

· 论著 · 头颈部 ·

甲状腺功能和TFQI与甲状腺功能正常人群糖尿病风险的相关性分析

申 露* 吴青伟

新密市中医院检验科(河南 郑州 452370)

【摘要】目的 分析甲状腺功能正常人群中甲状腺功能和甲状腺反馈分位数指数(TFQI)与糖尿病风险的相关性。**方法** 选择2022年5月至2023年5月于新密市中医院进行甲状腺功能检测且显示甲状腺功能正常的200例研究对象,进行回顾性分析,采集所有研究对象的基线资料,并检测相关实验室指标。将糖尿病组和非糖尿病组人群的基线资料进行对比,包括性别、年龄、甲状腺功能指标、TFQI等;采用Spearman软件分析甲状腺功能和TFQI与糖代谢指标的相关性,为避免混杂因素的干扰,对甲状腺参数及其三分位数与糖尿病风险的相关性进行分析,且对年龄、性别、BMI、腰围等异常的回归模型进行校正。**结果** 200例甲状腺功能正常的研究对象中,糖尿病患者有22例,占比11.00%,糖尿病组中男性占比、年龄、BMI、腰围、空腹血糖(FPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)/游离甲状腺素(FT4)均比非糖尿病组高,而甲状腺自身抗体阳性占比、FT3、TSH水平均比非糖尿病组低(均 $P<0.05$),但两组FT4、TFQI对比,均无明显差异(均 $P>0.05$);Spearman相关性分析结果显示,FPG与FT3、FT4、TFQI均呈相关,与促甲状腺激素(TSH)呈负相关,而与FT3/FT4无相关性;HbA1c与FT4、TFQI、TSH均呈负相关,而与FT3、FT3/FT4无相关性;校正后的模型分析结果显示,糖尿病的发生风险与FT3、FT3/FT4呈负相关(OR=0.613、1.131,95%CI=0.402~0.936、1.027~1.245,均 $P<0.05$)。**结论** 甲状腺功能正常人群中,糖尿病的发生风险与FT3、FT3/FT4呈负相关,而与TSH、FT4、TFQI指标之间无明显相关性,可为后续探讨甲状腺激素对糖尿病的影响机制提供参考和依据。

【关键词】 甲状腺功能; 甲状腺反馈分位数指数; 糖尿病; 风险; 相关性

【中图分类号】 R322.5+1

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.8.021

Correlation Analysis of Thyroid Function and TFQI with Diabetes Risk in the Euthyroid Population

SHEN Lu*, WU Qing-wei.

Clinical Laboratory, Xinmi Traditional Chinese Medicine Hospital, Zhengzhou 452370, Henan Province, China

Abstract: Objective To analyze the association between thyroid function and thyroid feedback quantile index (TFQI) and diabetes risk in the euthyroid population. **Methods** The clinical data of 200 subjects with normal thyroid function from May 2022 to May 2023, baseline data were collected from all subjects, and relevant laboratory indicators were tested. The baseline data of diabetic and non-diabetic groups were compared, including gender, age, body quality index (BMI), waist circumference, hypertension, thyroid function, and TFQI; spearman analyzed the correlation between thyroid function and TFQI and glucose metabolism. In order to avoid the interference of confounding factors, the correlation of thyroid parameters and their thirds was corrected by the regression model of age, sex, BMI, waist circumference and other abnormalities. **Results** Of the 200 subjects with normal thyroid function, there were 22 diabetic patients who were present. For 11.00%, In the diabetic group, male proportion, age, BMI, waist circumference, fasting blood glucose (FPG), HbA1c, free triiodomethine (FT3) / free thyroxine (FT4) were all higher than the non-diabetic group. However, the proportion of positive thyroid autoantibodies, FT3 and TSH levels were lower than those of the non-diabetic group (all $P<0.05$), however, the comparison of FT4 and TFQI between the two groups. No difference were statistically significant differences (all $P>0.05$); the results of the Spearman-correlation analysis showed that, FPG was all associated with FT3, FT4, and TFQI, Was inversely associated with thyroid-stimulating hormone (TSH). And had no correlation with FT3/FT4; HbA1c was negatively associated with FT4, TFQI, and TSH. There was no correlation with FT3 and FT3 / FT4; the results of the multivariate Logistic regression analysis of the corrected model showed that, the risk of developing diabetes was inversely associated with FT3, FT3 / FT4 (OR=0.613,1.131, 95%CI=0.402~0.936,1.027~1.245, All $P<0.05$). **Conclusion** In the population with normal thyroid function, the risk of diabetes mellitus is negatively associated with FT3 and FT3 / FT4, but there is no obvious correlation between TSH, FT4 and TFQI indicators, which can provide a reference and basis for the subsequent discussion of the influence mechanism of thyroid hormone on diabetes.

