

胃黏膜内癌淋巴结转移的危险因素分析

熊兰*, 龙元元, 崔贤杰

隆昌市人民医院 内五科, 四川 隆昌 642150

【摘要】 **目的** 通过对胃黏膜内癌淋巴结转移有关的高危因素探索, 为临床疗法提供理论基础。**方法** 回顾性分析隆昌市人民医院 2012 年 1 月至 2021 年 12 月行根治性胃癌手术的胃黏膜内癌患者 387 例。患者均于术前常规实施胃镜、超声等影像学检查, 病理活检等, 并于术后取病理标本再次明确诊断。对淋巴结转移的发生率进行统计, 通过多因素 Logistic 回归算法, 对胃黏膜内癌淋巴结转移相关的危险因素进行探讨。**结果** 纳入的 387 例胃黏膜内癌患者中, 有 24 例(6.20%)合并淋巴结转移。淋巴结转移组肿瘤直径>2.0 cm、病理无分化、浸入到黏膜肌层、伴脉管癌栓发生率均比非淋巴结转移组高($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析表明, 胃黏膜内癌淋巴结转移的高危因子主要有肿瘤直径>2.0 cm、肿瘤未分化、黏膜肌层浸润、伴脉管癌栓等。ROC 曲线对胃黏膜内癌淋巴结转移的预测情况进行了评估, 其中肿瘤大小对淋巴结转移的预测准确度最高, 特异度为 84.6%, 敏感度为 48.5%, 约登指数 0.33, $AUC=0.898$ (95% $CI: 0.846\sim 0.936$), 临界值>1.84 cm。**结论** 在胃黏膜内癌的治疗中, 分析淋巴结转移的相关危险因素, 对科学、合理制定治疗方案具有重要的指导意义。

【关键词】 黏膜内癌; 早期胃癌; 淋巴结转移; 病理学; 危险因素

Analysis of risk factors of lymph node metastasis in gastric intramucosal carcinoma

Xiong Lan*, Long Yuanyuan, Cui Xianjie

The Fifth Department of Internal Medicine, Longchang People's Hospital, Longchang 642150, Sichuan, China

*Corresponding author: Xiong Lan, E-mail: subjects913@126.com

【Abstract】 **Objective** To explore the high risk factors of lymph node metastasis in gastric mucosal carcinoma, and to provide theoretical basis for clinical treatment. **Method** According to the retrospective requirements, 387 patients with gastric mucosal carcinoma who underwent radical gastrectomy in our hospital from January 2012 to December 2021 were selected. Patients were routinely subjected to imaging examinations such as gastroscopy and ultrasound, pathological biopsy, etc. before surgery, and pathological specimens were taken after surgery to clarify the diagnosis again. The frequency of lymph node metastasis was counted, and the multivariate logistic regression algorithm was used to explore the related risk factors of lymph node metastasis in gastric mucosal carcinoma. **Result** Among 387 patients with gastric cancer, 24 (6.20%) had lymph node metastasis. In the lymph node metastasis group, the tumor diameter was greater than 2.0 cm, pathologically undifferentiated, infiltrating into the muscularis mucosae, and the incidence of vascular tumor embolism were higher than those in the non-lymph node metastasis group ($P<0.05$). Logistic multi-factor calculation results showed that the high-risk factors of lymph node metastasis of gastric intramucosal cancer mainly included tumor diameter>2.0 cm, undifferentiated tumor, muscular mucosal infiltration and vascular tumor thrombus. ROC curve evaluated the prediction of lymph node metastasis of gastric intramucosal carcinoma, among which tumor size had the highest prediction accuracy for lymph node metastasis, with specificity of 84.6%, sensitivity of 48.5%, Yoden index of 0.33, $AUC=0.898$ (95% $CI: 0.846\sim 0.936$), and critical value>1.84 cm. **Conclusion** In the treatment of gastric intramucosal carcinoma, the analysis of high risk factors related to lymph node metastasis has important guiding significance for scientific and rational formulation of treatment plans.

