

· 临床研究 ·

原发性干燥综合征患者腮腺 SPECT/CT 显像定量参数与唇腺活组织检查病理分级的相关性

张新超¹ 胡玉敬¹ 田丛娜¹ 张承铎² 郑璐¹
底学敏³ 李康¹ 刘家乐¹ 张晶洁¹ 边艳珠¹

¹河北省人民医院核医学科, 石家庄 050051; ²涉县医院核医学科, 邯郸 056400; ³河北省人民医院肿瘤科, 石家庄 050051

通信作者: 边艳珠, Email: yanzhubian99@163.com

【摘要】 目的 探讨原发性干燥综合征(pSS)患者行腮腺 SPECT/CT 动态显像获得的基于 SUV 的定量参数与唇腺病理分级的相关性。**方法** 前瞻性纳入 2022 年 8 月至 2024 年 3 月于河北省人民医院确诊的 72 例 pSS 患者[男 6 例、女 66 例, 年龄(51.5±13.8)岁], 获取其唇腺活组织检查(简称活检)的病理分级资料, 并进行定量 SPECT/CT 腮腺动态显像, 通过 Q-metrix 软件得到基于 SUV 的定量参数: 酸刺激前和酸刺激后 SUV_{max} 、 SUV_{mean} 、腮腺摄取体积(UVP)、腮腺摄取总量(TPU)以及酸刺激前后参数差值(Δ)。比较唇腺活检病理 1~2 级和 3~4 级患者间的各参数差异(两独立样本 t 检验或 Mann-Whitney U 检验), 采用 Spearman 秩相关分析显像参数与病理分级的相关性, 利用 ROC 曲线(Delong 检验)评估定量参数对病理 1~2 级与 3~4 级的鉴别能力。**结果** 唇腺活检病理分级 1~2 级患者($n=30$)较 3~4 级患者($n=42$)的 SUV_{max} 高[酸刺激前: 36.38(27.81, 44.17)与 15.45(10.77, 24.51), $Z=-5.51, P<0.001$; 酸刺激后: 21.53(16.93, 26.21)与 11.33(7.32, 15.89), $Z=-5.27, P<0.001$]; 1~2 级患者酸刺激前、后 SUV_{mean} 、UVP、TPU 以及 ΔSUV_{max} 、 ΔSUV_{mean} 、 ΔTPU 也较高(Z 值: -4.73~-3.04, t 值: 6.39、4.50, 均 $P<0.01$); 上述参数与病理分级均呈负相关(r_s 值: -0.66~-0.36, 均 $P<0.05$)。 ΔUVP 在病理分级 1~2 级与 3~4 级患者间差异无统计学意义($Z=-1.05, P=0.293$), 且 ΔUVP 与病理分级不相关($r_s=-0.13, P=0.297$)。ROC 曲线分析示, 酸刺激前、后 SUV_{max} 和酸刺激前 TPU 鉴别病理分级 1~2 级与 3~4 级患者的 AUC(0.883、0.866 和 0.888)较高, Delong 检验示这 3 个参数的 AUC 均高于酸刺激后 SUV_{mean} 、UVP 和 ΔUVP 的 AUC(均 <0.800 ; Z 值: 2.09~4.65, 均 $P<0.05$)。**结论** 基于 SUV 的腮腺 SPECT/CT 定量参数可以反映 pSS 患者的腮腺损伤程度, 为 pSS 的功能诊断和评估提供了新的定量分析方法。

【关键词】 干燥综合征; 腮腺; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 体层摄影术, X 线计算机; ^{99m}Tc 高锝酸钠

基金项目: 河北省 2024 年度医学科学研究课题计划(20241560)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20240823-00304

Correlation between quantitative SPECT/CT imaging parameters of the parotid glands and pathological grading of labial gland biopsies in patients with primary Sjögren syndrome

Zhang Xinchao¹, Hu Yujing¹, Tian Congna¹, Zhang Chengduo², Zheng Lu¹, Di Xuemin³, Li Kang¹, Liu Jiale¹, Zhang Jingjie¹, Bian Yanzhu¹

¹Department of Nuclear Medicine, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, China; ²Department of Nuclear Medicine, Shexian Hospital, Handan 056400, China; ³Department of Oncology, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: Bian Yanzhu, Email: yanzhubian99@163.com

