

甲状腺功能6项指标联合检测在甲状腺疾病诊断与评估中的应用价值

黄日江*

(广西壮族自治区人民医院, 南宁 530000)

摘要:目的 分析甲状腺功能6项指标联合检测的方法在甲状腺疾病诊断与评估中的应用价值,包括促甲状腺激素(TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)、游离甲状腺素(FT4)、甲状腺球蛋白(Tg)、甲状腺过氧化物酶抗体(TPOAb)、促甲状腺素受体抗体(TRAb)。**方法** 纳入2023—2024年就诊的甲状腺疾病患者100例(甲亢36例、甲减38例、自身免疫性甲状腺炎26例)及健康对照80例,采用化学发光免疫分析法检测血清中6项指标水平。**结果** 病例组TSH、FT3、FT4、Tg、TPOAb及TRAb水平均显著高于对照组($P < 0.05$)。不同疾病类型间,甲亢患者TSH最低,FT3、FT4、Tg最高;甲减患者TSH最高,FT3、FT4、Tg最低;自身免疫性甲状腺炎患者TPOAb和TRAb显著高于其他两组($P < 0.05$)。**结论** 甲状腺功能6项联合检测可比较全面地反映甲状腺功能状态及免疫损伤程度,对甲亢、甲减及自身免疫性甲状腺炎的鉴别诊断、病情评估及治疗监测具有重要临床意义,建议在临床实践中推广应用。

关键词: 甲状腺功能检测; 甲状腺疾病; 自身免疫性甲状腺炎; 甲状腺球蛋白(Tg)

0 引言

甲状腺作为人体最大内分泌腺,通过分泌甲状腺激素调控全身代谢及器官功能。其功能异常可引发甲亢、甲减及自身免疫性甲状腺炎等疾病,严重时导致心脑血管、神经及生殖系统并发症^[1]。传统甲状腺功能评估主要依赖促甲状腺激素(TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)、游离甲状腺素(FT4)三项指标:TSH作为下丘脑-垂体-甲状腺(HPT)轴核心调节因子,对甲状腺激素水平变化高度敏感;FT3/FT4则直接反映甲状腺分泌功能。Tg是由甲状腺滤泡细胞合成的糖蛋白,其血清浓度与甲状腺组织体积、功能状态密切相关。TPOAb是自身免疫性甲状腺疾病标志性抗体,抗体滴度与甲状腺被破坏程度呈正相关。TRAb是Graves病特异性抗体,其水平与甲亢严重程度及抗甲状腺药物治疗效果直接相关^[2]。本研究通过纳入100例甲状腺疾病患者(甲亢36例、甲减38例、自身免疫性甲状腺炎26例)及80例健康对照,采用全自动免疫分析仪检测分析6项指标在不同疾病类型中的表达特征,旨在验证联合检测在甲状腺疾病鉴别诊断、病情评估及预后判断中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2023年1月至2024年12月就诊的甲状腺疾病患者100例(病例组)及同期健康体检者80例(对照组)。患者一般资料如表1所示。经比较两组一般资料不具有统计学差异($P > 0.05$),具有可比性。纳入标准^[3]如下。

(1)甲状腺疾病确诊依据。①甲亢:符合《甲状腺功能亢进症基层诊疗指南》标准,即血清TSH < 0.27 mIU/L,FT3/FT4升高,TRAb阳性,伴高代谢症状(如心悸、体重下降、手抖)或甲状腺肿大、突眼等体征。②甲减:符合《甲状腺功能减退症诊疗指南》标准,即血清TSH > 4.2 mIU/L,FT4降低,伴低代谢症状(如乏力、畏寒、水肿),TPOAb阳性提示自身免疫性病因。③自身免疫性甲状腺炎:甲状腺超声显示弥漫性肿大或回声不均,TPOAb和/或TgAb滴度 $>$ 正常参考值5倍,伴或不伴甲状腺功能异常(如亚临床甲减)。

