病、甲状腺功能亢进等慢性消耗性疾病的患者。

最终纳入103例病例。根据HBI评分分为 I 组36例(缓解期，HBI≤4)、II 组35例(轻-中度活动期，5≤HBI≤8)、III组32例(重度活动期，HBI≥9)^[9]。

1.2 DECT检查 患者检查前禁食8小时及以上，检查前1h口服1500mL的2.5%的等渗甘露醇溶液(间隔20min口服500mL)。使用Siemens Definition Flash双源CT(Somatom Definition, Siemens Healthcare, Forchheim, Germany)扫描仪，进行常规全腹部双能量三期增强扫描，扫描范围为膈肌最上缘至耻骨联合下缘^[10]。双能量增强扫描采用bolus-tracking触发扫描技术，在降主动脉内放置监测模块，当CT值达100HU时触发自动扫描。增强扫描注入碘克沙醇(1.5mL/kg)^[10]。动脉期与静脉期扫描间隔45s，静脉期与延迟期扫描间隔12s。双能量扫描参数：A、B球管分别为100kVp/145 mAs和Sn140kVp/116 mAs，0.33 s/圈，螺距0.9，层厚1.0mm。共9组图像。

1.3 图像后处理及分析 由2名从事腹部影像诊断工作10年以上的医师，采用双盲法评价CD患者脂肪定量参数和相对碘浓度参数。采用Siemens Syngo via软件的区域划分功能测量单层面内脏脂肪面积(single slice visceral fat area, sVFA)、单层面皮下脂肪面积(single slice subcutaneous fat area, sSFA)、腹部内脏脂肪体积(total visceral fat volume, tVFV)、腹部皮下脂肪体积(total subcutaneous fat volume, tSFV)，设定脂肪CT值范围为-200HU~40HU^[11]。单层面定义为腰3椎体棘突最长层面^[12]，腹部定义为腰1椎体最上缘至腰5椎体最下缘^[13]。并计算出单层面内脏脂肪指数(single slice visceral fat index, sVFI)、单层面皮下脂肪指数(single slice subcutaneous fat index, sSFI)、腹部内脏脂肪指数(total visceral fat index, tVFI)及腹部皮下脂肪指数(total subcutaneous fat index, tSFI)。获得以上参数的公式如下：sVFI=sVFA/身高²，sSFI=sSFA/身高²，tVFI=tVFV/身高²，tSFI=tSFV/身高²^[11-13]。肠系膜脂肪指数定义为内脏与皮下脂肪参数之比，得到单层面肠系膜脂肪指数(single slice mesentery fat index, sMFI)和腹部肠系膜脂肪指数(total mesentery fat index, tMFI)^[14](图1)。

采用Siemens Syngo via软件的双能量模式，选择病变最严重肠段，避开肠内容物及其他结构情况下，在强化肠壁勾画ROI(region of interest, ROI)，使ROI尽量覆盖肠壁全层，使用相应的肠壁碘浓度值除以同一层面的腹主动脉碘浓度得到相对碘浓度(normalized iodine concentration, NIC)^[15]。为了减少个体化差异，通过连续测量三个层面并计算平均值(图2)。

1.4 统计学方法 采用统计软件SPSS 25.0、MedCalc 22.0进行分析。P<0.05被认为具有统计学意义。

两位医师测量数据之间的信度评价：采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)，ICC<0.4被认为一致性差，0.4≤ICC≤0.75被认为一致性可接受，ICC>0.75被认为数据一致性良好。定性参数作为分类变量以构成比的形式表示，采用卡方检验分析组间差异。定量资料采用Kolmogorov-Smirnov检验是否符合正态分布，服从正态分布时以($\bar{x} \pm s$)表示；不服从正态分布时，采用中位数(四分位距)表示。定量参数采用Levene检验方差齐性。方差齐同且服从正态分布时组间比较采用方差分析(analysis of variance, ANOVA)；否，则使用非参数检验(Kruskal-Wallis)。将组间差异显著的因素纳入二元Logistic回归分析，分别建立脂肪定量参数联合模型、相对碘浓度联合模

型；绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic, ROC)，计算曲线下面积(area under the curve, AUC)；使用Delong检验AUC的组间差异。采用Spearman相关分析方法分析脂肪定量参数与BMI的相关性。