Keywords: Thyroid Function; Thyroid Feedback Quantile Index; Diabetes; Risk; Correlation

作为一种以高血糖为临床特点的代谢性疾病,糖尿病患者高血糖发生的原因因为胰岛素分泌缺陷,患者机体长时间处于高血糖状态可导致多器官功能障碍,包括眼、肾、心脏等。据相关报道显示,近年来糖尿病的发生率呈逐渐上升趋势^[1]。有研究指出,糖尿病患者多合并甲状腺功能紊乱,且甲状腺功能会对胰腺功能和碳水化合物产生影响,甲状腺激素可对肠内碳水化合物吸收形成刺激,使儿茶酚受体水平上升,从而导致

血糖水平上升^[2-3]。已有研究显示,甲状腺功能亢进或减退会增加糖尿病的发生风险^[4],且有学者提出,代谢疾病的危险因素在于对甲状腺激素的敏感性下降^[5]。因此,对于糖尿病患者应密切关注对其甲状腺功能的筛查。故本研究选择了2022年5月至2023年5月于新密市中医院进行甲状腺功能检测且显示甲状腺功能正常的200例研究对象进行回顾性分析,重点探讨了甲状腺功能正常人群中甲状腺功能和甲状腺反馈分位数指数

【第一作者】 申 露,女,主管检验师,主要研究方向:肿标、甲功以及内分泌。E-mail: gangchen99@126.com

【通讯作者】 申 露

(TFQI)TFQI与糖尿病风险的相关性,现将研究结果作如下报道。

1 资料与方法

1.1 一般资料 对2022年5月至2023年5月于新密市中医院进行甲状腺功能检测且显示甲状腺功能正常的200例研究对象的临床资料进行回顾性分析,年龄17~85岁,平均 (49.88 ± 10.56) 岁。

纳入标准:所有研究对象年龄在14岁以上者。排除标准:体质量、年龄、性别等临床基线资料不全者;既往有甲状腺功能亢进症、减退症史者。

1.2 方法

1.2.1 基线资料 采集研究对象各项基线资料,包括年龄、性别、病史等信息,并对研究对象的身高、体重、血压等进行记录,并根据公式计算出研究对象的体质量指数(BMI),其中肥胖的判定标准为BMI在 28 kg/m^2 以上。

1.2.2 实验室指标检测 (1)采集空腹静脉血,对研究对象血糖指标水平进行检测。(2)血样采集方法同上,采用化学免疫发光法对促甲状腺激素(TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)、游离甲状腺素(FT4),并按照公式对甲状腺反馈分位数指数(TFQI)进行计算,同时对FT3/FT4的数值进行计算,该指标主要反映的为甲状腺激素的外周敏感性。

1.2.3 诊断标准 (1)TSH指标的范围在 $0.35 \sim 4.94 \text{ mU/L}$ 范围内、FT3在 $2.63 \sim 5.70 \text{ pmol/L}$ 范围内、FT4在 $9.01 \sim 19.05 \text{ pmol/L}$ 范围内即可判定为甲状腺功能正常^[6]。(2)甲状腺过氧化物酶抗体在 5.61 mU/L 和或甲状腺蛋白抗体在 4.11 mU/L 以上即可判定

