

2 型糖尿病患者 C 肽水平与胰岛素抵抗关系分析

吴明睿 朱广燕 陈国梁 沈秀琴 陈淑珍 (通讯作者)

西宁市中医院 青海 西宁 810000

【摘要】：目的：研究 2 型糖尿病患者 C 肽水平和胰岛素抵抗的关系，分析 C 肽对胰岛素抵抗的评价作用，为临床病情评定及治疗方案制订提供参照。方法：连续收集 2025 年 2 月至 2026 年 5 月西宁市中医院收治 2 型糖尿病患者 120 例为观察组，同期本院 40 例门诊及健康体检人员为对照组。检测两组研究对象空腹 C 肽、餐后 2hC 肽、空腹血糖、空腹胰岛素水平，计算胰岛素抵抗指数、胰岛 β 细胞功能指数，比较两组各项指标的差别，分析观察组 C 肽水平与胰岛素抵抗指数的相关性。结果：观察组空腹 C 肽、餐后 2hC 肽、空腹血糖、空腹胰岛素、胰岛素抵抗指数水平均高于对照组，胰岛 β 细胞功能指数低于对照组，组间差异有统计学意义。相关性分析结果表明，2 型糖尿病患者空腹 C 肽、餐后 2hC 肽水平同胰岛素抵抗指数都呈正相关。不同的胰岛素抵抗程度患者 C 肽的水平不一样，胰岛素抵抗越严重，C 肽的表达水平就越高。结论：部分 2 型糖尿病患者 C 肽水平和胰岛素抵抗有密切关系，患者的 C 肽水平与胰岛素抵抗呈一定正相关趋势。临床可以检测 C 肽水平来评价患者的胰岛素抵抗情况，给 2 型糖尿病病情观察和个体化治疗赋予可靠的实验室依据。

【关键词】：2 型糖尿病；C 肽水平；胰岛素抵抗；胰岛功能；相关性分析

DOI:10.12417/2705-098X.26.19.007

前言

2 型糖尿病属于临床高发的慢性代谢性疾病，由于饮食结构改变、作息不规律、人口老龄化等缘故，其发病率持续上升并趋向年轻化，给居民的身体健康和生活质量造成了极大的危害。胰岛素抵抗是 2 型糖尿病发生发展的主要病理基础，贯穿于疾病的全过程，是造成血糖控制不好、病情加重和并发症产生的主要原因。机体出现胰岛素抵抗的时候，外周组织的胰岛素敏感性下降，胰岛 β 细胞为了维持血糖稳定而过度分泌胰岛素，时间一长，就会对胰岛细胞造成损害，引发胰岛功能衰退，促使糖尿病病情不断恶化。C 肽为胰岛 β 细胞分泌胰岛素的裂解产物，和胰岛素等量分泌，代谢稳定、检测干扰小，可以准确反映胰岛 β 细胞分泌功能，是评价胰岛功能的主要生化指标。已有研究证明了 C 肽和胰岛素抵抗之间存在着联系，但是二者之间的量化关系以及分层评价的价值还需要进一步的验证。本文以 120 例 2 型糖尿病患者为研究对象，配对健康对照组，系统分析 2 型糖尿病患者 C 肽水平和胰岛素抵抗的相关性以及不同抵抗程度下 C 肽的表达特点，给临床病情评价和个体化治疗赋予循证支撑。

1 资料与方法

1.1 研究对象

连续收集选择 2025 年 2 月至 2026 年 5 月西宁市中医院收治的 120 例 2 型糖尿病患者为观察组，同期选取本院 40 例门诊及健康体检人员为对照组。观察组入选标准为：符合 2 型糖尿病的临床诊断标准；年龄在 35-80 岁之间；有完整的临床资料，可以配合进行各种检测；排除标准为 1 型糖尿病及其他特殊类型的糖尿病、合并严重肝肾功能损害、心脑血管重大疾病、合并感染、恶性肿瘤、自身免疫性疾病、近期使用影响胰岛素分泌和血糖代谢的药物、妊娠期、哺乳期女性、有认知障碍或

者沟通障碍不能配合研究。

对照组为同期本院体检健康人群，无糖尿病和糖脂代谢异常病史，肝肾功能、血常规、心电图等常规检查均正常，无慢性代谢性疾病，年龄、性别分布与观察组匹配，排除近期服用特殊药物、合并急性疾病者。