【Abstract】 Objective To explore the correlation between quantitative parameters based on SUV acquired by dynamic SPECT/CT imaging of parotid glands and pathological grading of labial gland in patients with primary Sjögren syndrome (pSS). **Methods** Seventy-two patients (6 males, 66 females, age (51.5±13.8) years) with confirmed pSS diagnosed at Hebei General Hospital between August 2022 and March 2024 were prospectively included. The clinical data and pathological grading information from labial gland biopsies were analyzed. Dynamic SPECT/CT imaging of the parotid glands was performed, and quantitative parameters based on SUV were obtained using Q-metrix software; SUV_{max} , SUV_{mean} , uptake volume of

parotid glands (UVP) and total parotid uptake (TPU) pre/post-acid stimulation, as well as the differences in quantitative parameters before and after acid stimulation ($\Delta\text{SUV}_{\max}$, $\Delta\text{SUV}_{\text{mean}}$, ΔUVP , and ΔTPU). The independent-sample t test or Mann-Whitney U test was performed to evaluate the differences in parameters between patients with pathological grade 1–2 and those with pathological grade 3–4. Spearman rank correlation was used to analyze the correlation between quantitative parameters and pathological grading. The performance of quantitative parameters in distinguishing pathological grade 1–2 from grade 3–4 was assessed using ROC curve analysis with Delong test. **Results** The $\text{SUV}_{\max}$ pre/post-acid stimulation in patients with pathological grade 1–2 ($n=30$) were higher than those in patients with grade 3–4 ($n=42$) (36.38 (27.81, 44.17) vs 15.45 (10.77, 24.51), $Z=-5.51$, $P<0.001$ (pre-acid stimulation); 21.53 (16.93, 26.21) vs 11.33 (7.32, 15.89), $Z=-5.27$, $P<0.001$ (post-acid stimulation)). SUV_{mean} , UVP and TPU pre/post-acid stimulation in patients with pathological grade 1–2, as well as $\Delta\text{SUV}_{\max}$, $\Delta\text{SUV}_{\text{mean}}$ and ΔTPU , were all significantly higher (Z values: from -4.73 to -3.04 , t values: 6.39, 4.50, all $P<0.01$). Moreover, these parameters were negatively correlated with the pathological grading (r_s values: from -0.66 to -0.36 , all $P<0.05$). No significant difference in ΔUVP was observed between patients with pathological grade 1–2 and those with grade 3–4 ($Z=-1.05$, $P=0.293$), and ΔUVP showed no correlation with pathological grading ($r_s=-0.13$, $P=0.297$). Among all parameters, $\text{SUV}_{\max}$ pre/post-acid stimulation and TPU pre-acid stimulation exhibited better diagnostic performance in differentiating pathological grade 1–2 from grade 3–4, with AUC values of 0.883, 0.866, and 0.888, respectively. Delong test showed that those 3 AUC values were all higher than AUC values of SUV_{mean} , UVP post-acid stimulation and ΔUVP (all AUC >0.800 ; Z values: 2.09–4.65, all $P<0.05$). **Conclusion** The quantitative parameters of parotid glands based on SUV acquired by dynamic SPECT/CT can reflect the damage degree of parotid glands in patients with pSS, providing novel quantitative analytical tools for the functional diagnosis and assessment of pSS.

【Key words】 Sjogren's syndrome; Parotid gland; Tomography, emission-computed, single-photon; Tomography, X-ray computed; Sodium pertechnetate Tc 99m

Fund program: The 2024 Annual Medical Science Research Project Plan of Hebei Province (20241560)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20240823-00304

原发性干燥综合征(primary Sjögren syndrome, pSS)是一种慢性自身免疫性疾病,主要特征是泪腺和唾液腺的慢性炎性损伤,导致眼干、口干等临床表现,严重的甚至发展为猖獗性龋齿。该病可导致唾液腺组织的破坏,进而引发唾液腺等组织的萎缩和功能丧失,严重影响患者的生活质量。截至 2020 年,我国 pSS 的发病率约为 0.33%~0.77%,是最常见的中老年人自身免疫性结缔组织病,女性多见^[1]。早期准确进行唾液腺损伤评估对干燥综合征的诊断和治疗至关重要。唇腺活组织检查(简称活检)是诊断 pSS 特异性最高的检查^[2],2012 年美国风湿病协会(American College of Rheumatology, ACR)和 2016 年 ACR/欧洲抗风湿病联盟(European League Against Rheumatism, EULAR)提出的 pSS 分类诊断标准均把唇腺活检作为重要检查项目^[3-4],但唇腺活检有创,会增加患者痛苦,且活检取得的样本可能会受到位置、形态和大小的限制,从而不能明确诊断。

腮腺动态显像是一种无创的检查 pSS 患者唾液腺功能的方法。近年来基于 SUV 的定量 SPECT/CT 技术应用于临床,但这一方法用于唾液腺显像的研究报道尚少。本研究将定量 SPECT/CT 技术应用于腮腺功能分析,探讨各定量参数与唇腺活检病理分级的关系,以期 pSS 的功能诊断和评估提供一种