为甲状腺自身抗体阳性^[7]。(3)糖尿病的判定标准为空腹血糖在 7.0 mmol/L 以上或者HbA1C在6.5%以上^[8]。

1.3 观察指标 (1)将糖尿病组和非糖尿病组人群的基线资料进行对比,包括性别、年龄、BMI、腰围、高血压及甲状腺功能指标、TFQI。(2)采用Spearman相关性分析甲状腺功能和TFQI与糖代谢指标的相关性。(3)分析对甲状腺功能、TFQI与糖尿病风险关联的相关性。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0统计学软件分析,以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。计数资料以[例(%)]表示,行 χ^2 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,行独立样本t检验,采用Spearman相关性对甲状腺功能、TFQI与FPG、HbA1C的相关性,为避免混杂因素的干扰,文中采用多因素Logistic回归分析了甲状腺参数及其三分位数与糖尿病风险的相关性,且校正过年龄、性别、BMI、腰围等异常的回归模型。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 糖尿病组和非糖尿病组研究对象基线资料比较 200例甲状腺功能正常的研究对象中,糖尿病患者有22例,占比11.00%,糖尿病组中男性占比、年龄、BMI、腰围、FPG、HbA1C、FT3/FT4均比非糖尿病组高,而甲状腺自身抗体阳性占比、FT3、TSH水平均比非糖尿病组低(均 $P < 0.05$),但两组FT4、TFQI对比,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表1。

表1 糖尿病组和非糖尿病组研究对象基线资料比较

观察指标	非糖尿病组(178例)	糖尿病组(22例)	χ^2/t 值	P值
性别(男/女)	90/88	16/6	3.862	0.049
年龄(岁)	50.02 ± 9.50	57.06 ± 9.12	3.293	0.001
BMI(kg/m^2)	24.78 ± 3.35	27.01 ± 2.78	2.995	0.003
腰围(cm)	84.78 ± 9.61	91.00 ± 9.83	2.857	0.005
FPG(mmol/L)	5.10 ± 2.05	7.29 ± 2.11	4.712	< 0.001
HbA1C(%)	5.33 ± 1.50	7.05 ± 1.46	5.088	< 0.001
甲状腺自身抗体阳性[例(%)]	52(29.21)	2(9.09)	4.022	0.045
FT3(pmol/L)	4.55 ± 0.52	4.30 ± 0.61	2.086	0.038
FT4(pmol/L)	13.30 ± 1.50	13.41 ± 1.71	0.319	0.749
TSH(mU/L)	1.71 ± 0.33	1.59 ± 0.62	2.350	0.019
TFQI(mU/L)	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.000	1.000
FT3/FT4	0.31 ± 0.03	0.33 ± 0.04	2.835	0.005

2.2 甲状腺功能和TFQI与糖代谢指标的相关性 结果显示,FPG与FT3($r = 0.051$)、FT4($r = 0.039$)、TFQI($r = 0.039$)均呈相关,与TSH($r = -0.060$)呈负相关,而与FT3/FT4无相关性;HbA1C与FT4($r = -0.028$)、TFQI($r = -0.030$)、TSH($r = -0.027$)均呈负相关,而与FT3、FT3/FT4无相关性,见表2。

2.3 甲状腺功能、TFQI与糖尿病发生风险的多因素回归分析 校正后的模型多因素Logistic回归分析结果显示,糖尿病的发生风险与FT3(OR=0.613, 95%CI=0.402~0.936)、FT3/FT4(OR=1.131, 95%CI=1.027~1.245)呈负相关(均 $P < 0.05$),见表3。

表2 甲状腺功能和TFQI与糖代谢指标的相关性

指标	FPG		HbA1C	
	r值	P值	r值	P值
FT3	0.051	< 0.05	-0.019	> 0.05
FT4	0.039	< 0.05	-0.028	< 0.05
TFQI	0.039	< 0.05	-0.030	< 0.05
TSH	-0.060	< 0.05	-0.027	< 0.05
FT3/FT4	0.010	> 0.05	0.009	> 0.05

表3 甲状腺功能、TFQI与糖尿病发生风险的多因素回归分析

评价指标	β值	SE值	Wald χ^2 值	P值	OR值(95%CI值)
FT3	-0.489	0.216	5.125	<0.05	0.613(0.402~0.936)
FT4	0.549	0.631	0.886	>0.05	1.811(0.526~6.239)
TFQI	0.526	0.516	1.039	>0.05	1.692(0.615~4.652)
TSH	0.071	0.038	3.491	>0.05	1.074(0.997~1.157)
FT3/FT4	0.123	0.049	6.301	<0.05	1.131(1.027~1.245)