1.2 方法

1.2.1 对照组

所有对照组的研究对象均做常规的生化指标检测，检测前禁食禁水 12h 以上，次日清晨采空腹静脉血 5mL，分离血清后检测空腹 C 肽、空腹胰岛素、空腹血糖。统一行 75g 口服葡萄糖耐量试验，服下葡萄糖 2h 取静脉血，测餐后 2hC 肽水平。所有的检测工作都由本院检验科的专业人员按照试剂盒说明书和实验室标准程序来执行。

1.2.2 观察组

观察组所有患者入院次日均做标准的质控工作，禁食禁水 12 小时以上，清淡低脂饮食，停用各种降糖药、胰岛素、影响糖代谢和胰岛功能的药物，干预时间不少于 72 小时，排除饮食、药物对检测结果的影响。清晨静息状态下采集肘静脉血 5mL，常温下静置 30min，3000r/min 离心 10min，去除血细胞，避免溶血、脂血等标本质量问题。空腹指标采集完毕后，所有患者进行 75g 口服葡萄糖耐量试验，5min 内匀速服下 300mL 葡萄糖溶液，试验期间禁食、大量饮水、剧烈运动。

本组所有的血液标本空腹 C 肽、餐后 2hC 肽、空腹胰岛素、空腹血糖等指标的检测，均由本院检验科同一组专业的操作人员进行，使用配套的原装试剂盒及全自动生化和化学发光分析仪，严格按照实验室标准化的操作程序进行，每天做室内质控试验，保证检测结果准确可靠。检测完所有的指标之后，用稳

态模型公式计算出患者的胰岛素抵抗指数和胰岛β细胞功能指数。根据临床常用的胰岛素抵抗分级标准，结合胰岛素抵抗指数数值将患者分为轻度抵抗、中度抵抗、重度抵抗三个层次，统计各个分层的病例数量，系统比较不同胰岛素抵抗分级患者的空腹和餐后2hC肽表达水平的差别，为之后的相关性分析提供准确的数据支持。

1.3 观察指标

核心观察指标有空腹C肽、餐后2hC肽、空腹血糖、空腹胰岛素、胰岛素抵抗指数、胰岛β细胞功能指数。胰岛素抵抗指数用稳态模型计算，公式为空腹血糖乘以空腹胰岛素除以22.5。胰岛β细胞功能指数的计算公式是20乘以空腹胰岛素除以空腹血糖减去3.5。比较两组各项生化指标和功能指标的差异，分析观察组C肽水平与胰岛素抵抗指数的相关性，统计不同胰岛素抵抗程度患者C肽表达水平。

1.4 统计学方法

本研究的所有数据均使用SPSS26.0统计学软件进行分析，计量资料用均数±标准差表示，组间比较用t检验，多组间比较用单因素方差分析。计数资料用例数和百分比来表示，用卡方检验。相关性分析用Pearson相关性分析，P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料对比

两组研究对象的性别、年龄、体质量指数等一般基础资料比较，差异无统计学意义，基线数据均衡可比，具体数据见表1。

表1 两组一般资料对比

组别	对照组	观察组	统计值	P值
例数	40	120	-	-
男/女(例)	22/18	65/55	0.152	0.697
年龄(岁)	55.96±8.12	57.18±7.96	0.816	0.415
体质量指数(kg/m ²)	23.08±2.02	23.82±2.13	1.205	0.229

2.2 两组C肽及糖代谢相关指标对比

观察组空腹C肽、餐后2hC肽、空腹血糖、空腹胰岛素、胰岛素抵抗指数水平均明显高于对照组，胰岛β细胞功能指数低于对照组，所有指标组间差异均有统计学意义，具体数据见表2。

表2 两组C肽及糖代谢相关指标对比 (x±s)

指标	对照组 (n=40)	观察组 (n=120)	t值	P值
----	---------------	----------------	----	----

空腹C肽(ng/mL)	1.23±0.32	2.85±0.62	21.362	<0.001
餐后2hC肽(ng/mL)	3.48±0.82	6.93±1.25	20.158	<0.001
空腹血糖(mmol/L)	5.09±0.42	8.96±1.32	25.691	<0.001
空腹胰岛素(mU/L)	7.72±2.05	15.62±3.58	18.965	<0.001
胰岛素抵抗指数	1.72±0.48	6.25±1.86	24.328	<0.001
胰岛β细胞功能指数	86.12±11.96	52.18±10.35	20.653	<0.001