2 结果

ICC检验显示脂肪定量参数、CD患者DECT最严重肠段碘定量参数一致性良好(95%置信区间在0.899与0.979之间)(表1)。

表1 两位放射科医师测量CD患者脂肪定量参数及最严重肠段NIC参数一致性检验

参数	ICC系数	95%CI
动脉期NIC	0.943	0.884~0.972
静脉期NIC	0.970	0.938~0.985
延迟期NIC	0.936	0.870~0.969
sVFA(cm ²)	0.944	0.886~0.973
sSFA(cm ²)	0.958	0.914~0.980
tVFV(cm ³)	0.969	0.936~0.985
tSFV(cm ³)	0.965	0.929~0.983

注：sVFA=Single Slice Visceral Fat Area=单层面内脏脂肪面积；
sSFA=Single Slice Subcutaneous Fat Area=单层面皮下脂肪面积；
tVFV=Total Visceral Fat Volume=范围内脏脂肪体积；
tSFV=Total Subcutaneous Fat Volume=范围皮下脂肪体积；
NIC=normalized iodine concentration=相对碘浓度。

最终纳入103例CD患者，男：女=72：31，年龄36(13)岁，三组间人口学资料中，性别构成(P=0.255)、年龄分布(P=0.666)无统计学差异。脂肪定量参数中，tSFI组间具有统计学差异(P<0.001)，表现为 I 组最高，III组最低[722.188±361.752cm³/m² vs. 469.300±378.724 cm³/m² vs. 276.335(280.268)cm³/m²]；tVFI具有显著组间差异(P<0.001)，随活动性增高而减低：I 组最高[618.646±351.401 cm³/m²]，II 组减低[353.997±219.545 cm³/m²]，III组最低[233.023(291.505)cm³/m²]。sSFI、sVFI均具有显著组间差异(均P<0.001)。sSFI I 组最高(44.983±25.902cm²/m²)、II 组减低(32.081±27.238 cm²/m²)，III组最低[15.195(20.055)cm²/m²]。sVFI随疾病活动性增高而减低：I 组(40.160±23.940 cm²/m²)、II 组(24.135±15.724 cm²/m²)、III组[13.960(18.642)cm²/m²]。动脉期NIC具有显著组间差异(P<0.001)，表现为随疾病活动性增高而增高：I 组(0.232±0.079)、II 组(0.351±0.080)、III组(0.403±0.103)；静脉期NIC具有显著组间差异(P<0.001)，表现为 I 组最低(0.368±0.101)，II 组增高[0.517(0.072)]，III组最高(0.594±0.091)。延迟期NIC具有组间差异(P<0.001)，随活动性增高而增高：I 组(0.417±0.110)、II 组(0.520±0.114)、III组(0.546±0.087)。tMFI、sMFI组间比较无统计学差异(P>0.05)(表2)。

将组间差异显著的脂肪定量参数(sVFI、sSFI、tVFI、tSFI)、相对碘浓度参数(动脉期NIC、静脉期NIC、延迟期NIC)纳入二元Logistic回归分别构建脂肪定量参数联合模型、相对碘浓度联合模型。将脂肪定量参数联合模型和相对碘浓度联合模型分别绘制鉴别 I 组vs. II 组、I 组vs. III组、II 组vs. III组的ROC曲线。脂肪定量参数模型、相对碘浓度模型在鉴别 I 组vs. II 组中AUC分别为：0.759、0.912，两模型间AUC对比具有统计学差异(P=0.023)；在鉴别 I 组vs. III组中AUC分别为0.885、0.957，两模型间AUC对比无统计学差异(P=0.108)；在鉴别 II 组vs. III组中AUC分别为0.689、0.769，两模型间AUC对比无统计学差异(P=0.394)(图3)。

将脂肪定量参数与体质质量指数(body mass index, BMI)通过Spearman分析得出tSFI(r=0.740, P<0.001)、tVFI(r=0.667, P<0.001)、sSFI(r=0.682, P<0.001)、sVFI(r=0.670, P<0.001)与BMI指数具有正相关性(图4)；tMFI(r=-0.131, P=0.188)、sMFI(r=-0.047, P=0.641)不具有统计学相关性。