【Key words】 Intramucosal carcinoma; Early gastric cancer; Lymph node metastasis; Pathology; Risk factors

* 通信作者: 熊兰; E-mail: subjects913@126.com

胃癌是一种由多因素、多步骤共同作用于胃黏膜上皮的恶性疾病^[1]。胃黏膜内癌作为胃癌的一种类型,指肿瘤细胞只浸润了胃黏膜层,尚处于胃癌病变的早期^[2-3]。近些年,由于大众对体检的重视和内镜技术的不断进步,胃部肿瘤的检出率也在逐年增高。较之于中晚期胃癌,胃黏膜内癌若不存在淋巴结转移,可获得较高的治愈率,根治性手术切除后的5年生存率超90%。但若是存在淋巴结转移,则会影响患者预后,进行手术与化放疗后,5年生存率为50%~70%^[4-5]。目前临床普遍认为,术前对胃黏膜内癌淋巴结转移风险进行预测,有利于制定科学且针对性强的治疗方案,使胃黏膜内癌的疗效提高更理想^[6-7]。我们收集了近年来胃黏膜内癌治疗的临床病理资料,并分析了其与淋巴结转移的关系以进一步探讨相关的风险因素,分析胃黏膜内癌淋巴结转移及其最理想治疗方法,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取医院2012年1月至2021年12月行根治性胃癌手术的胃黏膜内癌患者387例。患者均于术前常规实施胃镜、超声等影像学检查,病理活检等并于术后取病理标本再次明确诊断。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:根治性胃癌手术,术后病理标本的诊断明确定义为胃黏膜内癌;有完整的临床病理资料。排除标准:低级别上皮内瘤变;残胃癌;其他部位原发性胃癌;复发性胃癌;临床诊疗病理资料不全。

1.3 方法 收集患者一般资料,包括性别、年龄等资料,同时还要收集临床病理资料,包括肿瘤大小、病变部位、病变数目、病理类型、浸润情况、溃疡情况、是否合并淋巴结转移等。

1.4 研究定义 内镜分类:根据日本应用内镜对早期胃癌的分类标准^[9],分为隆起(I型)、平坦(II型)和凹陷(III型)3类。病理分类:根据WHO有关消化系统肿瘤分类第5版《早期胃癌分类标准》^[8],以分化癌、未分化癌对病灶进行病理分类。淋巴结转移:根据苏木精-伊红染色显微镜下病理切片观察,对侵袭程度和淋巴结转移现象进行判定。病理切除:引用日本的胃癌内镜组织病理学切

除标准^[10],切缘病理检查为阴性,且经内镜及病理活检未见癌组织残留,即代表完全切除,否则表示非完全切除。

1.5 统计学处理 采用SPSS 24.0软件进行统计分析。呈正态分布的计量资料以(均数±标准差)表示,计数资料以例(%)表达,分别应用 t 检验或 χ^2 检验。多因素 Logistic 回归分析胃黏膜癌淋巴结转移的危险因素, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 胃黏膜内癌患者的临床资料 纳入的387例胃黏膜内癌患者,其中有254例(65.63%)为男性病患,133例(34.37%)为女性病患;年龄平均(56.8±9.5)岁;肿瘤最大直径平均(2.8±1.4)cm;淋巴结检出数平均(23.8±4.7)枚;肿瘤发病部位:268例(69.25%)病灶位于胃下部(胃角、胃窦及幽门),119例(30.75%)病灶位于胃中上部(胃体、贲门及胃底);病理类型:207例(53.49%)为分化型,180例(46.51%)为未分化型;内镜分型:48例(12.40%)为I型,54例(13.96%)为II型,285例(73.64%)为III型;浸润情况:182例(47.03%)黏膜肌层浸润,205例(52.97%)黏膜固有层浸润;合并溃疡情况:94例(24.29%)合并溃疡,其余293例(75.71%)未合并;379例(97.93%)无脉管内癌栓形成,8例(2.07%)有癌栓。其中24例(6.20%)有淋巴结转移,363例(93.80%)无淋巴结转移。胃黏膜淋巴结转移的病理切片如图1所示。