新的定量分析手段。

资料与方法

1.研究对象。前瞻性纳入 2022 年 8 月至 2024 年 3 月于河北省人民医院风湿免疫科确诊的 pSS 患者。纳入标准:(1)根据 2016 年 ACR/EULAR 诊断标准^[4]确诊为 pSS 且行唇腺活检;(2)行腮腺动态显像及定量 SPECT/CT 检查;(3)临床、病理资料完整。排除标准:(1)患者不能配合完成定量 SPECT/CT 检查;(2)图像质量差,不能勾画腮腺靶区。本研究获得河北省人民医院医学伦理委员会批准(编号:2022-LW-099)。

2.腮腺动态显像及 SPECT/CT 定量检测。采用美国 GE Discovery NM/CT 860 SPECT/CT 仪进行腮腺动态显像和定量检测。经患者肘静脉注射^{99m}Tc^mO₄ (北京原子高科股份有限公司提供) 370 MBq 后,即刻动态采集患者头部前位腮腺浓聚、分泌核素的变化过程(1 帧/min),20 min 时行定量 SPECT/CT 采集^[5],此后继续动态采集腮腺变化过程,30 min 时于患者口腔内给予维生素 C 酸刺激,40 min 时再次行定量 SPECT/CT 采集。动态采集和定量 SPECT/CT 均配备低能高分辨准直器,图像经有序子集最大期望值迭代法重建(4 次迭代,10 个子集)。

3.定量参数分析。将采集信息输入到 Q-matrix

定量分析软件(GE 公司,美国),包括满针和空针的放射性活度、注射时间、扫描时间等。由 2 名经验丰富的核医学医师进行两侧腮腺勾画,获得感兴趣体积(volume of interest, VOI),见图 1;使用 Q-metrix 定量分析软件直接输出定量参数数据。当腮腺核素摄取较低时,在 CT 横断位图像上逐层勾画腮腺 ROI 并生成 VOI,再经 Q-metrix 定量分析软件得出定量参数。定量参数包括酸刺激前和酸刺激后 SUV_{max} 、 SUV_{mean} 、腮腺摄取体积(uptake volume of parotid glands, UVP)、腮腺摄取总量(total parotid uptake, TPU), $TPU = UVP \times SUV_{mean}$;计算酸刺激前后定量参数差值,以 ΔSUV_{max} 、 ΔSUV_{mean} 、 ΔUVP 和 ΔTPU 表示。

4. 唇腺活检。唇腺活检在 SPECT/CT 检查前后 1 周内完成。常规消毒、麻醉后对患者下唇腺取活组织行病理检查,病理切片总面积 $\geq 4 \text{ mm}^2$,依据 Chisholm 提出的唇腺活检病理分级标准^[6],将唇腺病理分为 0~4 级:0 级为无淋巴细胞浸润,1 级有轻度散在淋巴细胞浸润,2 级有中度散在淋巴细胞浸润,0~2 级无淋巴浸润灶,活检病理为阴性;3 级每个平方毫米有 1 个淋巴浸润灶,4 级每个平方毫米有 1 个以上淋巴浸润灶,3~4 级提示有局灶性腺体炎性反应,病理为阳性,对 pSS 有诊断意义^[7]。

5. 统计学分析。采用 IBM SPSS Statistics 26.0 软件进行数据分析。符合正态分布的定量资料以 $\bar{x} \pm s$

表示,2 组间比较用两独立样本 t 检验;不符合正态分布的定量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,2 组间比较行 Mann-Whitney U 检验。采用 Spearman 秩相关分析评价定量参数与病理分级的相关性。利用 ROC 曲线(Delong 检验)评估定量参数对病理分级 1~2 级与 3~4 级的鉴别能力。 $P < 0.05$ (双侧检验)为差异或相关性有统计学意义。

结 果

1. 临床病理情况。最终纳入 72 例经临床确诊的 pSS 患者,其中男 6 例、女 66 例,年龄 14~82(51.5 ± 13.8)岁。全部患者唇腺活检病理示有淋巴细胞浸润,其中病理分级 1~2 级 30 例,3~4 级 42 例。

2. 腮腺动态显像表现。本研究中患者腮腺动态显像表现为以下 2 种(图 2):(1)双侧腺体显示欠清晰,随时间延长显影逐渐增浓,但摄取程度较低,给予酸刺激后腺体显像剂浓聚程度明显下降,口腔内开始出现显影,时间-放射性曲线表现为低下下降型,表明腮腺合成功能受损;(2)双侧腺体不显影,随时间延长仍不显影或仅有轻度显影,给予酸刺激后口腔内无核素分布或仅有轻度分布,表明腮腺腺体受损严重。

3. 定量参数的组间比较。除 ΔUVP 外($Z = -1.05$, $P = 0.293$),其他定量参数在病理分级 1~2 级和 3~4 级患者间的差异均有统计学意义(Z 值: $-5.51 \sim -3.04$,