表2 三组患者人口学、DECT碘定量、脂肪定量参数组间比较

	I 组	II 组	III 组	P1	P2	P3	P4
性别(男/女)	24/12	22/13	19/13	0.239	0.558	0.109	0.255
年龄(岁)	34.500(10.000)	38.290±14.060	39.406±11.279	0.543	0.463	0.458	0.666
tSFI(cm ³ /m ²)	722.188±361.752	469.300±378.724	276.335(280.268)	0.001*	<0.001*	0.065	<0.001*
tVFI(cm ³ /m ²)	618.646±351.401	353.997±219.545	233.023(291.505)	0.007*	<0.001*	0.070	<0.001*
tMFI	0.914±0.495	0.977±0.688	1.068±0.484	0.666	0.212	0.532	0.557
sSFI(cm ² /m ²)	44.983±25.902	32.081±27.238	15.195(20.055)	0.029*	<0.001*	0.051	<0.001*
sVFI(cm ² /m ²)	40.160±23.940	24.135±15.724	13.960(18.642)	0.019*	0.425	<0.001*	<0.001*
sMFI	0.997±0.626	1.086±1.011	1.153±0.583	0.452	0.654	0.737	0.751
动脉期NIC	0.232±0.079	0.351±0.080	0.403±0.103	<0.001#	<0.001#	0.020#	<0.001#
静脉期NIC	0.368±0.101	0.517(0.072)	0.594±0.091	<0.001*	<0.001*	<0.001#	<0.001*
延迟期NIC	0.417±0.110	0.520±0.114	0.546±0.087	0.002#	<0.001#	0.778	<0.001#

注：计量资料服从正态分布时，计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示；计量资料不服从正态分布时，计量资料采用中位数(四分位距)表示。#：满足正态分布且数据方差齐，组间比较采用Anova检验；*：其余数据组间采用非参数(Kruskal-Wallis)检验。P₁为缓解组与轻-中度活动组组间差异显著性；P₂为缓解组与重度活动组组间差异显著性；P₃为轻-中度活动组与重度活动组组间差异显著性；P₄为三组间差异显著性。