2.2 不同淋巴结转移患者间基础资料比较 淋巴结转移患者肿瘤直径>2.0 cm、病理未分化型、粘膜肌层浸润、脉管内癌栓的发生率明显高于非淋巴结转移患者($P<0.05$)。见表1。

2.3 多因素 Logistic 回归分析 以上述卡方检验指标有差异者为自变量,以淋巴结转移情况为因变量,采用多因素 Logistic 回归分析。肿瘤直径>2.0 cm、病理未分化型、浸润黏膜肌层、伴脉管内癌栓等均是患者发生淋巴结转移的高风险因素。见表2。

2.4 受试者操作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC 曲线)曲线下面积 以多因素 Logistic 回归分析的结果为基础,建立胃黏膜内癌的淋巴结转移风险的预测模型。用 ROC 曲线评

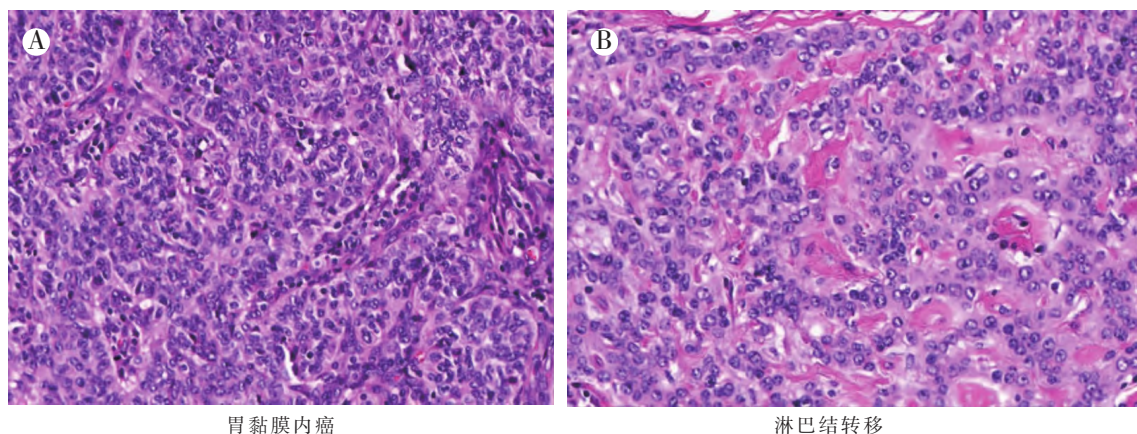


图1 胃黏膜内癌病理切片

注:病例女,51岁,术后确诊为胃黏膜内癌,病理类型为低分化型弥漫性腺癌,浸润黏膜固有肌层,细胞内黏液空泡,将核向一侧挤出(苏木精-伊红染色,×100)。

表1 淋巴结转移与淋巴结无转移根治性胃癌手术的胃黏膜内癌患者基础资料比较[例(%)]

临床资料	总例数 (n=387)	淋巴结无转移 (n=363)	淋巴结转移 (n=24)	χ^2 值	P 值
性别				0.605	0.437
男	254	240(66.12)	14(58.33)		
女	133	123(33.88)	10(41.67)		
年龄				0.307	0.580
≤50岁	133	126(34.71)	7(29.17)		
>50岁	254	237(65.29)	17(70.83)		
肿瘤最大直径				10.575	0.001
≤2.0 cm	172	169(46.56)	3(12.50)		
>2.0 cm	215	194(53.44)	21(87.50)		
肿瘤发病部位				0.578	0.459
胃下部	268	253(69.70)	15(62.50)		
胃中上部	119	110(30.30)	9(37.50)		
病理类型				4.178	0.041
分化型	207	199(54.82)	8(33.33)		
未分化型	180	164(45.18)	16(66.67)		
内镜分型				0.483	0.785
I型	48	46(12.67)	2(8.33)		
II型	54	50(13.77)	4(16.67)		
III型	285	267(73.55)	18(75.00)		
浸润情况				5.820	0.016
黏膜肌层	182	165(45.45)	17(70.83)		
黏膜固有层	205	198(54.55)	7(29.17)		
合并溃疡				0.809	0.369
有	94	90(24.79)	4(16.67)		
无	293	273(75.21)	20(83.33)		
合并脉管内癌栓				31.803	0.001
有	8	3(0.83)	4(16.67)		
无	379	360(99.17)	20(83.33)		