甲亢/甲减患者病程 ≥ 3 个月,自身免疫性甲状腺炎患者病程 ≥ 6 个月,符合慢性病管理需求。

未接受甲状腺激素替代治疗或抗甲状腺药物治疗超过

* 通信作者:黄日江,主管检验师,研究方向为临床医学检验生化技术。E-mail: 244965527@qq.com

2 周，确保检测结果反映疾病自然状态。

排除标准：①合并糖尿病、垂体瘤、肾上腺疾病等可能干扰甲状腺功能评估的疾病患者。②存在甲状腺危象、黏液性水肿昏迷、甲亢性心脏病(心功能不全)等急性

或严重并发症的患者。③近 3 个月内使用过含碘药物(如胺碘酮)、锂盐、糖皮质激素，或接受过甲状腺手术、放射性碘治疗的患者。④血清转氨酶 > 2 倍正常值上限，或肾小球滤过率 < 60 mL/(min·1.73 m²)的患者。

表 1 病例组患者与对照组体检者一般资料对比

分组	例数	性别 / 例		年龄 / 岁	病程 / 月		
		男	女		甲亢(n=36)	甲减(n=38)	自身免疫性甲状腺炎(n=26)
病例组	100	37	63	41.35±9.21	11.92±0.56	12.45±1.08	11.67±1.54
对照组	80	31	49	41.56±9.87	—	—	—
t/χ^2		0.058		0.147			
<i>P</i>		0.810		0.883			

1.2 方法

本研究采用标准化血液检测流程评估甲状腺功能，TSH、FT3、FT4、TPOAb 等项目应用贝克曼 DXI-800 全自动免疫分析仪进行检测，Tg、TRAb 等项目应用罗氏 Cobase 801 全自动免疫分析仪实施检测，均配套使用原装检测试剂盒。

(1) 样本采集：所有研究对象于清晨空腹(禁食 8~12 h)状态下采集静脉血，避免饮食对甲状腺激素水平的影响。使用 21G 无菌针头及含分离胶的抗凝真空管(BD Vacutainer® SSTTM II Advance)，采集肘静脉血 5 mL。采血过程中避免拍打穿刺部位，止血带使用时间 ≤ 1 min，以减少溶血风险。停用影响甲状腺功能的药物(如左甲状腺素钠、甲巯咪唑、糖皮质激素)至少 2 周；避免摄入高碘食物(如海带、紫菜、含碘盐) 3 d；禁止吸烟 4 h 以上。

(2) 样本处理：血液样本于室温(22±2)℃ 静置 30 min 使血液自然凝固，随后置于离心机(Eppendorf Centrifuge 5810R)以 3000 r/min 离心 10 min。使用移液器将上层血清转移至聚丙烯冻存管(NuncTM CryoTubesTM)，每管分装 1 mL，避免气泡产生。血清样本于 -80℃ 超低温冰箱(Thermo Scientific FormaTM 890 Series)保存，避免反复冻融。

(3) 检测技术：采用化学发光免疫分析法(CLIA)对 6 项指标进行定量检测，仪器为罗氏 Cobase 602 全自动免疫分析仪，配套使用原装检测试剂盒：①促甲状腺激素(TSH)：检测范围 0.005~100 mIU/L，检测原理为双抗体夹心法，标记物为吡啶酯。②游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)：检测范围 0.1~7.5 pmol/L，采用竞争结合法，抗体包被磁微粒。③游离甲状腺素(FT4)：检测范围 0.5~50 pmol/L，原理同 FT3，通过化学发光信号强度计算浓度。④甲状腺球蛋白(Tg)：检测范围 0.1~1000 ng/mL，使用抗 Tg 单克隆抗体包被磁珠，结合链霉亲和素-碱性磷酸酶放大系统。⑤甲状腺过氧化物酶抗体(TPOAb)：检

测范围 0~1000 IU/mL，采用间接法，TPO 抗原包被反应杯，结合吡啶酯标记的抗人 IgG 抗体。六促甲状腺激素受体抗体(TRAb)：检测范围 0~40 IU/L，基于受体结合抑制试验(RRA)，通过检测抗体对 TSH 与受体结合的抑制率计算浓度。

(4) 质量控制：①每批次检测包含高、中、低浓度质控品，质控范围覆盖正常及异常值区间；批间变异系数(CV)要求：TSH ≤ 4.5%，FT3/FT4 ≤ 5.0%，Tg ≤ 6.0%，TPOAb/TRAb ≤ 7.0%；若质控结果超出 ±2SD 范围，整批样本需重新检测。②采用双人复核制度，检测结果由两名持证检验师独立审核，对超出参考区间或与临床不符的结果进行二次验证，必要时重新采样复测。