3 讨论

以往临床中对糖代谢的研究结果得出，机体在正常状况下，体内的胰岛素和对抗胰岛素的激素处于平衡的状态中，可使血糖水平处于稳定状态^[9]。甲状腺激素属于一种对抗胰岛素的激素，其可对胰岛功能产生双重影响，不仅会使胰岛素的降解速度加快，还可使机体对胰岛素的敏感性改变^[10]。FT3可对小肠细胞膜转化系统形成刺激，从而使D-葡萄糖进入小肠上皮；而FT4则可使葡萄糖的磷酸化反应程度加重，从而增加了肠道对葡萄糖的吸收速度^[11]。因此，甲状腺激素与糖代谢之间有着密不可分的关系，两者之间可相互作用，相互影响。既往已有多项研究显示，甲状腺功能减退、TSH水平上升等可使肥胖、代谢综合征、糖尿病的发生概率上升^[12-13]。

本文结果得出，200例甲状腺功能正常的研究对象中，糖尿病患者有22例，占比11.00%，糖尿病组中男性占比、年龄、BMI、腰围、FPG、HbA1C、FT3/FT4均比非糖尿病组高，而甲状腺自身抗体阳性占比、FT3、TSH水平均比非糖尿病组低，但两组FT4、TFQI对比，差异均无统计学意义；之后采用Spearman相关性分析结果得出，FPG与FT3、FT4、TFQI均呈相关，与TSH呈负相关，而与FT3/FT4无相关性；HbA1C与FT4、TFQI、TSH均呈负相关，而与FT3、FT3/FT4无相关性，这一结果与付金蓉等^[14]的基本相符，甲状腺功能正常的人群，甲状腺激素和激素分泌及其敏感性之间有一定的关系，其中TSH水平较高的人群胰岛素抵抗的现象也较为明显，正常范围内TSH水平的上升会引发局部肥胖、体重增加，从而导致胰岛素抵抗增加，而长时间的胰岛素抵抗会对糖代谢产生影响，从而对HbA1C指标产生影响。本文中FT4、TFQI与FPG水平呈正相关，而与HbA1C则呈负相关，出现这一现象的原因在于相关性分析的结果可能受性别、年龄、体质指数等基线资料的干扰，从而导致结果可能出现偏差；HbA1C水平与餐后血糖水平之间有着密不可分的关系，但本研究中未对餐后血糖的水平进行统计，因而无法得出餐后血糖水平是否是影响上述情况的重要因素；本研究纳入的样本量偏小，后续可扩大样本量深入对甲状腺正常人群甲状腺功能参数与糖尿病发生风险的相关性进行探讨^[15]。

本研究中相较于其他相关研究的特别之处在于将TFQI指标纳入并进行了评价。既往有学者的研究指出，TFQI主要反映了甲状腺激素的中枢敏感性，抵抗甲状腺激素可增加糖尿病的发生概率，因此可将TFQI应用于对糖尿病发生的评估。有学者的研究指出，血清脂肪细胞型脂肪酸结合蛋白水平上升

会引发TFQI水平的上升^[16]，这一结果证实了甲状腺激素和脂肪组织之间的作用由甲状腺激素的敏感性介导。本研究中采用多因素回归分析了甲状腺参数及其三分位数与糖尿病风险的相关性，且对年龄、性别、BMI、腰围等异常的回归模型进行了校正，结果得出，糖尿病的发生风险与FT3、FT3/FT4呈负相关，而与TSH、FT4、TFQI指标之间无明显相关性。

综上所述，在甲状腺功能正常的人群中，糖尿病的发生风险与FT3、FT3/FT4呈负相关，而与TSH、FT4、TFQI指标之间无明显相关性，这一结果为后续探讨甲状腺激素对糖尿病的影响机制提供了参考和依据。但本研究尚存在一定的局限性，无法明确甲状腺功能中各项指标和糖尿病发生之间的因果关系，且对各项实验室指标进行检测时，检测的结果易受时间、研究对象等多种因素的影响，未来在进行研究时，应注意排除各项混杂因素的影响，以保证结果的准确性。

