·诊治分析·

乳清蛋白联合“4+3 轻断食”对超重/肥胖人群的减重及代谢改善效果观察

周玲美，陈晓燕，丁珍，邬润锦兴，房玲玲，金科美

【关键词】 乳清蛋白；轻断食；体重管理；代谢
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.02.013
【中图分类号】 R589.2 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2026)02-0164-05

数据表明，科学合理的医学营养治疗（medical nutritional therapy，MNT）是目前减重最安全有效的基础治疗[1]。“4+3 轻断食”是《中国超重肥胖医学营养治疗指南》[2]中的一种间歇性能量限制饮食，相较于传统的“5+2 轻断食”模式其研究报道相对少。乳清蛋白（whey protein，WP）是乳清中的一种可溶性物质，在牛奶所含蛋白质中约占 20%，其生物活性受到越来越多的关注。研究表明，WP 在控制肥胖、代谢综合征及改善糖脂代谢等方面起着重要作用[3-4]，本研究旨在探讨 WP 联合“4+3 轻断食”对超重/肥胖人群的减重及代谢改善效果，现报道如下。

1　对象与方法

1.1　研究对象　收集 2024 年 7 月至 2025 年 4 月宁波市医疗中心李惠利医院收治的超重/肥胖患者 80 例，纳入标准：（1）年龄 18 ～ 50 岁；（2）体质量指数（BMI）＞ 24 kg/m^2；（3）近半年未使用其他非饮食干预减肥方式，如手术或药物减肥；（4）依从性高，自愿配合完成减重过程中相关指标的收集；（5）会使用智能手机，能够熟练发送和接收信息和图片。排除标准：（1）病理性肥胖患者，由于内分泌、下丘脑、遗传和药物等因素导致的继发性肥胖；（2）妊娠及哺乳期妇女；（3）乳糖不耐受者或正在服用其他蛋白补充剂者；（4）言语或认知障碍者。本研究获得宁波市医疗中心李惠利医院医学伦理委员会批准（批件号：李惠利医院伦审 2023 研第 306 号），所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.2　研究方法　本研究为随机单盲试验。将研究对象采用随机数字表法分为 WP 干预组（干预组）和试验对照组（对照组），对照组采用“4+3 轻断食”减重干预，干预组在对照组基础上予 WP。

两组干预前进行基线人体成分检测，并收集血清学检测指标。“4+3 轻断食”减重膳食模式：每周任选不连续 3 d 进行轻断食，女性轻断食日能量为 600 kcal，男性轻断食日能量为 800 kcal，剩余 4 d 正常饮食。干预组每天补充 20 g 乳清蛋白粉（蛋白质含量 80%，丹麦阿拉食品公司）：10 g 乳清蛋白粉溶解于约 200 ml 温水，餐前服用，早晚各 1 次。

建立营养减重微信社群，要求减重对象每日三餐群内拍照打卡，专职营养师及时个性化饮食指导及监督。

1.3　观察指标　（1）身体形态指标：身高、体质量、BMI、体脂率、体脂肪、肌肉量、去脂体质量、内脏脂肪面积、体水分，细胞外水分比率（extracellular water/total body water，ECW/TBW）、基础代谢率和相位角。采用生物电阻抗技术测定人体成分，检测设备为韩国 Biospace 公司的人体成分分析仪（InBody 770 body component analyzer，InBody 770）。（2）血清生化指标：空腹血糖（FBG）、空腹胰岛素水平（FINS）、糖化血红蛋白（HbA1c）、三酰甘油（TG）、血清总胆固醇（TC）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）、肝功能相关指标[丙氨酸氨基转移酶（ALT）、碱性磷酸酶（ALP）、γ-谷氨酰转肽酶（GGT）、天门冬氨酸氨基转移酶（AST）]和尿酸水平。减重前和减重 8 周后采集受试者空腹状态下的外周静脉血，本院检验中心完成检测。（3）计算相关指标：胰岛素抵抗指数（HOMA-IR）=胰岛素（μU/ml）×葡萄

基金项目：浙江省医药卫生科技计划项目（2024KY285）
作者单位：315040 宁波，宁波市医疗中心李惠利医院
通信作者：金科美，Email：1179617770@qq.com

糖（mmol/L）/22.5。

1.4　统计方法　数据采用 SPSS 26.0 软件分析。计量资料采用均数±标准差表示，采用 t 检验；计数资料采用 χ^2 检验。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组基线资料比较　干预组中途退出 3 例，对照组中途退出 5 例，最终 72 例患者完成研究（干预组 37 例，对照组 35 例）。两组干预前年龄、BMI、人体成分检测指标及血清学检测指标等差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 1。