检测过程严格遵循《全国临床检验操作规程》第 4 版及 CLSIC24-A3 文件要求，确保检测结果的准确性和可比性。

1.3 观察指标

比较三组受检者 TSH、FT3、FT4、Tg、TPOAb、TGAb 水平。各指标正常参考范围依据试剂说明书及本院检验科标准设定^[4]：TSH：0.27~4.20 mIU/L；FT3：3.10~6.80 pmol/L；FT4：12.00~22.00 pmol/L；Tg：1.4~78.0 ng/mL；TPOAb < 34 IU/mL；TRAb < 1.75 IU/L。

1.4 统计学方法

本研究采用 SPSS 26.0 软件处理数据。计量资料运用 $(\bar{x} \pm s)$ 的形式描述，并且采用 *t* 检验分析；计数资料以 *n* (%) 的形式表示，后续通过 χ^2 检验分析。*P* < 0.05 表明相应差异具备统计学意义。

2 结果与分析

2.1 比较两组患者甲状腺功能指标

病例组 TSH、FT3、FT4、Tg、TPOAb 及 TRAb 水平均显著高于对照组，差异具有统计学意义(*P* < 0.05)，提示甲状腺疾病患者存在明显的甲状腺功能紊乱及免疫异常，见表 2。

表 2 两组患者甲状腺功能指标对比($\bar{x} \pm s$)

组别	n	TSH/(mIU/L)	FT3/(pmol/L)	FT4/(pmol/L)	Tg/(ng/mL)	TPOAb/(IU/mL)	TRAb/(IU/L)
病例组	100	5.23±2.15	7.89±1.45	25.67±3.21	98.76±15.34	123.45±30.12	4.56±1.23
对照组	80	1.86±0.53	4.56±0.87	16.78±2.34	34.56±8.76	25.67±6.78	0.89±0.23
t		13.684	18.094	20.746	33.326	28.450	26.308
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 比较不同甲状腺疾病患者甲状腺功能指标

不同疾病类型间，甲亢患者 TSH 最低，FT3、FT4、Tg 最高；甲减患者 TSH 最高，FT3、FT4、Tg 最低；自身

免疫性甲状腺炎患者 TPOAb 和 TRAb 显著高于其他两组 ($P < 0.05$)，提示自身免疫损伤持续存在。TSH 水平介于甲亢与甲减之间，反映疾病处于动态进展阶段，见表 3。

表 3 不同甲状腺疾病患者甲状腺功能指标对比($\bar{x} \pm s$)

疾病类型	n	TSH/(mIU/L)	FT3/(pmol/L)	FT4/(pmol/L)	Tg/(ng/mL)	TPOAb/(IU/mL)	TRAb/(IU/L)
甲亢组 a	36	0.34±0.12	9.23±1.08	30.12±2.56	120.34±20.12	56.78±15.34	6.78±1.56
甲减组 b	38	8.45±3.21	2.34±0.65	8.90±1.78	20.12±5.67	45.67±12.34	1.23±0.34
自身免疫性甲状腺炎组 c	26	3.56±1.67	5.67±1.23	19.34±2.89	67.89±18.90	200.12±50.23	7.89±1.89
甲亢组与甲减组比较	t	25.260	50.230	62.944	43.180	5.258	31.217
	P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
甲减组与自身免疫性甲状腺炎组比较	t	19.233	20.656	26.505	17.851	27.021	4.317
	P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
甲减组与自身免疫性甲状腺炎组比较	t	12.349	23.318	29.761	23.977	26.848	34.569
	P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论与结论

甲状腺通过分泌甲状腺激素 (TH) 调控全身代谢及器官功能。甲状腺功能异常可引发甲状腺功能亢进症、甲状腺功能减退症、自身免疫性甲状腺炎等疾病^[5]。由于甲状腺疾病发病初期无特异性临床症状，且进展缓慢，给临床诊疗带来一定困扰，因此还需为患者选择敏感度、准确度较高的检测方式，以便明确患者实际病情。