表2 根治性胃癌手术的胃黏膜内癌患者发生淋巴结转移的多因素 Logistic 回归分析

变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI
肿瘤大小(>2.0 cm)	2.103	0.790	7.093	0.001	1.122	1.026~4.574
病理类型(未分化型)	3.883	0.630	12.789	0.008	1.478	1.139~6.145
浸润情况(黏膜肌层)	1.297	0.683	15.418	0.046	2.273	1.072~10.043
脉管癌栓(伴有脉管癌栓)	2.186	0.925	5.585	0.018	8.900	1.452~14.544

注:自变量赋值,肿瘤最大直径 ≤ 2.0 cm=1, >2.0 cm=2;病理分化=1,未分化=2;黏膜固有层=1,肌层=2;脉管内癌栓=1,无癌栓=2。因变量赋值,淋巴结无转移=0,转移=1。

价预测模型,其中肿瘤大小对淋巴结转移的预测准确度最高,临界值为>1.84 cm,如图2、表3示。

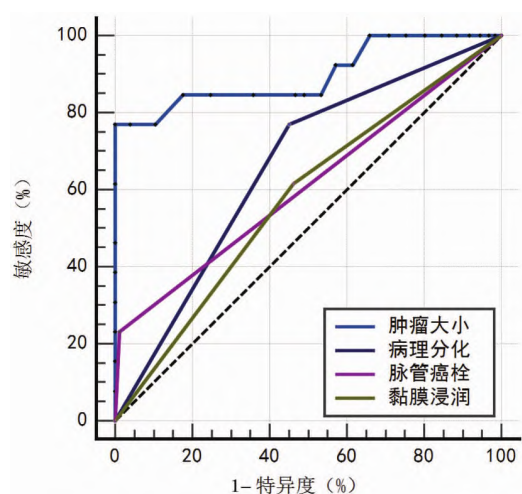


图2 淋巴结转移预测的 ROC 曲线分析

3 讨论

随着内镜与影像学技术的快速发展,以及人们对健康体检的愈发重视,使胃癌的早期检出率得到不断提高。相关研究数据显示,日、韩对胃癌早期的诊断率超过50%,我国的早期诊断率不及发达国家,但随着科技的不断发展,加之公众健康体检意识的日益增强,近年来早期胃癌检出率在我国也呈不断上升趋势^[11-13]。当前来看,不论国内外,对于早期胃癌患者,仍将手术切除作为主要治疗选择。其中,胃黏膜内癌作为早期胃癌,治疗手段通常是采用内镜下黏膜切除或剥离手术,可获得较好疗效。但必须承认的是,采用上述术式尚不能彻底清扫患者存在癌细胞转移的淋巴结。在实际治疗中还应该根据是否合并淋巴结转移选择最合适方案^[14]。当下的许多研究试图分析临床胃黏

表3 ROC 曲线下面积统计表分析

危险因素	特异度(%)	敏感度(%)	临界值	约登指数	AUC	95% CI
肿瘤大小	84.6	48.5	>1.84 cm	0.33	0.898	0.846~0.936
病理类型	76.9	54.9	病理未分化	0.32	0.659	0.588~0.726
浸润情况	69.4	42.8	浸润黏膜肌层	0.12	0.577	0.504~0.647
脉管癌栓	66.7	42.8	脉管内癌栓	0.10	0.610	0.538~0.679

膜内癌淋巴结转移的发生规则以及风险因素,希望能为淋巴结转移的早期评估、靶向治疗提供理论依据。本次研究中,将医院近10年来收治的387例胃黏膜内癌患者作为研究对象,通过对其临床指标的统计分析,探索淋巴结转移的规律及高危因素,并与前人的研究经验进行对比分析,以找寻最佳治疗方案。