2.3 不同胰岛素抵抗程度患者C肽水平对比

根据胰岛素抵抗指数将观察组患者分为轻度42例、中度48例、重度30例。三组患者空腹C肽、餐后2hC肽水平比较差异有统计学意义，随着胰岛素抵抗程度加重，患者C肽水平逐渐升高，具体数据见表3。

表3 不同胰岛素抵抗程度患者C肽水平比较 (x±s)

抵抗程度	轻度抵抗	中度抵抗	重度抵抗	F值	P值
例数	42	48	30	-	-
空腹C肽 (ng/mL)	2.12±0.45	2.96±0.52	3.85±0.68	86.325	<0.001
餐后2hC肽 (ng/mL)	5.26±0.98	6.89±1.12	8.52±1.36	72.158	<0.001

2.4 C肽水平与胰岛素抵抗的相关性分析

为了更加准确地研究2型糖尿病患者空腹C肽、餐后2hC肽和胰岛素抵抗指数三者之间的内在联系，排除单一指标分析的不足，本研究用Pearson三角相关矩阵来完成多指标的相关性分析，直观地表现出各个指标之间相关方向以及相关强度。分析结果表明各个核心指标之间存在一定的相关性层次，整体上具有很强的相关性，具体的三角矩阵数据见表4。

表4 各指标相关性三角矩阵分析表 (r值)

指标	空腹C肽	餐后2hC肽	胰岛素抵抗指数
空腹C肽	1.000	0.792	0.682
餐后2hC肽	-	1.000	0.715
胰岛素抵抗指数	-	-	1.000

所有相关系数的P值都小于0.001，差异有统计学意义。从三角矩阵可以看出空腹C肽和餐后2hC肽二者之间存在高度正相关关系，即胰岛基础分泌功能和负荷后分泌功能是一致的。同时两项C肽指标都和胰岛素抵抗指数有中度到高度正相关，餐后2hC肽和胰岛素抵抗的相关性更强，说明在空腹状态下，餐后C肽水平更能灵敏地反映机体胰岛素抵抗的真实情况。

况，可以作为评价胰岛素抵抗的主要敏感指标。

3 讨论

胰岛素抵抗是2型糖尿病发病的主要原因，机体外周肌肉、脂肪、肝脏组织对胰岛素的敏感性降低，胰岛素不能起到正常的降糖作用，造成血糖蓄积升高。为了保持血糖的动态稳定，胰岛β细胞就会开始运作代偿手段，也就是增大胰岛素的合成量和释放速度，从而引发高胰岛素血症。C肽和胰岛素都是等量分泌的产物，而且C肽的体内代谢半衰期比胰岛素长得多，稳定性也高很多，不会受到外源性胰岛素的干扰，可以真实地反映胰岛β细胞的内分泌情况。从结果可以看出，2型糖尿病患者空腹和餐后C肽水平均明显高于健康人，而且伴有胰岛素抵抗指数的升高，说明在胰岛素抵抗的状态下，胰岛β细胞有明显的代偿性分泌亢进，这也与国内的相关临床研究结果一致。疾病初期，胰岛β细胞依靠高分泌状态来补偿胰岛素抵抗造成的不足，从而保持血糖处于基本稳定的状态，随着抵抗程度的加深，胰岛细胞长期处于超负荷的工作状态，就会出现功能的衰退，最后导致代偿失败，血糖无法得到有效地控制。从代谢机制上讲，脂肪组织堆积、脂质代谢紊乱是引起胰岛素抵抗的诱因之一，高原地区居民饮食高脂高盐、运动较少的生活方式，会使外周组织胰岛素受体敏感性降低，使胰岛β细胞一直处在应激分泌的状态中，从而导致C肽合成和释放量持续增加。健康人群外周胰岛素受体功能正常，胰岛素可以正常介导葡萄糖的摄取和利用，胰岛不需要代偿性分泌激素，所以C肽维持在稳定的低表达水平。而2型糖尿病患者随着抵抗状态的不断恶化，糖毒性、脂毒性会一直侵蚀胰岛细胞，形成“胰岛素抵抗-胰岛代偿-C肽升高”的恶性循环，这是糖尿病病情逐渐加重的主要病理原因，精准认识这个机制，是临床依靠C肽指标评判病情、阻止病情发展的关键前提。