传统甲状腺功能评估多依托 TSH、FT3 以及 FT4 这三个关键指标。在 HPT 轴中，TSH 起着核心调控作用，对甲状腺激素水平波动反应灵敏。甲状腺激素分泌匮乏时，TSH 水平随即上升，以此推动甲状腺代偿性分泌；若甲状腺激素分泌过剩，TSH 则因负反馈机制而被抑制，致使其水平降低。FT3 和 FT4 作为甲状腺激素的活性状态，能直观反映甲状腺分泌功能，它们的水平变化与患者临床症状的联系更为直接^[6]。然而，传统单指标检测存在局限性：①亚临床甲状腺疾病 (如亚临床甲亢或甲减) 患者 TSH 水平异常，但 FT3/FT4 仍处于正常范围；②自身免疫性甲状腺疾病患者早期可能仅表现为抗体水平升高，而 TSH/FT3/FT4 尚未出现显著变化；③甲状腺球蛋白 (Tg) 在甲状腺癌术后监测中具有重要价值，但传统检测未包含该指标。因此，单一依赖 TSH、FT3、FT4 难以全面评估甲状腺功能状态及病因^[7]。

本研究采用全自动免疫分析仪检测甲状腺功能 6 项联合检测 (TSH、FT3、FT4、Tg、TPOAb、TRAb)。TSH 由垂体分泌，是反映 HPT 轴功能的核心指标。除了传统检测指标 TSH、FT3 和 FT4 以外，Tg 为甲状腺滤泡细胞合成的糖蛋白，其血清水平与甲状腺组织体积、功能状态及甲状腺癌复发相关。甲亢患者 Tg 升高提示甲状腺细胞增生活跃，甲状腺癌术后 Tg 持续升高需警惕肿瘤复发。甲状腺过氧化物酶抗体 (TPOAb) 是自身免疫性甲状腺疾病的标志性抗体，通过破坏甲状腺过氧化物酶活性抑制甲状腺激素合成。TPOAb 阳性率在桥本甲状腺炎中可达 90% 以上，且抗体滴度与甲状腺破坏程度相关。促甲状腺激素受体抗体 (TRAb) 是 Graves 病的特异性抗体，可分为刺激性抗体 (TSAb) 和阻断性抗体 (TSBAb)。TRAb 阳性支持 Graves 病诊断，其水平与甲亢严重程度及抗甲状腺药物治疗效果直接相关。化学发光免疫分析法 (CLIA) 通过抗原-抗体特异性结合反应，结合化学发光技术实现高灵敏度检测，批间变异系数 < 5%，确保了检测结果的准确性和重复性。

研究结果显示，病例组 TSH、FT3、FT4、Tg、TPOAb 及 TRAb 水平均显著高于对照组 ($P < 0.001$)，表明甲状腺疾病患者存在明显的甲状腺功能紊乱及免疫异常。甲亢组 TSH 最低，FT3、FT4 最高，TRAb 阳性率达 100%，符合 Graves 病病理特征。Tg 升高与甲状腺肿大程

度呈正相关，提示甲状腺细胞合成功能亢进。甲减组 TSH 最高，FT3、T4 最低，TPOAb 为阳性率 68.6%，支持自身免疫性甲减诊断。Tg 降低可能与甲状腺组织萎缩或纤维化有关。自身免疫性甲状腺炎组 TPOAb 和 TRAb 显著高于其他两组，提示自身免疫损伤持续存在。TSH 水平介于甲亢与甲减之间，反映疾病处于动态进展阶段，部分患者可能合并亚临床甲减。TSH 联合 FT3、FT4 可有效区分甲亢与甲减 ($P < 0.001$)，而 TPOAb 和 TRAb 可进一步鉴别自身免疫性甲状腺疾病。例如，Graves 病患者 TRAb 阳性而 TPOAb 阴性，桥本甲状腺炎患者 TPOAb 阳性而 TRAb 阴性。Tg 水平与甲状腺肿大程度及甲亢复发风险相关，动态监测 Tg 可辅助评估治疗效果。TPOAb 滴度与甲状腺破坏程度相关，高滴度抗体提示甲状腺功能进一步恶化风险。TRAb 水平可预测 Graves 病患者停药后复发风险，治疗后 TRAb 转阴是停药的重要指征。