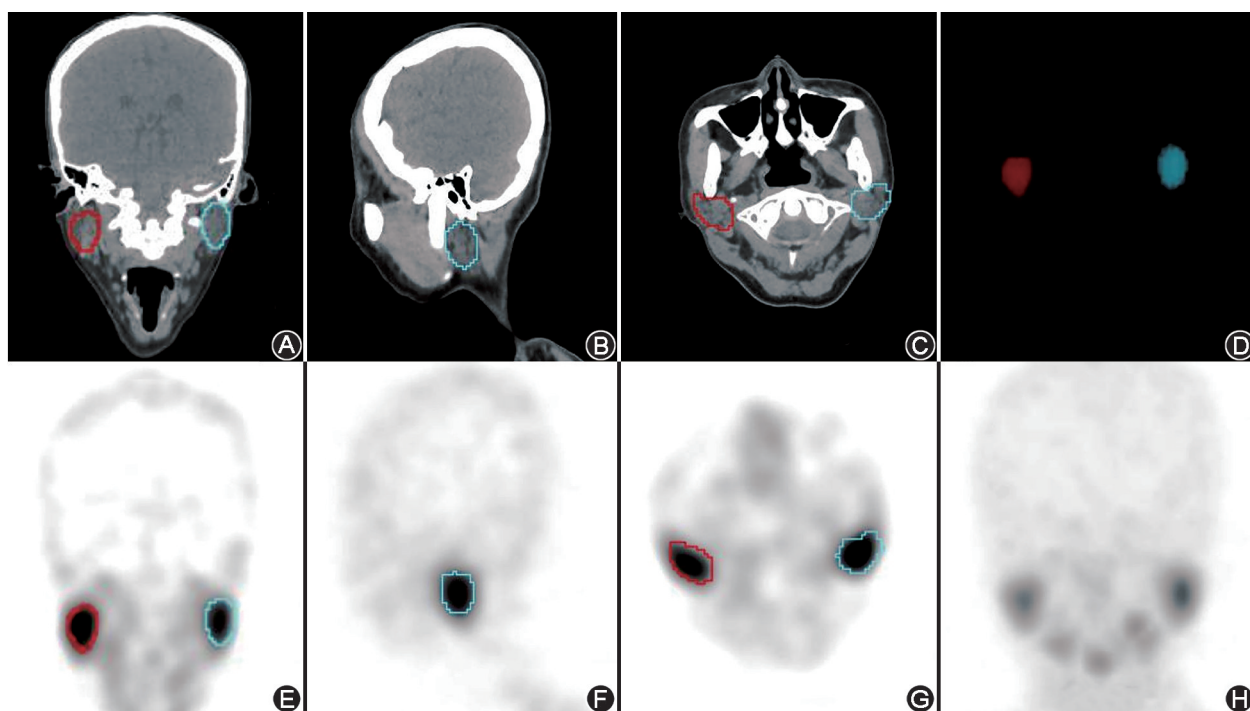


图 1 干燥综合征患者(女,37 岁) $^{99m}\text{TcO}_4^-$ SPECT/CT 显像双侧腮腺感兴趣体积(VOI)的半自动勾画示意图(红圈为右侧腮腺,蓝圈为左侧腮腺)。A~C.冠状位、矢状位及横断位 CT 图像;D.双侧腮腺 VOI;E~G.冠状位、矢状位及横断位 SPECT 图像;H.最大密度投影(MIP)图像

t 值: 6.39、4.50, 均 $P < 0.01$), 1~2 级患者的参数较高(表 1)。

4. 相关性分析。酸刺激前、后 SUV_{max} 、 SUV_{mean} 、UVP、TPU(酸刺激前 r_s 值: -0.65、-0.56、-0.43、-0.66; 酸刺激后 r_s 值: -0.63、-0.47、-0.36、-0.59) 以及 ΔSUV_{max} 、 ΔSUV_{mean} 、 ΔTPU (r_s 值: -0.51、-0.46、-0.56) 与病理分级呈负相关(均 $P < 0.05$), ΔUVP 与病理分级无相关性($r_s = -0.13$, $P = 0.297$), 定量参数值随着病理分级的增高而降低。

5. ROC 曲线分析。定量参数在鉴别病理分级 1~

2 级与 3~4 级的 AUC 和截断值见表 2。酸刺激前、后 SUV_{max} 和酸刺激前 TPU 在鉴别病理分级 1~2 级与 3~4 级中的 AUC 较高, 分别为 0.883、0.866 和 0.888。Delong 检验示, 这 3 个 AUC 均高于酸刺激后 SUV_{mean} 、UVP 及 ΔUVP 的 AUC(Z 值: 2.09~4.65, 均 $P < 0.05$); 此外, 酸刺激前 SUV_{max} 较 ΔSUV_{max} 、 ΔSUV_{mean} 的 AUC 高, 酸刺激前 TPU 较酸刺激前 UVP、 ΔSUV_{mean} 的 AUC 高(Z 值: 2.15~2.63, 均 $P < 0.05$)。其余 AUC 比较差异无统计学意义(Z 值: 0.51~1.80, 均 $P > 0.05$)。