2.2　两组干预前后身体形态指标比较　两组干预前后体质量、BMI、体脂肪、体脂率、内脏脂肪面积、相位角及肌肉量差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），且干预组体脂肪和体脂率下降效果更明显，肌肉量、去脂体质量和基础代谢率的下降慢于对照组（均 $P < 0.05$），见表 2。

表 1　两组基线资料比较

指标	干预组（n=37）	对照组（n=35）	t（χ^2）值	P 值
性别（男/女，例）	18/19	13/22	（0.97）	＞0.05
年龄（岁）	33.9±7.5	37.5±9.5	1.78	＞0.05
BMI（kg/m²）	30.93±9.53	29.34±4.38	0.90	＞0.05
体脂率（%）	34.66±6.60	36.89±6.05	1.49	＞0.05
体脂肪（kg）	29.08±7.86	29.57±8.12	0.26	＞0.05
肌肉量（kg）	50.61±10.40	46.65±11.49	1.53	＞0.05
去脂体质量（kg）	53.65±10.98	50.41±11.44	1.22	＞0.05
内脏脂肪面积（cm²）	129.25±3.05	137.29±37.39	0.89	＞0.05
体水分（L）	39.31±8.04	36.99±8.35	1.20	＞0.05
ECW/TBW	0.37±0.01	0.38±0.01	0.94	＞0.05
基础代谢率（kcal）	1 526.59±239.73	1 489.43±265.24	0.62	＞0.05
相位角（°）	9.14±1.63	8.07±1.98	1.52	＞0.05
FBG（mmol/L）	5.61±0.86	5.53±0.69	0.44	＞0.05
FINS（pmol/L）	110.88±75.79	150.24±97.46	1.91	＞0.05
HbA1c（%）	5.51±0.75	5.77±0.62	1.61	＞0.05
HOMA-IR	4.67±3.44	6.34±4.75	1.70	＞0.05
TG（mmol/L）	2.05±1.29	1.69±0.94	1.33	＞0.05
TC（mmol/L）	5.16±0.85	5.12±0.84	0.22	＞0.05
HDL-C（mmol/L）	1.25±0.27	1.46±0.36	0.82	＞0.05
LDL-C（mmol/L）	3.20±0.68	3.07±0.69	0.77	＞0.05
ALT（U/L）	42.22±29.86	29.09±17.31	1.26	＞0.05
AST（U/L）	25.51±9.62	23.55±8.63	0.91	＞0.05
ALP（U/L）	68.46±15.70	72.57±23.73	0.87	＞0.05
GGT（U/L）	40.63±44.57	29.49±27.40	1.26	＞0.05
尿酸（μmol/L）	395.57±88.25	403.37±82.50	0.39	＞0.05

注：BMI 为体质量指数，ECW/TBW 为细胞外水分比率，FBG 为空腹血糖，FINS 为空腹胰岛素水平，HbA1c 为糖化血红蛋白，TG 为三酰甘油，TC 为血清总胆固醇，HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇，LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇，ALT 为丙氨酸氨基转移酶，ALP 为碱性磷酸酶，GGT 为γ-谷氨酰转肽酶，AST 为天门冬氨酸氨基转移酶，HOMA-IR 为胰岛素抵抗指数

2.3　两组干预前后糖代谢指标的比较　两组干预前后 HOMA-IR、FINS 及 FBG 差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），两组干预后差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 3。

2.4　两组干预前后血生化指标的比较　干预组较对照组在降低 TG，改善 HDL-C 水平上更具有优势（$P < 0.05$），见表 4。

3　讨论

“4+3 轻断食”减重膳食模式作为一种间歇性能量限制饮食，是国内多个指南和专家共识明确推荐的医学减重膳食模式[5-7]。近年来，关于间歇性禁食的研究多集中在限时禁食和“5+2 轻断食”，关于“4+3 轻断食”的临床研究和报道较少。国外一项研究报道显示[8]，采用“4+3 轻断食”干预 14 名肥胖成人 12 周，可以有效降低体质量、体脂肪、体脂百分比及去脂体质量，同样，也会相应的降低减重者的基础代谢率，这与本研究结果一致，但该研究中未观察血清相关检测指标。另一项研究进一步观察了“4+3 轻断食”对血脂和胰岛素敏感指数的改善效果[9]，对 13 名肥胖患者干预 8 周后，其 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 显著降低，与本研究结果一致。