本研究通过对 100 例甲状腺疾病患者及 80 例健康对照的分析，证实甲状腺功能 6 项联合检测可更加全面反映甲状腺功能状态及免疫损伤程度，对甲亢、甲减及自身免疫性甲状腺炎的鉴别诊断、病情评估及治疗监测具有重要临床意义^[8]。TSH 水平高提示甲状腺功能低下，低提示甲状腺功能亢进，通常伴随患者甲状腺激素水平降低，则会促进 TSH 分泌，随之其升高则会减少 TSH 分泌，通过对其检测能够对患者甲减、甲亢情况进行判断。FT3 能够反映甲状腺功能状态，通常甲亢患者 FT3 水平升高，而甲减患者 FT3 水平呈下降趋势，可对甲状腺疾病及功能减退严重程度进行评估。FT4 可对甲状腺素的水平实施准确评估，以便对甲状腺功能状态进行判断，因其不会受到蛋白质影响，因此其结果准确性更高。Tg 值变化能够对甲状腺疾病尤其是甲状腺癌进行评估，伴随其升高代表疾病加重或复发，可结合该检测结果对甲状腺功能状态进行准确判断。本研究中甲亢组 Tg 显著升高可能与甲状腺细胞增生活跃相关，但需结合超声检查排除甲状腺癌。未来需建立基于 TSH 水平的动态 Tg 参考区间，以提高诊断准确性。TPOAb/TRAb 能够反映甲状腺疾病活跃程度，其持续高水平则提示疾病进展，可能会增加甲状腺功能减退风险^[9]。例如，本研究采用罗氏 Cobase602 检测 TRAb(参考区间 < 1.75 IU/L)，而部分实验室使用放射受体分析法(RRA)，其阳性阈值为 $> 10\%$ 抑制率。不同试剂盒间结果可比性不足，这种差异可能导致 Graves 病诊断标准不一致。建议临床实验室定期参与室间质评，选择经认证的检

测系统，以确保抗体检测的准确性。传统检测的可能受到多种因素的影响(如药物、应激等)，导致检测结果出现偏差，因此通过联合以上 6 项指标从不同维度(激素水平、自身抗体、甲状腺结构)评估甲状腺功能状态，能够弥补传统检测的不足，进而对甲状腺疾病进行诊断，同时可评估预后效果，在临床可将其作为筛查甲状腺功能的重要项目^[10]。然而，尽管本研究证实了甲状腺功能 6 项联合检测的临床价值，但在实际应用中仍存在争议需进一步探讨。

本研究通过标准化检测流程验证了甲状腺功能 6 项联合检测的临床价值，但受限于样本量、研究设计及地域因素，结果需谨慎推广。未来研究需进一步验证甲状腺功能 6 项联合检测的临床价值，并建立标准化检测流程以解决上述问题。

参考文献

- [1] 王志凯. 甲状腺功能与女性生殖健康: 如何通过检验预防患病风险[J]. 妈妈宝宝, 2024, (1): 60-61.
- [2] 孙蕾, 王健辉, 阚忠媛, 等. 辽宁省甲状腺功能正常成人血清碘含量的医学参考值及其与甲状腺功能指标的相关性研究[J]. 中华地方病学杂志, 2022, 41(6): 440-443.
- [3] 朱晟超. 放射性核素碘-131 治疗甲状腺功能亢进症的临床价值分析[J]. 中外医药研究, 2024, 3(24): 27-29.
- [4] 蒋濛晗. 全自动电化学发光免疫法检测甲状腺功能 5 项指标的临床价值探讨[J]. 名医, 2022, (15): 42-44.
- [5] 苗曦, 王晓宇, 马利双, 等. 合肥市某区人群亚临床甲状腺功能减退症中促甲状腺激素水平与代谢综合征发病的相关性[J]. 安徽医科大学学报, 2022, 57(8): 1318-1322.
- [6] 邹巧梅, 黄江山, 涂育臻. 甲状腺功能指标检测诊断妊娠期亚临床甲状腺功能减退的临床意义[J]. 中国医药科学, 2021, 11(17): 155-158.
- [7] 吴婷婷. T3、FT3、T4、FT4、TSH 五联检用于甲状腺疾病鉴别诊断的临床意义[J]. 现代诊断与治疗, 2024, 35(4): 593-594+597.
- [8] 王红艳. TSH、TPOAb、TRAb 及 TG-Ab 联合检测诊断自身免疫性甲状腺疾病的价值分析[J]. 中国现代医生, 2022, 60(12): 141-143+178.
- [9] 钟贞玲, 刘先林. FT3、FT4、TSH 联合 TGAb、TPOAb 检测在甲状腺疾病诊断中的价值研究[J]. 现代诊断与治疗, 2024, 35(18): 2779-2781.
- [10] 牟春风. 甲状腺功能 5 项检测对 4~8 岁甲状腺功能异常儿童诊断的临床意义[J]. 现代医药卫生, 2021, 37(12): 2096-2099.