本研究结果表明,24例(6.20%)患者有淋巴结转移,这与Wang等^[15]统计的晚期胃癌患者淋巴结转移率12.4%相比较低,也低于有研究中统计出的胃癌早期淋巴结转移率占10%的报道^[16]。但

是通常来说,无论是早期还是中晚期胃癌,淋巴结转移都是有一定发生风险的,并且会致使患者5年生存率下降。因此,临床应当引起高度重视,以便在早期合理干预,改善预后结局^[17]。有研究发现,颈部淋巴结转移在甲状腺乳头状癌中的危险因素包括了年龄、性别等^[18]。其他相关研究中,指出年龄对预测胃癌淋巴结转移及预后有一定意义^[19]。但是,一些研究也指出,性别和年龄不同的患者,在淋巴结转移发生率上并无显著差异,这种观点基本上与本研究的结果相同^[20]。本研究的初步分析结果显示,年龄与性别对淋巴结转移并无明显影响。

该结果与部分研究存在差异,推测可能是因为所纳入的淋巴结转移阳性样本量较少,当然也有可能是因为所研究的癌种类型、癌变程度不同,所以导致淋巴结转移的相关危险因素可能也存在一定差异,后期还需进行更多样本量、多分层的研究以进一步明确。

本研究经不同组间卡方检验发现,若肿瘤直径 >2.0 cm、病理未分化、黏膜肌层浸润、伴脉管内癌栓,则淋巴结转移的发生率会增高,这一观点在其他研究中也有类似体现^[21]。多因素回归分析显示淋巴结转移的高风险因素包括肿瘤直径 >2.0 cm、病理未分化型、黏膜肌层浸润、伴脉管内癌栓等,这和其他报道中的结果较为相似^[22-23]。进一步的ROC曲线下面积也显示出上述危险因素对淋巴结转移有一定的预测价值,其中尤以肿瘤大小对淋巴结转移的预测率最高,当肿瘤最大直径 >1.8 cm时,提示应加强对淋巴结转移的监测。Tian等^[24]在基于危险因素建立的淋巴结转移预测模型分析中发现,ROC曲线下面积与模型C指数分别是0.782、0.771,由此证明该预测模型的信效度良好,这与本研究的结果相同。

Mi等^[25]认为转移淋巴结的胃癌患者可能与肿瘤细胞的浸润程度增高有关。本研究认为,肿瘤越大,浸润深度越深。由于有很多的毛细血管和淋巴血管分布黏膜肌层,内皮细胞之间的间隙也相对要大一些,肿瘤细胞有可能通过间隙加重对局部淋巴结的浸润。因此,临床上在选择术式时,应该于早期通过相关检查了解肿瘤浸润深度,以选择最合理的术式。此外,在所有的淋巴结转移患者中,病理分型为未分化型者占比66.67%,提示未分化型胃黏膜内癌患者发生淋巴结转移的风险较高,这一观点在Zou等^[26]的研究中也有报道。分析认为,肿瘤分化越严重,其恶性病变程度越高,并且淋巴结组织也更容易被侵袭。此外,伴有脉管内癌栓者,发生淋巴结转移的风险也更高,推测这通常是由于癌栓脱落后,容易随血液流至其他位置,堵塞血管,进一步使癌细胞转移到不同部位淋巴结,从而导致治疗的难度增加,难以达到显著的治疗效果,预后不佳。

总而言之,胃黏膜内癌患者在就诊后应该及时行胃镜超声、病理活检等手段,以了解肿瘤的病理情况。对于肿瘤组织学分化较好、体积较小、未见淋巴管浸润及脉管内癌栓者,通常有较低的淋