《国民营养计划（2017—2030 年）》提出，加强“中国特色双蛋白工程”重大项目实施力度，而 WP 作为优质动物蛋白，宜加大力度创新基础研究，探索产品的转化推广。有研究表明，WP 在改善糖脂代谢和控制体质量方面均具有积极作用[10-11]，WP 干预能有效减轻超重/肥胖健康成人[12]以及老年肥胖女性[13]的体质量、体脂和内脏脂肪面积等，还可以提高瘦素敏感性[14]，通过刺激胆囊收缩素和胰高血糖素样肽-1（glucagon-like peptide-1，GLP-1）增强饱腹感[15]，辅助控制能量摄入。

本研究结果显示，与对照组相比，干预组能显著降低体脂肪、体脂率，维持肌肉量和去脂体质量，这与文献报道结果一致[13]。国外一项 Meta 分析显示[16]，比较大豆蛋白和 WP 对人体成分的影响中，发现接受 12 周或更短时间 WP 补充的个体其体质量减少显著增加，而补充 WP 与体质量、脂肪量和体脂率之间

表 2　两组干预前后身体形态指标比较

组别	例数	时间	体质量(kg)	BMI(kg/m²)	体脂率(%)	体脂肪(kg)	肌肉量(kg)	去脂体质量(kg)
对照组	35	干预前	79.98±16.41	29.34±4.38	36.89±6.05	29.57±8.12	46.65±11.49	50.41±11.44
		干预后	74.75±15.32	27.42±4.10	34.62±6.41	25.83±7.26	45.09±11.81	49.17±11.64
t 值			11.59	12.39	4.99	7.28	5.64	4.21
P 值			＜0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05
组别	例数	时间	内脏脂肪面积(cm²)	体水分(L)	ECW/TBW	基础代谢率(kcal)	相位角(°)	
对照组	35	干预前	137.29±37.39	36.99±8.35	0.38±0.01	1 489.43±265.24	8.07±1.98	
		干预后	112.28±31.81	36.46±8.28	0.37±0.01	1 435.37±279.56	7.74±1.63	
t 值			8.65	2.67	0.87	4.12	2.14	
P 值			＜0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05	
组别	例数	时间	体质量(kg)	BMI(kg/m²)	体脂率(%)	体脂肪(kg)	肌肉量(kg)	去脂体质量(kg)
干预组	37	干预前	82.68±15.29	30.93±9.53	34.66±6.60	29.08±7.86	50.61±10.40	53.65±10.98
		干预后	76.84±14.48	27.59±4.25	30.56±7.01	23.54±7.14	49.96±10.43	53.30±11.26
t 值			11.61	2.26	9.70	8.02	3.64	1.04
P 值			＜0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＞0.05
组别	例数	时间	内脏脂肪面积(cm²)	体水分(L)	ECW/TBW	基础代谢率(kcal)	相位角(°)	
干预组	37	干预前	129.25±3.05	39.31±8.04	0.37±0.01	1 526.59±239.73	9.14±1.63	
		干预后	103.99±34.65	38.76±7.97	0.38±0.01	1 510.68±242.30	8.39±1.86	
t 值			10.51	4.16	1.27	2.03	2.76	
P 值			＜0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05	
组别	例数		体质量(kg)	BMI(kg/m²)	体脂率(%)	体脂肪(kg)	肌肉量(kg)	去脂体质量(kg)
对照组差值	35		5.23±2.67	1.91±0.91	2.27±2.69	3.74±3.04	1.56±1.63	1.24±1.74
干预组差值	37		5.84±3.06	3.34±8.97	4.10±2.57	5.54±4.20	0.56±0.96	0.34±2.01
t 值			0.91	0.93	2.95	2.07	3.18	2.01
P 值			＞0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05
组别	例数		内脏脂肪面积(cm²)	体水分(L)	ECW/TBW	基础代谢率(kcal)	相位角(°)	
对照组差值	35		25.01±17.10	0.53±1.18	−0.00±0.01	54.06±77.45	0.33±0.90	
干预组差值	37		25.25±14.61	0.55±0.81	−0.00±0.00	15.92±47.67	0.75±1.65	
t 值			0.06	0.08	1.24	2.53	1.34	
P 值			＞0.05	＞0.05	＞0.05	＜0.05	＞0.05	