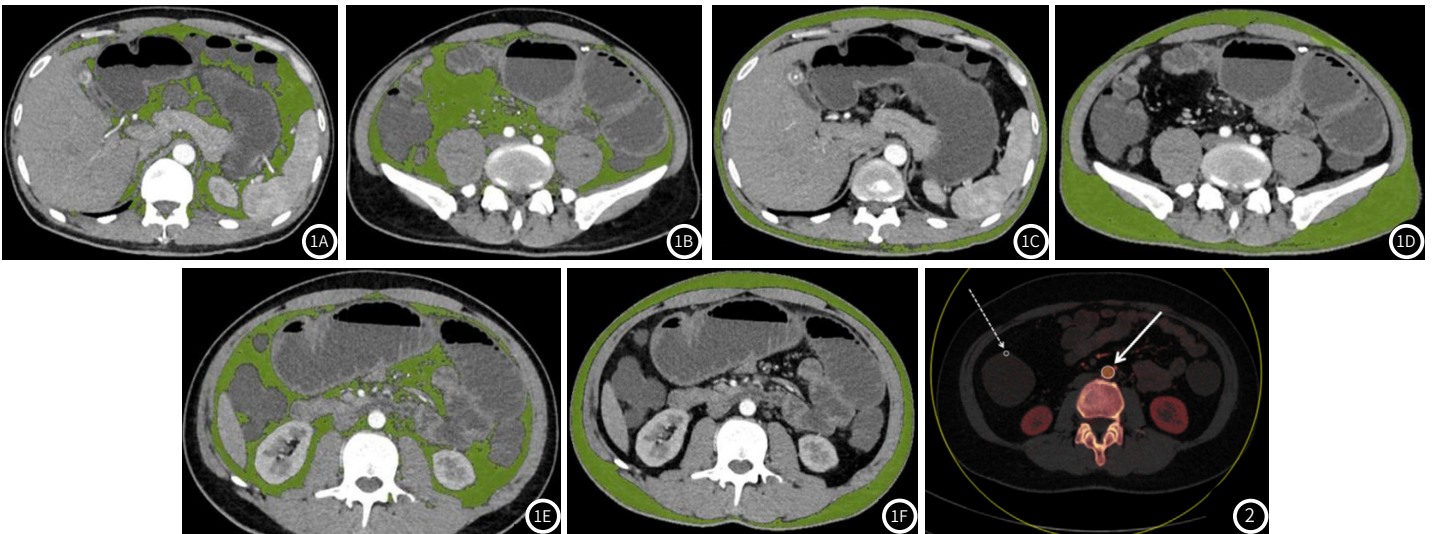


图1A-图1F 脂肪定量参数测定示意。男，38岁，I 组(缓解期，HBI 3分)。1A、1B腹部内脏脂肪，选取腰1椎体上缘至腰5椎体下缘范围内腹腔内脂肪；1C、1D腹部皮下脂肪，选取腰1椎体上缘至腰5椎体下缘范围内皮肤与腹壁肌群间脂肪。1E、1F为层面内脏脂肪及层面皮下脂肪勾画范围，选取腰3椎体棘突最长层面。

图2 Siemens Syngo via软件双能量模式下勾画病变最严重肠段及同层面主动脉ROI。女，45岁，I 组(缓解组，HBI 3分)。虚线箭头为病变最严重肠段ROI，实线箭头为同层面髂动脉ROI，尽量避开内容物及周围系膜、血管。

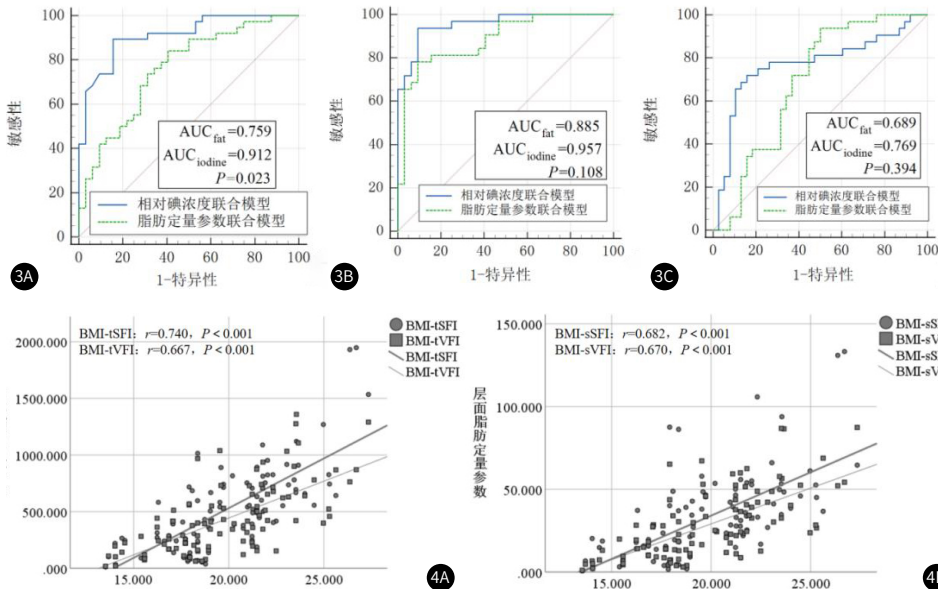


图3A-图3C 脂肪定量参数联合模型、相对碘浓度联合模型在鉴别不同CD活动度的ROC曲线。

3A图显示在鉴别I 组vs. II 组中，相对碘浓度联合模型诊断效能优于脂肪定量参数联合模型($AUC_{fat}=0.759$, $AUC_{iodine}=0.912$, $P=0.023$)；3B、3C图显示在鉴别I 组vs. III 组、II 组vs. III 组中，两种模型诊断效能相仿(I 组vs. III 组： $AUC_{fat}=0.885$, $AUC_{iodine}=0.957$, $P=0.108$ ；II 组vs. III 组： $AUC_{fat}=0.689$, $AUC_{iodine}=0.769$, $P=0.394$)。

图4A-图4B 脂肪定量参数与BMI相关性分析散点图。4A图为腹部脂肪定量参数与BMI相关性分析散点图，其中腹部皮下脂肪、腹部内脏脂肪与BMI具有正相关性($BMI-tSFI$: $r=0.740$, $P<0.001$; $BMI-tVFI$: $r=0.667$, $P<0.001$)；图4B为层面脂肪定量参数与BMI相关性分析散点图，其中层面皮下脂肪参数、层面内脏脂肪参数与BMI具有正相关性($BMI-sSFI$: $r=0.682$, $P<0.001$; $BMI-sVFI$: $r=0.670$, $P<0.001$)。