巴结转移风险。因此,对此类患者,在治疗方案上可以优先选择于内镜下实施黏膜剥离或切除手术。反之,在临床治疗中则要充分考虑到淋巴结转移风险,酌情选择是否采用外科D₁或D₂根治性手术治疗。当然,由于此类患者的病情大多复杂,在实际诊疗中,病理科、临床科室等多学科应当紧密合作,通过精准的检测指标,尽最大程度选择更具针对性、科学性的治疗方案,以使患者充分受益。另外,本研究由于合并淋巴结转移患者的样本量较少,因此在溃疡形成、内镜分型、发病部位等其他一些指标比较中未见明显差异,这还有待于未来增大样本量,做更加深入、多中心的探索分析,从而使胃黏膜内癌患者的治疗方案制定更具针对性、合理性。

参考文献

- [1] KOVALEVA OV, PODLESNAVA PA, GRATCHEV AN, et al. Stomach cancer. Clinical significance of the expression of key components of PD-1/PD-L1 immune checkpoint [J]. *Modern Oncology*, 2021, 23(1): 122-127.
- [2] YASUHIRO I, MAKI K, KANA K, et al. Outcomes and precautions of endoscopic submucosal dissection for undifferentiated-type early gastric cancer [J]. *Ther Adv Gastroenter*, 2020, 8(5): 255-262.
- [3] 吴晓婉, 庄谦, 王晶, 等. 早期未分化型胃癌与胃黏膜相关淋巴组织淋巴瘤的内镜下特征差异 [J]. *中华消化内镜杂志*, 2021, 38(11): 894-900.
- [4] SUN D, CHEN P, LI X, et al. OA08.03 The 5-year Survival Rate of Postoperative Non-small Cell Lung Cancer Patients with Two Different Follow-up Patterns [J]. *J Thorac Oncol*, 2021, 16(10): 860-861.
- [5] 闵丛丛, 张静, 王晔, 等. 术前预测胃癌淋巴结转移的分子标志物研究 [J]. *中华消化杂志*, 2020, 40(6): 373-379.
- [6] JUNG J, SANG IY, LEE KH, et al. Risk factors for atypical lymph node metastasis in gastric cancer [J]. *Jco*, 2019, 15(2): 100-105.
- [7] NAGAO K, EBI M, SHIMURA T, et al. The Modified eCura System for Identifying High-Risk Lymph Node Metastasis in Patients with Early Gastric Cancer Resected by Endoscopic Submucosal Dissection [J]. *Gastroenterology*, 2022, 13(1), 60-67.
- [8] 陈光勇, 黄受方. WHO 消化系统肿瘤分类第5版关于胃癌的解读:着重对早期胃癌的理解和认知 [J]. *中华病理学杂志*, 2020, 49(9): 882-885.
- [9] KAWAMURA M, UEDO N, KOIKE T, et al. Kyoto classification risk scoring system and endoscopic grading of gastric intestinal metaplasia (EGGIM) for gastric cancer: a multicenter observation