注：BMI 为体质量指数，ECW/TBW 为细胞外水分比率，差值为干预前后差

表 3　两组干预前后糖代谢指标比较

组别	例数	时间	FBG(mmol/L)	FINS(pmol/L)	HbA1c(%)	HOMA-IR
对照组	35	干预前	5.53±0.69	150.24±97.46	5.77±0.62	6.34±4.75
		干预后	5.24±0.49	125.56±73.34	5.70±0.52	4.94±3.23
t 值			3.49	2.06	1.62	2.39
P 值			＜0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05
组别	例数	时间	FBG(mmol/L)	FINS(pmol/L)	HbA1c(%)	HOMA-IR
干预组	37	干预前	5.61±0.86	110.88±75.79	5.51±0.75	4.67±3.44
		干预后	5.28±0.61	97.04±58.13	5.37±0.77	3.73±2.13
t 值			2.64	2.16	1.82	2.71
P 值			＜0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05
组别	例数		FBG(mmol/L)	FINS(pmol/L)	HbA1c(%)	HOMA-IR
对照组差值	35		0.29±0.50	24.68±70.56	0.07±0.24	1.40±3.46
干预组差值	37		0.34±0.78	13.84±38.92	0.14±0.46	0.95±2.13
t 值			0.29	0.81	0.83	0.66
P 值			＞0.05	＞0.05	＞0.05	＞0.05

注：FBG 为空腹血糖，FINS 为空腹胰岛素水平，HbA1c 为糖化血红蛋白，HOMA-IR 为胰岛素抵抗指数，差值为干预前后差

没有显著变化，这可能与纳入的 10 项研究中，其研究对象的初始体质量、年龄、干预周期及运动差异等有关。

本研究进一步观察了 WP 对减重过程中糖脂代谢相关指标的作用。在 8 周的“4+3 轻断食”减重过程中，干预组和对照组的糖代谢相关指标均明显下降，然而干预组并未显现明显优势。Frid 等[17]研究提示，WP 的补充有助于改善 2 型糖尿病患者血糖水平，包括 FBG 和餐后血糖。本研究干预对象主要是

表 4　两组干预前后血生化指标的比较

组别	例数	时间	TG（mmol/L）	TC（mmol/L）	HDL-C（mmol/L）	LDL-C（U/L）	ALT（U/L）	AST（U/L）	ALP（U/L）	GGT（μmol/L）	尿酸（μmol/L）
对照组	35	干预前	1.69±0.94	5.12±0.84	1.46±0.36	3.07±0.69	29.09±17.31	23.55±8.63	72.57±23.73	29.49±27.40	403.37±82.50
		干预后	1.47±0.89	4.55±0.98	1.34±0.32	2.68±0.69	24.14±14.72	21.57±9.21	69.54±22.81	28.03±27.67	356.66±62.66
t 值			1.82	3.00	1.84	2.80	2.27	2.14	1.72	1.54	6.36
P 值			＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＞0.05	＞0.05	＜0.05
组别	例数	时间	TG（mmol/L）	TC（mmol/L）	HDL-C（mmol/L）	LDL-C（U/L）	ALT（U/L）	AST（U/L）	ALP（U/L）	GGT（μmol/L）	尿酸（μmol/L）
干预组	37	干预前	2.05±1.29	5.16±0.85	1.25±0.27	3.20±0.68	42.22±29.86	25.51±9.62	68.46±15.70	40.63±44.57	395.57±88.25
		干预后	1.48±0.70	4.71±0.75	1.31±0.24	2.86±0.60	34.89±21.73	23.16±7.93	65.38±15.25	30.14±27.07	354.65±76.05
t 值			4.89	4.48	1.51	3.92	2.34	2.24	1.82	2.01	4.79
P 值			＜0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＞0.05	＞0.05	＜0.05
组别	例数	时间	TG（mmol/L）	TC（mmol/L）	HDL-C（mmol/L）	LDL-C（U/L）	ALT（U/L）	AST（U/L）	ALP（U/L）	GGT（μmol/L）	尿酸（μmol/L）
对照组差值	35		0.23±0.73	0.57±1.13	0.12±0.39	0.39±0.82	4.94±12.85	1.97±5.44	3.03±10.41	1.46±5.56	46.71±43
干预组差值	37		0.57±0.7 1	0.46±0.62	−0.05±0.21	0.34±0.53	7.32±18.99	2.35±6.36	3.08±10.27	10.49±31.59	40.92±51.96
t 值			2.03	0.54	2.37	0.29	0.62	0.26	0.02	1.66	0.51
P 值			＜0.05	＞0.05	＜0.05	＞0.05	＞0.05	＞0.05	＞0.05	＞0.05	＞0.05