通过对不同胰岛素抵抗程度的2型糖尿病患者的分层分析可知，空腹和餐后2h的C肽水平与胰岛素抵抗程度成正比，抵抗程度越重，空腹、餐后2hC肽水平越高，相关性分析也证明了两两者之间有显著的正相关关系。轻度胰岛素抵抗的病人胰

岛功能代偿能力较好，C肽出现轻度升高，随着外周组织胰岛素敏感性不断降低，机体对内源性胰岛素的需求越来越大，C肽水平随之不断升高。重度胰岛素抵抗病人C肽水平明显增高，表示这时胰岛β细胞已经处在高强度代偿的状态，接近于功能衰竭的临界点。相比胰岛素指标来说，C肽检测稳定性更好，可以排除外源性胰岛素、肝脏代谢等干扰因素的影响，更能准确地反映机体真实的胰岛素抵抗情况，是临床评价胰岛素抵抗严重程度的可靠生化指标。临床根据C肽水平可以初步判断患者的抵抗程度，区分疾病的分期，给诊疗方案的制定提供依据。结合本次三角矩阵相关性结果可知，餐后2hC肽和胰岛素抵抗指数的相关系数大于空腹C肽，说明餐后C肽的评价价值更高，原因是餐后机体葡萄糖负荷突然增加，可以最大程度地刺激胰岛β细胞分泌，能直接反映胰岛代偿潜力和抵抗缺陷，避免了空腹时胰岛分泌功能差、指标差异不大的问题。在临床操作当中，有些病人接受外源性胰岛素治疗之后，血清胰岛素检测结果会出现假性升高，不能真实地体现自身胰岛功能，而C肽不会受到外源性药物的影响，可以客观地评价患者的自身胰岛素分泌能力和抵抗水平。对初诊无用药史的2型糖尿病患者，经检测空腹、餐后C肽水平，可以迅速判定胰岛素抵抗轻中重程度，区别出是由于胰岛素抵抗为主的发病机制，还是由于胰岛功能衰退为主的发病机制，从而给临床选药提供准确的依据，提高个体化的治疗精准度。

4 结论

部分2型糖尿病患者中，尤其是存在明显胰岛素抵抗且胰岛β细胞代偿功能尚可者，可出现C肽水平升高。此类患者空腹C肽及餐后2hC肽水平与胰岛素抵抗指数常呈一定正相关趋势；在β细胞代偿能力尚存的阶段，胰岛素抵抗程度越重，C肽表达水平可能越高。因此，C肽水平可在一定程度上反映2型糖尿病患者的胰岛素抵抗状态和胰岛β细胞代偿功能，检测空腹及餐后2hC肽有助于临床综合评估患者病情严重程度，判断胰岛功能状况、制订个体化降糖方案提供客观可靠的实验室支撑，具有较高的临床推广价值。

参考文献:

- [1] 侯禹,王岳鹏,赵健,等.基线血脂水平对2型糖尿病患者脐带间充质干细胞治疗后空腹C肽改善情况的预测价值[J].中国医药导报,2026,23(15):15-21.
- [2] 冯颖颖.胰岛素强化治疗后初发老年2型糖尿病患者胰高血糖素、C肽水平与胰岛素抗体的协同变化及对血糖缓解率的影响研究[J].航空航天医学杂志,2026,37(3):293-296.
- [3] 杨诗威.血清C肽和尿微量白蛋白在2型糖尿病合并泌尿系统感染患者中的表达水平及临床意义[J].实验室检测,2026,4(1):175-177.
- [4] 陆敬威,仲远.2型糖尿病患者血清C肽、胰岛素、HbA1c水平变化及预后的影响因素[J].糖尿病新世界,2025,28(20):50-53.
- [5] 魏小林.高血压合并2型糖尿病患者中血清胰岛素、胰高血糖素及空腹C肽水平与动脉粥样硬化的关系[J].心血管病防治知识,2025,15(9):40-43.