- study in Japan[J]. Digest Endosc, 2021, 34(3):1-26.
- [10] 谢晓岚,徐萍,赖跃兴,等. 新型胃癌筛查评分系统在卫生系统健康体检人员早期胃癌筛查中的应用[J]. 中华消化内镜杂志, 2021, 38(1): 33-37.
- [11] 李刚刚,孙继锋,张成武,等. 早期胃癌淋巴结转移危险因素及预后分析[J]. 中华普通外科杂志, 2021, 36(10): 734-738.
- [12] 刘庆伟,李勇,檀碧波,等. 早期胃癌患者临床病理特征与淋巴结转移因素分析[J]. 中华普通外科杂志, 2022, 37(4): 255-259.
- [13] YANG L, YING X, LIU S, et al. Gastric cancer: Epidemiology, risk factors and prevention strategies [J]. Chinese J Cancer Res, 2020, 6(6): 695-704.
- [14] 汪静皎,黄丹丹,杨树东,等. 型早期胃癌中肠母细胞表现的淋巴结转移危险度及其与内镜切除术适应标准的关系[J]. 临床与实验病理学杂志, 2021, 37(8): 922-926.
- [15] WANG L, GONG J, HUANG X, et al. CT-based radiomics nomogram for preoperative prediction of No.10 lymph nodes metastasis in advanced proximal gastric cancer [J]. Eur J Surg Oncol, 2020, 47(6):1458-1465.
- [16] SHINICHI, KINAMI, NAOHIKO, et al. Precision surgical approach with lymph-node dissection in early gastric cancer [J]. World J. Gastroenterol, 2019, 25(14): 5-17.
- [17] ZHANG L, ZOU L, SUN P. Relationship between miR-378c and YY1 expression in patients with gastric cancer and the clinicopathological features [J]. Cell Mol Biol Lett, 2021, 26(1): 12.
- [18] 张洁,冯艳红,何秀丽,等. 常规超声特征及 BRAFV600E 基因突变与甲状腺乳头状癌中央区淋巴结转移的相关性[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 36(3):184-188.
- [19] WANG J, MENG T, CHEN K, et al. Gender and Age Differences in Risk Factors of Lymph Node Metastasis in Patients With Early Gastric Cancer and Analysis Prognosis of Early Gastric Cancer[J]. Research Square, 2020, 13(1):1-13.
- [20] 张亦臻,吴晰,周炜洵,等. 老年未分化型早期胃癌淋巴结转移的危险因素分析[J]. 中华消化内镜杂志, 2020, 37(10): 702-707.
- [21] 梁寒. 新辅助治疗及微创治疗时代局部进展期胃癌手术的合理淋巴结清扫范围[J]. 中华胃肠外科杂志, 2022, 25(4): 284-289.
- [22] JIN X, WU W, ZHAO J, et al. Clinical Features and Risk Factors for Lymph Node Metastasis in Early Signet Ring Cell Gastric Cancer[J]. Front Oncol, 2021, 9(11): 630675.
- [23] HAN WH, JOO J, EOM BW, et al. Factors associated with metastasis in superior mesenteric vein lymph node in subtotal gastrectomy for gastric cancer: Retrospective case control study [J]. Chinese J Cancer Res, 2020, 32(1): 47-54.
- [24] TIAN H, ZHANG Z, LIU Z, et al. Early Gastric Cancer Lymph Node Metastasis Model and Prognostic Survival Prediction Model in Western Population [J]. Research Square, 2020, 23(1): 1-31.
- [25] MI KS, BYUNG-HOON M, HYUN AJ, et al. Nomogram to predict lymph node metastasis in patients with early gastric cancer: a useful clinical tool to reduce gastrectomy after endoscopic resection[J]. Endoscopy, 2020, 52(6): 435-443.
- [26] ZOU Y, WU L, YANG Y, et al. Risk factors of tumor invasion and node metastasis in early gastric cancer with undifferentiated component: a multicenter retrospective study on biopsy specimens and clinical data [J]. Ann Transl Med, 2020, 8(6): 360-360.

· 外文文献速览 ·

昼夜节律转录通路图谱标示出间歇性禁食中的蛋白酶体开关

间歇性进食已经成为一种有利于健康的安全策略,越来越多证据表明间歇性进食可以预防包括糖尿病、肥胖、癌症和神经退行性疾病在内的多种疾病。据推测,将代谢开关从消耗葡萄糖转变为消耗脂肪酸代谢产物酮体是间歇性进食带来健康益处的关键机制。虽然人们普遍认为长时间的进食可以触发代谢开关,但是悬而未决的问题是:人体内是否存在记录禁食时间的“计时器”? 禁食是否以及何时触发转录开关?

此研究利用基因组变异分析(GSVA)和典型路径基因组绘制了一个昼夜节律转录途径图谱,该图谱基于5种喂食方案下小鼠4个代谢组织的600份样本。结果显示,禁食16小时启动了肝脏中43条途径的昼夜节律共振,而共振在再进食后准时切换。肝脏蛋白酶体协调这一共振,大多数编码蛋白酶体亚单位的基因的转录开关显示出16小时禁食依赖性。这些结果表明,肝脏蛋白酶体可能是禁食计时器和通路转录共振的协调者,为揭示间歇性禁食的潜在机制提供了靶点。

来源: <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2022.111547>

作者: FANG W, GONG LJ, LU SY, 等

译者: 宁维