3 讨 论

本研究以HBI评分为标准分组,通过构建脂肪定量参数联合模型、相对碘浓度联合模型,比较了两种模型间鉴别不同CD活动性的诊断效能,同时评价脂肪定量参数与BMI的相关性。

Zulian等^[16]发现,内脏脂肪组织含量的体积定量在与CD活动性及预测患者长期预后不良方面发挥着作用,将患者以HBI评分为标准划分缓解组与活动组,缓解组患者内脏脂肪含量、皮下脂肪含量均高于活动组患者;Rowan CR等^[17]发现,CD患者的内脏脂肪较正常人群呈增加的趋势,且内脏脂肪的增加与更严重的病程和更复杂的表型相关,这可能是由于CD患者的“爬行脂肪”现象导致病变肠段周围脂肪的增加;这与本文不同,可能与患者接受不同的治疗方案、较长的病程、慢性炎症的积累效应有关^[18]。Erhayiem等^[19]认为MFI可以提示CD患者复杂疾病行为,而本研究中,不同活动性CD患者的MFI不存在统计学差异,这可能与不同种族人群腹部水平存在差异有关。既往研究多采用单一层面进行内脏脂肪的定量测定,但CD病灶多呈节段性分布,单一层面的测量不足以代表病变肠段层面^[20],本文则同时勾画腹部范围内脂肪定量进行讨论研究。

Bari等^[20]研究发现双能量CT小肠造影NIC可作为评估克罗恩病组织病理学疾病活动的影像学指标。Chen J^[21]等发现在CD患者中,活动期患者的NIC显著高于缓解期患者(54.62 ± 12.76 vs. 36.23 ± 14.00 , $P < 0.001$)。本研究中,以HBI评分作为分组标注,病变肠段NIC与CD活动性呈正相关,与既往研究一致。NIC可反映病变肠段灌注情况,当肠壁发生炎症反应,会导致肠壁灌注增高,因此NIC可以清楚提示CD活动性^[22];而HBI评分涵盖的评价指标则可以作为评价CD活动性的判别指标。

BMI与体脂具有相当程度的相关性,目前也被用于营养状态的评价,但在评估脂肪异质性代谢健康状态中存在局限性^[23]。Arshdeep^[24]发现,与健康人群相比,营养不良在CD患者十分常见,且在活动期患者中更为常见(54% vs. 33% , $P = 0.002$),而脂肪质量的评估在确定个体真实营养状态方面优于BMI。

目前为止,大多数关于CD的研究都集中在病变肠段上,而疾病引起的营养状态的变化也需要引起关注。脂肪定量测量的优势在于,患者不需要承受碘对比剂导致的肾脏排泄负担及可能发生的过敏反应,且普通单源单能量CT即可实现;DECT相对碘浓度技术则具有更全面的诊断效能,且排除了个体化差异及对比剂种类的影响。

本研究具有一定局限性。首先,本研究为单中心研究,入组病例、机器参数可能会造成数据偏倚,仍进行更大样本量及多中心数据进行统计研究。其次,脂肪含量与现有治疗反应之间的关系尚未深入分析,不同的治疗方案可能会引起个体脂肪变化有所差别。同时,本研究侧重于整体脂肪定量参数进行研究,在未来可以对CD患者中特征性的“爬行脂肪”进行图像特征方面的深入研究。