注：TG 为三酰甘油，TC 为血清总胆固醇，HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇，LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇，ALT 为丙氨酸氨基转移酶，ALP 为碱性磷酸酶，GGT 为γ-谷氨酰转肽酶，AST 为天门冬氨酸氨基转移酶，差值为干预前后差

超重/肥胖人群，初始血糖不是高水平，因此血糖的改善效果在本研究中并不明显，也可能与干预周期不长有关。但本研究观察到，WP 能显著降低血清 TG 水平，同时能改善超重/肥胖对象的 HDL-C 水平。以往关于 WP 对血脂的干预效果的研究结果不尽一致[18-19]。

研究表明[20]，间歇性轻断食可能会出现低血糖、脱发、头痛、便秘和胃肠道不适等症状。本研究常见不良反应为早期饥饿感明显，偶有乏力、便秘症状，无低血糖事件及其他严重不良反应事件，证明了短期执行“4+3 轻断食”进行营养减重干预的安全性和可实施性。

综上所述，在“4+3 轻断食”期间同时补充 WP 能更有效降低体脂和血清 TG，同时有效缓解减重过程中肌肉量和瘦体组织的丢失。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

参　考　文　献

[1] American Diabetes Association Professional Practice Committee. 5. Facilitating positive health behaviors and well-being to improve health outcomes: Standards of care in diabetes-2025[J]. Diabetes Care, 2025, 48(Suppl 1):S86-S127.

[2] 中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会, 中国营养学会临床营养分会,中华医学会糖尿病学分会,等.中国超重/肥胖医学营养治疗指南(2021)[J/OL].中国医学前沿杂志(电子版),2021,13(11):1-55.

[3] Zhang Z, Zhang R, Qin Z Z, et al. Effects of chronic whey protein supplementation on atherosclerosis in ApoE-/- mice[J]. J Nutr Sci Vitaminol, 2018, 64(2): 143-150.

[4] Fekete A A, Giromini C, Chatzidiakou Y, et al. Whey protein lowers blood pressure and improves endothelial function and lipid biomarkers in adults with prehypertension and mild hypertension: Results from the chronic Whey2Go randomized controlled trial[J]. Am J Clin Nutr, 2016, 104(6): 1534-1544.

[5] 中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会，中国营养学会临床营养分会，中华医学会糖尿病学分会，等.中国超重/肥胖医学营养治疗指南（2021）[J].中国医学前沿杂志(电子版),2021,13(11):1-55.

[6] 张建端,荀波,魏炜,等.中国居民健康体重管理之减重行动 20 条:基于科学循证的专家共识[J].中国糖尿病杂志,2023,31(12):881-888.

[7] 中华医学会健康管理学分会.健康体检基本项目专家共识[J].中华健康管理学杂志,2014,8(2):81-90.

[8] Coutinho S R, Halset E H, Gasbakk S, et al. Compensatory mechanisms activated with intermittent energy restriction: A randomized control trial[J]. Clin Nutr, 2018, 37(3): 815-823.

[9] Catenacci V A, Pan Z X, Ostendorf D, et al. A randomized pilot study comparing zero-calorie alternate-day fasting to daily caloric restriction in adults with obesity[J]. Obesity (Silver Spring), 2016, 24(9): 1874-1883.

[10] 李伟,童星,徐加英,等.乳清蛋白对正常小鼠血糖和脂代谢的影响[J].中国乳品工业,2010,38(2):21-23.

[11] Tong X, Li W, Xu J Y, et al. Effects of whey protein and leucine supplementation on insulin resistance in non-obese insulin-resistant model rats[J]. Nutrition, 2014, 30(9): 1076-1080.

[12] 童星.乳清蛋白改善胰岛素抵抗的机制研究[D].苏州:苏州大学,2011.

[13] 付晓雅,张晓虹,孙月,等.乳清蛋白在老年肥胖人群减重中的作用[J].中国现代医生,2022,60(20):31-35.