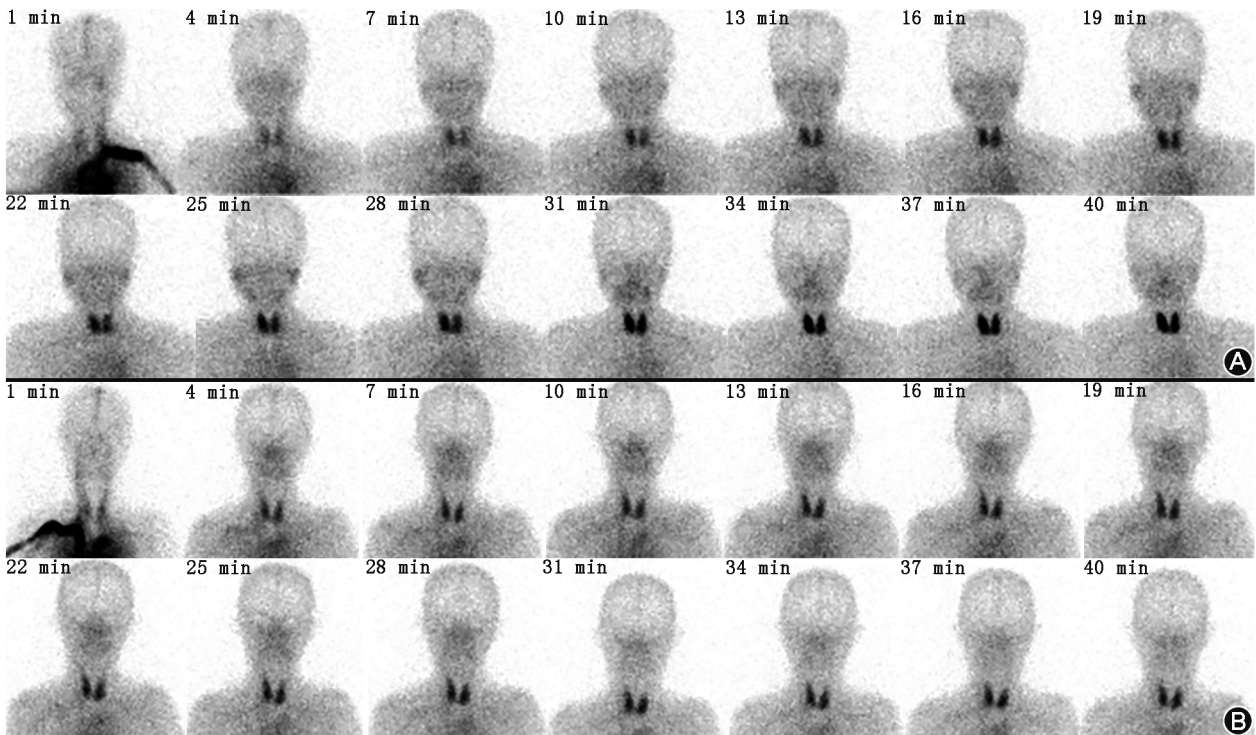


图 2 干燥综合征患者 $^{99m}TcO_4^-$ 腮腺动态显像图。A. 患者女, 33 岁, 双侧腮腺显示欠清, 显像剂摄取程度低, 30 min 给予酸刺激后腺体显像剂浓聚程度明显下降, 口腔内开始出现显影; B. 患者女, 64 岁, 双侧腮腺不显影, 随时间延长仍不显影, 30 min 给予酸刺激后口腔内无显像剂分布

表 1 不同唇腺活组织检查病理分级的原发性干燥综合征患者定量 SPECT/CT 参数比较

病理 分级	例数	$SUV_{max-pre}$ [$M(Q_1, Q_3)$]	$SUV_{max-post}$ [$M(Q_1, Q_3)$]	ΔSUV_{max} [$M(Q_1, Q_3)$]	$SUV_{mean-pre}$ [$M(Q_1, Q_3)$]	$SUV_{mean-post}$ [$M(Q_1, Q_3)$]	ΔSUV_{mean} [$M(Q_1, Q_3)$]
1~2 级	30	36.38(27.81, 44.17)	21.53(16.93, 26.21)	14.18(7.49, 21.08)	17.52(11.80, 23.63)	8.70(7.35, 14.05)	5.45(3.38, 8.36)
3~4 级	42	15.45(10.77, 24.51)	11.33(7.32, 15.89)	4.44(2.12, 9.34)	7.91(4.73, 13.21)	4.93(2.92, 8.66)	2.21(0.88, 4.90)
检验值		-5.51	-5.27	-4.31	-4.73	-3.98	-3.88
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
病理 分级		UVP _{pre} [cm^3 ; $M(Q_1, Q_3)$]	UVP _{post} [cm^3 ; $M(Q_1, Q_3)$]	ΔUVP [cm^3 ; $M(Q_1, Q_3)$]	TPU _{pre} (g; $\bar{x} \pm s$)	TPU _{post} (g; $\bar{x} \pm s$)	ΔTPU [g; $M(Q_1, Q_3)$]
1~2 级		19.93(15.48, 25.37)	16.68(11.80, 21.19)	2.87(0.28, 5.72)	346.12 $\pm$ 164.23	196.62 $\pm$ 128.06	159.63(78.48, 214.78)
3~4 级		13.45(10.16, 17.14)	13.68(7.65, 16.45)	1.65(-1.69, 3.84)	132.20 $\pm$ 96.67	80.76 $\pm$ 69.94	37.85(18.93, 88.05)
检验值		-3.66	-3.04	-1.05	6.39 ^a	4.50 ^a	-4.73
P 值		<0.001	0.002	0.293	<0.001	<0.001	<0.001