参考文献

- [1] Zhou J, Li W, Guo M, et al. Mesenteric creeping fat index defined by CT enterography is associated with early postoperative recurrence in patients with Crohn's disease[J]. *European Journal of Radiology*, 2023, 168(6): 111144.
- [2] Pupulim LF, Hugot M, Stolz A. The creeping fat[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2024, 49(1): 320-321.
- [3] Aggeletopoulou I, Tsounis EP, Mouzaki A, et al. Creeping fat in Crohn's disease—surgical, histological, and radiological approaches[J]. *Journal of Personalized Medicine*, 2023, 13(7): 1029.
- [4] Slebocki K, Kraus B, Chang DH, et al. Incidental findings in abdominal dual-energy computed tomography: correlation between true noncontrast and virtual noncontrast images considering renal and liver cysts and adrenal masses[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2017, 41(8): 294-297.
- [5] 陈建秋, 朱建国, 李燕, 等. 双能量CT碘定量参数在评估肠道克罗恩病病变活动性中的应用价值[J]. *临床放射学杂志*, 2022, 41(3): 505-509.
- [6] 陈博, 阳惠湘. 内脏脂肪组织在克罗恩病发病、诊断及治疗中的作用[J]. *协和医学杂志*, 2021, 12(1): 73-79.
- [7] Prieto JMI, Andrade AR, Magro DO, et al. Nutritional global status and its impact in Crohn's disease[J]. *J Can Assoc Gastroenterol*, 2021, 4(6): 290-295.
- [8] Barajas Ordonez F, Melekh B, Rodríguez-Feria P, et al. Parameters of body composition and creeping fat are associated with activity of Crohn's disease[J]. *Magn Reson Imaging*, 2023, 98(7): 1-6.
- [9] Dane B, Li X, Goldberg JD, et al. Crohn's disease phenotype analysis with iodine density from dual-energy CT enterography[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2023, 48(7): 2219-2227.
- [10] Karaskova E, Velganova - Veghova M, Geryk M, et al. Role of adipose tissue in inflammatory bowel disease[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(8): 4226.
- [11] 王玉凤, 石凤祥, 杨学东, 等. 上腹部双能量CT虚拟平扫代替传统平扫的可行性研究[J]. *中国医疗设备*, 2021, 36(10): 104-107.
- [12] Goncalves P, Magro F, Martel F, et al. Metabolic inflammation in inflammatory bowel disease: Crosstalk between adipose tissue and bowel[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2015, 21(2): 453-467.
- [13] Kredel LI, Siegmund B. Adipose-tissue and intestinal inflammation—visceral obesity and creeping fat[J]. *Front Immunol*, 2014, 5(7): 462.
- [14] 韩辉, 张展鑫, 程晓光, 等. 定量CT检查技术评价腹腔镜胃旁路术肥胖症患者腹部脂肪变化的应用价值[J]. *中华消化外科杂志*, 2019, 18(9): 859-865.
- [15] Xu JJ, Taudorf M, Ulriksen PS, et al. Gastrointestinal applications of iodine quantification using dual-energy CT: a systematic review[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2020, 10(5): 814.
- [16] Zulian A, Cancellato R, Micheletto G, et al. Visceral adipocytes: old actors in obesity and new protagonists in Crohn's disease? [J]. *Gut*, 2012, 61(1): 86-94.
- [17] Rowan CR, McManus J, Boland K, et al. Visceral adiposity and inflammatory bowel disease[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2021, 36(11): 1-15.
- [18] Feng Q, Xu XT, Zhou Y, et al. Creeping fat in patients with ileo-colonic Crohn's disease correlates with disease activity and severity of inflammation: a preliminary study using energy spectral computed tomography[J]. *J Dig Dis*. 2018, 19(8): 475-484.
- [19] Erhayiem B, Dhingra R, Hawkey CJ, et al. Ratio of visceral to subcutaneous fat area is a biomarker of complicated Crohn's disease[J]. *Cl in Gastroenterol Hepatol*, 2011, 9(8): 684-687.
- [20] Bian D, Jiang Y, Gu Y, et al. Body mass index and disease activity are associated with moderate to severe disability in Crohn's disease: a cross-sectional study in Shanghai[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8(1): 662488.
- [21] Chen J, Zhou J, Yang J, et al. Efficiency of dual-energy computed tomography enterography in the diagnosis of Crohn's disease[J]. *BMC Med Imaging*, 2021, 21(1): 185.
- [22] Bray GA. Beyond BMI [J]. *Nutrients*, 2023, 15(10): 2254.
- [23] 李璐, 梁宗辉. 腹部脂肪定量评估在克罗恩病中的临床应用进展[J]. *国际医学放射学杂志*, 2021, 44(1): 72-75.
- [24] Singh A, Midha V, Mahajan R, et al. Evaluation of nutritional characteristics reveals similar prevalence of malnutrition in patients with ulcerative colitis and Crohn's disease[J]. *Dig Dis Sci* 2023, 68(2): 580-595.

(收稿日期: 2024-05-28)

(校对编辑: 江丽华)