[14] Pilvi T K, Storvik M, Louhelainen M, et al. Effect of dietary calcium

and dairy proteins on the adipose tissue gene expression profile in diet-induced obesity[J]. J Nutrigenet Nutrigenomics, 2008, 1(5): 240-251.
[15] Foltz M, Ansems P, Schwarz J, et al. Protein hydrolysates induce CCK release from enteroendocrine cells and act as partial agonists of the CCK1 receptor[J]. J Agric Food Chem, 2008, 56(3): 837-843.
[16] Piri Damaghi M, Mirzababaei A, Moradi S, et al. Comparison of the effect of soya protein and whey protein on body composition: A meta-analysis of randomised clinical trials[J]. Br J Nutr, 2022, 127(6): 885-895.
[17] Frid A H, Nilsson M, Holst J J, et al. Effect of whey on blood glucose and insulin responses to composite breakfast and lunch meals in type 2 diabetic subjects[J]. Am J Clin Nutr, 2005, 82(1): 69-75.
[18] Claessens M, van Baak M A, Monsheimer S, et al. The effect of a low-fat, high-protein or high-carbohydrate ad *libitum* diet on weight loss maintenance and metabolic risk factors[J]. Int J Obes (Lond), 2009, 33(3): 296-304.
[19] 张谦.乳清蛋白对非酒精性脂肪肝的干预效果分析[J].卫生研究, 2010,39(2):245-247.
[20] Schübel R, Nattenmüller J, Sookthai D, et al. Effects of intermittent and continuous calorie restriction on body weight and metabolism over 50 wk: A randomized controlled trial[J]. Am J Clin Nutr, 2018, 108(5): 933-945.

收稿日期：2025-11-04
（本文编辑：钟美春）

紫外线照射联合小柴胡汤用于绝经后骨质疏松性胸腰椎骨折术后的辅助治疗效果观察

刘洪，李炎亮，施伟峰，李青，陈明，庄伟

【关键词】 绝经后骨质疏松症；脊柱骨折；紫外线照射；小柴胡汤
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.02.014
【中图分类号】 R687.3　**【文献标志码】** A　**【文章编号】** 1671-0800(2026)02-168-03

绝经后骨质疏松症（postmenopausal osteoporosis，PMOP）是由于雌激素水平下降导致骨吸收超过骨形成、骨代谢失衡的常见疾病，其严重后果包括脆性骨折，尤其是胸腰椎压缩性骨折[1]。经皮椎体成形术（percutaneous vertebroplasty，PVP）可迅速稳定椎体、缓解疼痛，但术后仍存续腰痛和椎体周围再骨折的风险，其根源在于骨代谢失衡未得到根本纠正[2]。目前PMOP的常规治疗以药物双膦酸盐和活性维生素D为主，但长期服用存在一定不良反应，且中老年患者的药物代谢能力下降，限制其应用[3-4]。紫外线照射是促进皮肤合成内源性维生素 D 的自然途径，可改善骨代谢[5]。中医药在骨质疏松防治中体现多靶点、整体调节的特色。小柴胡汤作为和解少阳的经典方剂，现代研究提示其活性成分（如柴胡皂苷、黄芩苷、人参皂苷等）可能通过抗炎、调节免疫及影响骨代谢相关信号通路（如NF-κB、Wnt/β-catenin）发挥作用，为骨质疏松相关疾病的辅助治疗提供了潜在依据[6-8]。本研究旨在探讨在标准抗骨质疏松治疗基础上，加用293 nm紫外线照射联合小柴胡汤对PMOP患者PVP术后的辅助治疗效果，现报道如下。

基金项目： 浙江省中医药科技计划项目（2024ZL783）
作者单位： 311251 杭州，杭州市萧山区中医院
通信作者： 庄伟，Email：994397598@qq.com

1　资料与方法

1.1　一般资料　本研究为前瞻性病例对照研究，按α=0.05、1−β=0.80估算样本量，考虑脱落因素，初始纳入患者60例。收集2023年9月至2024年11月杭州市萧山区中医院收治的PMOP胸腰椎骨折患者，纳入标准：（1）影像学确诊为T_{10}～L_2压缩性骨折；（2）低能量损伤，脊髓损伤Frankel分级E级；（3）年龄≥50岁，自然绝经≥3年；（4）骨密度（BMD）T值≤−2.5，25羟维生素D[25（OH）D]＜20 ng/ml；（5）3个月内未使用过抗骨质疏松药物。排除标准：（1）合并内分泌疾病、光过敏及肝肾功能不全者；（2）继发性骨质疏松者；（3）合并病理性骨折者；（4）存在脊柱畸形者；（5）无法耐受手术者。本研究获得杭州市萧山区中医院医学伦理委员会批准（2023067），所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

采用随机数字表法将患者分为实验组与对照