注: pre 代表酸刺激前, post 代表酸刺激后, Δ 为酸刺激前后参数差值; UVP 为腮腺摄取体积, TPU 为腮腺摄取总量; ^a 为 t 值, 余检验值为 Z 值

表 2 腮腺 SPECT/CT 定量参数鉴别病理分级 1~2 级与 3~4 级干燥综合征患者的 ROC 曲线分析结果($n=72$)

定量参数	AUC(95% CI)	截断值
SUV _{max-pre}	0.883(0.805~0.960)	25.33
SUV _{max-post}	0.866(0.786~0.946)	13.58
Δ SUV _{max}	0.799(0.698~0.901)	7.43
SUV _{mean-pre}	0.829(0.732~0.925)	14.55
SUV _{mean-post}	0.776(0.671~0.882)	7.59
Δ SUV _{mean}	0.769(0.662~0.876)	2.90
UVP _{pre} (cm ³)	0.754(0.640~0.868)	20.78
UVP _{post} (cm ³)	0.711(0.591~0.832)	16.44
Δ UVP(cm ³)	0.573(0.435~0.711)	2.39
TPU _{pre} (g)	0.888(0.812~0.965)	178.20
TPU _{post} (g)	0.844(0.755~0.933)	112.03
Δ TPU(g)	0.829(0.720~0.937)	54.13

注:pre 代表酸刺激前,post 代表酸刺激后, Δ 为酸刺激前后参数差值;UVP 为腮腺摄取体积,TPU 为腮腺摄取总量

讨 论

唇腺活检用于 pSS 的诊断已有 40 多年的历史, Mossel 等^[8]报道唇腺活检的准确性达 79%。但该方法不能直接诊断 pSS,主要原因是唇腺淋巴灶的数量随着年龄的增长在增加,健康人亦可表现为唇腺活检阳性。尽管如此,在 pSS 的诊断中,唇腺活检仍然是重要方法。

唾液腺功能检查已成为诊断干燥综合征的重要依据^[9]。腮腺动态显像被广泛应用于评价唾液腺合成及排泄功能,但其结果依赖于医师的主观判读,可能因经验差异产生误差^[10]。SPECT/CT 和重建算法的进步为定量技术的应用推广奠定了基础。有研究证实 SPECT/CT 定量检查误差在 $\pm 10\%$ 以内^[11]。目前 SPECT/CT 定量参数研究主要集中于 SUV_{max} 和 SUV_{mean}^[12-13],临床应用主要集中于心肌血流定量和全身骨显像定量技术^[14-16],而本研究对腮腺显像中 SPECT/CT 定量技术的应用价值进行了探讨。

本研究结果示,唇腺活检病理分级 1~2 级的 pSS 患者酸刺激前与刺激后定量参数 SUV_{max}、SUV_{mean}、UVP、TPU 及 Δ SUV_{max}、 Δ SUV_{mean}、 Δ TPU 均高于病理分级 3~4 级的 pSS 患者,这表明随着病理分级的升高,腺体损伤程度加重,腮腺的功能状态下降,上述定量参数可以作为评价病理分级的参考指标。本研究中 Δ UVP 在不同病理分级组间没有明显差异,可能是因为 UVP 与腮腺的摄取强度或血流动态有关,而病理级别对酸刺激前、后 UVP 的变化幅度影响较小。Kim 等^[17]的研究结果与本文类似,证实唾液腺 20 min 的百分注射剂量率和 20~40 min 的排泄百分比对干燥综合征有诊断价值,但百分注

射剂量率不是常用的定量指标,相比之下本研究所用定量参数更加方便、客观、准确。另外,Chen 等^[18]收集了 213 例可疑 pSS 患者,利用 SPECT 定量技术建立了 pSS 的诊断标准系统,该研究发现此种定量诊断标准可能优于 2012 年 ACR 标准,具有更高的灵敏度和相近的特异性。