参考文献

- [1] 王小文, 黄哲, 黄超, 等. 1998-2013年我国2型糖尿病患者降糖药物使用和血糖控制趋势分析的系统评价[J]. 现代预防医学, 2018, 45 (17): 3227-3230, 3234.
- [2] 吴静, 陈玲, 高蕾莉, 等. 甲状腺功能正常的2型糖尿病患者甲状腺激素水平与骨密度的相关性研究[J]. 中国糖尿病杂志, 2019, 27 (2): 117-121.
- [3] 王丽敏, 高山俊, 邓欣如, 等. 甲状腺功能正常的2型糖尿病患者甲状腺激素与糖化血红蛋白水平关系分析[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2019, 33 (12): 1202-1204.
- [4] 胡召锁, 陈正徐. 甲状腺功能正常2型糖尿病患者促甲状腺激素与血清同型半胱氨酸的相关性及评估价值[J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30 (21): 29-33.
- [5] 谷晓岚, 张德龙, 牛敏, 等. 甲状腺功能正常的非糖尿病人群甲状腺能与糖化血红蛋白的关系[J]. 中华糖尿病杂志, 2017, 9 (12): 774-778.
- [6] 贺译平, 贺同强, 王艳霞, 等. 不同标准诊断的亚临床甲状腺功能减退症及甲状腺过氧化物酶抗体阳性对妊娠的影响[J]. 中华妇产科杂志, 2014, 49 (11): 823-828.
- [7] 杨名慧, 祝小波, 王文华, 等. 甲状腺自身抗体阳性患者甲状腺功能、卵巢功能和炎症因子的检测及临床价值分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2020, 30 (17): 2114-2115, 2119.
- [8] 闫园园, 魏剑芬, 李世超, 等. 血清胰岛素样生长因子1及胰岛素抵抗与2型糖尿病合并甲状腺功能减退症的相关性研究[J]. 中国全科医学, 2019, 22 (23): 2811-2815.
- [9] 陆锦昆, 潘琼华, 潘海林, 等. 甘精胰岛素与门冬胰岛素30对2型糖尿病患者胰岛β细胞功能及血糖稳定性的影响[J]. 广西医科大学学报, 2019, 36 (1): 27-30.
- [10] 应瑞雪, 艾李雅, 章诗琪, 等. 2型糖尿病患者血清正常范围的甲状腺激素水平与肌少症的相关性研究[J]. 国际内分泌代谢杂志, 2022, 42 (2): 114-117.
- [11] 张麦叶, 王琼, 周洁, 等. 甲状腺功能正常的2型糖尿病患者甲状腺激素与非酒精性脂肪肝的相关性研究[J]. 中国慢性病预防与控制, 2019, 27 (5): 373-376.
- [12] 蔡静, 张梦瑶, 赵志刚, 等. 2型糖尿病合并亚临床甲状腺功能减退患者血清nesfatin-1水平与胰岛β细胞功能的相关性[J]. 中国慢性病预防与控制, 2018, 26 (6): 455-458.
- [13] 蒋明玉, 尹小琴, 李娜. 儿童初发1型糖尿病伴不同程度糖尿病酮症酸中毒与甲状腺功能相关性研究[J]. 临床儿科杂志, 2022, 40 (5): 339-344.
- [14] 付金蓉, 王巍, 刘鹤, 等. 甲状腺功能正常人群中多种甲状腺参数与糖尿病风险的关系[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13 (9): 879-884.
- [15] 王菲, 汪剑, 孔小岑, 等. 甲状腺功能正常的2型糖尿病患者血清FT4水平与糖尿病视网膜病变发生的相关性[J]. 山东医药, 2018, 58 (30): 51-53.
- [16] 朱凡凡, 仰礼真. 甲状腺功能正常的2型糖尿病患者血清甲状腺激素水平与非酒精性脂肪性肝病的相关性[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2018, 38 (7): 763-768.

(收稿日期: 2024-04-06)

(校对编辑: 翁佳鸿、姚丽娜)