本研究相关性分析示,酸刺激前与刺激后腮腺 SUV_{max}、SUV_{mean}、UVP、TPU 及 Δ SUV_{max}、 Δ SUV_{mean}、 Δ TPU 均与病理分级呈负相关,其中酸刺激前、后 SUV_{max} 和酸刺激前 TPU 相关系数绝对值高于其他参数,表明随着病理分级的增加腺体受损程度加重,这 3 个参数值会变得更低,因此可以通过上述定量参数来预测唇腺活检病理分级。李小峰等^[19]曾报道过腮腺对^{99m}Tc^mO₄ 浓聚率的降低是 pSS 有意义的诊断指标,浓聚率随着病理分级的增高而减低,腮腺动态显像所示腮腺功能受损程度与唇腺活检病理学改变和分级基本相符。国外研究显示颌下腺和腮腺的时间-放射性曲线与唇腺活检病理分级相关^[20]。本研究所用的定量指标比浓聚率和时间-放射性曲线更方便,可通过 Q-metrix 定量分析软件直接获得。此外,本研究对各定量参数进行 ROC 曲线分析,以期区分 1~2 级病理分级与 3~4 级病理分级,结果表明酸刺激前、后 SUV_{max} 和酸刺激前 TPU 在预测病理分级中表现较好。

本研究尚有一定局限性,首先,由于定量参数较多,没有对颌下腺的定量参数进行统计分析,在以后的研究中将进一步增加颌下腺定量指标;其次,本研究未进行年龄分组,而随着人年龄增长,淋巴灶的数量在增加,亦可表现为唇腺活检病理阳性,在今后的研究中将进一步完善。

总之,pSS 患者基于 SUV 的腮腺 SPECT/CT 定量参数随着唇腺活检病理分级的增高而降低,其中酸刺激前、后 SUV_{max} 和酸刺激前 TPU 与病理分级的相关性高于其他参数,且可以鉴别唇腺活检病理分级 1~2 级与 3~4 级。基于 SUV 的腮腺 SPECT/CT 定量参数较常规腮腺动态显像更为客观和直接,对临床的指导意义更大。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 张新超:研究设计与实施、数据分析、论文撰写;胡玉敬、田丛娜、张承铎:研究实施、数据收集;郑璐、底学敏、李康:数据采集、图像处理;刘家乐、张晶洁:统计学分析;边艳珠:研究指导、论文修改

参 考 文 献

- [1] 张文,厉小梅,徐东,等.原发性干燥综合征诊疗规范[J].中华内科杂志,2020,59(4):269-276. DOI:10.3760/cma.j.

- cn112138-20200113-00021.
Zhang W, Li XM, Xu D, et al. Recommendations of diagnosis and treatment of primary Sjögren's syndrome in China[J]. Chin J Intern Med, 2020, 59(4): 269-276. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20200113-00021.
- [2] van Ginkel MS, Nakshbandi U, Arends S, et al. Increased diagnostic accuracy of the labial gland biopsy in primary Sjögren syndrome when multiple histopathological features are included[J]. Arthritis Rheumatol, 2024, 76(3): 421-428. DOI:10.1002/art.42723.
- [3] Seror R, Gottenberg JE, Devauchelle-Pensec V, et al. European League Against Rheumatism Sjögren's Syndrome Disease Activity Index and European League Against Rheumatism Sjögren's Syndrome Patient-Reported Index: a complete picture of primary Sjögren's syndrome patients[J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2013, 65(8): 1358-1364. DOI:10.1002/acr.21991.
- [4] Shiboski CH, Shiboski SC, Seror R, et al. 2016 American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism classification criteria for primary Sjögren's syndrome: a consensus and data-driven methodology involving three international patient cohorts[J]. Ann Rheum Dis, 2017, 76(1): 9-16. DOI:10.1136/annrheumdis-2016-210571.
- [5] Park J, Lee JS, Oh D, et al. Quantitative salivary gland SPECT/CT using deep convolutional neural networks[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 7842. DOI:10.1038/s41598-021-87497-0.
- [6] Chisholm DM, Mason DK. Labial salivary gland biopsy in Sjögren's disease[J]. J Clin Pathol, 1968, 21(5): 656-660. DOI: 10.1136/jcp.21.5.656.
- [7] 缪伎玄, 张迎春, 薛勤, 等. 原发性干燥综合征患者涎腺超声评分与唇腺病理分级的相关性研究[J]. 中华风湿病学杂志, 2018, 22(10): 680-683. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-7480.2018.10.007.
Miao JX, Zhang YC, Xue Q, et al. Correlation between ultrasonographic scoring system and pathological grading of the salivary glands in primary Sjögren's syndrome[J]. Chin J Rheumatol, 2018, 22(10): 680-683. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-7480.2018.10.007.
- [8] Mossel E, Delli K, van Nimwegen JF, et al. Ultrasonography of major salivary glands compared with parotid and labial gland biopsy and classification criteria in patients with clinically suspected primary Sjögren's syndrome[J]. Ann Rheum Dis, 2017, 76(11): 1883-1889. DOI:10.1136/annrheumdis-2017-211250.
- [9] Huang X, Xu L, Wang W, et al. Correlations between single-photon emission computed tomography parameters of salivary glands and dry eye tests in patients with Sjögren's syndrome[J]. Front Med (Lanshan), 2022, 8: 781382. DOI:10.3389/fmed.2021.781382.
- [10] 曾钰灏, 葛昭, 崇维霞, 等. 基于深度学习及 Delta 影像组学的唾液腺显像在甲状腺癌术后及¹³¹I 治疗后唾液腺损伤评估中的价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(2): 68-73. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230919-00052.
Zeng YL, Ge Z, Chong WX, et al. Value of salivary gland imaging based on deep learning and Delta radiomics in evaluation of salivary gland injury following ¹³¹I therapy post thyroid cancer surgery[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(2): 68-73. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230919-00052.
- [11] Brady SL, Shulkin BL. Analysis of quantitative [I-123] mIBG SPECT/CT in a phantom and in patients with neuroblastoma[J]. EJNMMI Phys, 2019, 6(1): 31. DOI:10.1186/s40658-019-0267-6.
- [12] 王砚墨, 王雪梅. SPECT 定量技术临床研究新进展[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2021, 41(5): 309-312. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200519-00201.
Wang YM, Wang XM. New progress in clinical research of SPECT quantitative techniques[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 41(5): 309-312. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200519-00201.
- [13] Li P, Liu C, Wu S, et al. Combination of ^{99m}Tc-labeled PSMA-SPECT/CT and diffusion-weighted MRI in the prediction of early response after carbon ion therapy in prostate cancer: a non-randomized prospective pilot study[J]. Cancer Manag Res, 2021, 13: 2191-2199. DOI:10.2147/CMAR.S285167.
- [14] 孙若西, 庞泽堃, 马荣政, 等. SPECT 心肌血流定量技术对冠状动脉临界狭窄病变患者预后价值的多中心研究[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(3): 129-133. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230210-00033.
Sun RX, Pang ZK, Ma RZ, et al. A multicenter study on the prognostic value of SPECT myocardial blood flow quantitative technique in patients with intermediate stenoses of coronary arteries[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(3): 129-133. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230210-00033.
- [15] 郑璐, 胡玉敬, 张新超, 等. 腰椎椎体^{99m}Tc^m-MDP SPECT/CT 定量代谢参数与患者一般资料的相关性[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(11): 1706-1709. DOI: 10.13929/j.issn.1003-3289.2023.11.025.
Zheng L, Hu YJ, Zhang XC, et al. Correlations of ^{99m}Tc^m-MDP SPECT/CT quantitative metabolic parameters of lumbar vertebrae with patients' general data[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2023, 39(11): 1706-1709. DOI: 10.13929/j.issn.1003-3289.2023.11.025.
- [16] 李殿富. SPECT 心肌血流定量及其储备功能测定技术[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2023, 43(3): 129-132. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230210-00032.
Li DF. SPECT myocardial blood flow quantification and reserve function measurement technology[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 43(3): 129-132. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230210-00032.
- [17] Kim J, Lee H, Lee H, et al. Quantitative single-photon emission computed tomography/computed tomography for evaluation of salivary gland dysfunction in Sjögren's syndrome patients[J]. Nucl Med Mol Imaging, 2018, 52(5): 368-376. DOI:10.1007/s13139-018-0547-4.
- [18] Chen J, Zhao X, Liu H, et al. A point-scoring system for the clinical diagnosis of Sjögren's syndrome based on quantified SPECT imaging of salivary gland[J]. PLoS One, 2016, 11(5): e0155666. DOI:10.1371/journal.pone.0155666.
- [19] 李小峰, 王来远, 赵红卫, 等. 原发性干燥综合征唾液腺核素显像与唇腺活检病理的相关性分析[J]. 中华风湿病学杂志, 2001, 5(6): 372-375. DOI:10.3760/j.issn:1007-7480.2001.06.010.
Li XF, Wang LY, Zhao HW, et al. Correlation between functional parameters of salivary gland scintigraphy and histopathologic grading of labial biopsy in Sjögren's syndrome[J]. Chin J Rheumatol, 2001, 5(6): 372-375. DOI:10.3760/j.issn:1007-7480.2001.06.010.
- [20] Minami Y, Ogura I. A clinical pilot study of salivary gland secretion for xerostomia patients with Sjögren's syndrome using SPECT/CT[J]. Gerodontology, 2022, 39(3): 297-301. DOI:10.1111/ger.12584.

(收稿日期: 2024-08-23)