

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.01.013

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2022.01.013>

# 电刺激生物反馈对产后盆底功能障碍患者盆底肌力、盆底肌电位及 MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1 水平的影响

曾小丹<sup>1</sup>, 李常虹<sup>1</sup>, 张春雨<sup>2</sup>

(1. 海南省妇女儿童医学中心产科, 海口 570206; 2. 海南省妇女儿童医学中心妇女保健科, 海口 570206)

**[摘要]** 目的: 探究电刺激生物反馈对产后盆底功能障碍(pelvic floor dysfunctional disease, PFD)患者盆底肌力、盆底肌电位及基质金属蛋白酶-2(matrix metalloproteinase-2, MMP-2)、基质金属蛋白酶组织抑制因子-2(tissue inhibitor of metalloproteinase-2, TIMP-2)、转化生长因子- $\beta$ 1(transforming growth factor- $\beta$ 1, TGF- $\beta$ 1)水平的影响。方法: 选取2019年9月至2020年9月海南省妇女儿童医学中心收治的150例产后PFD患者, 随机分为3组, 每组各50例。其中A组给予Kegel盆底肌训练, B组给予电刺激生物反馈治疗, C组给予Kegel盆底肌训练联合电刺激生物反馈治疗, 时间为3个月。对比3组临床疗效及治疗前后的盆底肌力、盆底肌电位、盆腔器官脱垂(pelvic organ prolapse, POP)-Q分期、性生活质量, 并检测盆腔壁组织中MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1表达水平。结果: C组治疗总有效率为92.00%, 高于A组(70.00%)和B组(76.00%), 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。治疗后, C组盆底手测肌力及I类、II类纤维肌最大电位值均显著高于A组、B组( $P < 0.05$ ), 且B组显著高于A组( $P < 0.05$ )。治疗后, C组POP-Q分期等级与A组、B组相比明显降低( $P < 0.05$ ), B组POP-Q分期等级与A组相比, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。治疗后, A组、B组、C组盆腔器官脱垂-尿失禁性功能问卷(Pelvic Organ Prolapse/Incontinence Sexual Function Questionnaire-12, PISQ-12)评分分别为 $26.34 \pm 5.67$ 、 $28.96 \pm 5.31$ 、 $32.88 \pm 5.29$ , 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。治疗后, C组MMP-2水平显著低于A组、B组( $P < 0.05$ ), TIMP-2、TGF- $\beta$ 1水平显著高于A组、B组( $P < 0.05$ ), 且B组各指标变化优于A组( $P < 0.05$ )。结论: 电刺激生物反馈治疗产后PFD疗效显著, 能够增强患者盆底肌力, 改善患者性生活质量。

**[关键词]** 盆底功能障碍; 电刺激生物反馈; 盆底肌力; 性生活质量; 基质金属蛋白酶-2; 基质金属蛋白酶组织抑制因子-2; 转化生长因子- $\beta$ 1

收稿日期 (Date of reception): 2021-05-17

通信作者 (Corresponding author): 曾小丹, Email: ZXD20210506@163.com

基金项目 (Foundation item): 海南省医药卫生科研项目 (20A200187)。This work was supported by the Hainan Provincial Medical and Health Research Project Foundation, China (20A200187).

# Effects of electrical stimulation biofeedback on pelvic floor muscle strength, pelvic floor muscle potential and levels of MMP-2, TIMP-2 and TGF- $\beta$ 1 in patients with postpartum pelvic floor dysfunction

ZENG Xiaodan<sup>1</sup>, LI Changhong<sup>1</sup>, ZHANG Chunyu<sup>2</sup>

(1. Department of Obstetrics, Women and Children Medical Center of Hainan Province, Haikou 570206;

2. Department of Women's Health, Women and Children Medical Center of Hainan Province, Haikou 570206, China)

## Abstract

**Objective:** To explore the effects of electrical stimulation biofeedback on pelvic floor muscle strength, pelvic floor muscle potential, matrix metalloproteinase-2 (MMP-2), tissue inhibitor of matrix metalloproteinase-2 (TIMP-2) and transforming growth factor- $\beta$ 1 (TGF- $\beta$ 1) in patients with postpartum pelvic floor dysfunction (PFD). **Methods:** A total of 150 postpartum PFD patients admitted to Hainan Women and Children's Medical Center from September 2019 to September 2020 were randomly divided into 3 groups with 50 patients in each group. The A group was given Kegel pelvic floor muscle training, the B group was given electrical stimulation biofeedback therapy, and the C group was given Kegel pelvic floor muscle training combined with electrical stimulation biofeedback therapy for 3 months. The clinical efficacy, pelvic floor muscle strength, pelvic floor muscle potential, pelvic organ prolapses (POP)-Q stage, quality of sexual life, and the expression levels of MMP-2, TIMP-2 and TGF- $\beta$ 1 in pelvic wall tissue were compared between the two groups before and after treatment. **Results:** The total effective rate of the C group was 92.00%, higher than that of group A (70.00%) and group B (76.00%), and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). After treatment, the pelvic floor muscle strength measured by hand and the maximum potential values of class I and class II fibromuscular in the C group were significantly higher than those in the A and B group ( $P < 0.05$ ), and that in B group was significantly higher than that in A group ( $P < 0.05$ ). After treatment, the POP-Q staging grade of the C group was significantly lower than that of the A group and B group ( $P < 0.05$ ), and there was no difference in POP-Q staging grade between B group and A group ( $P > 0.05$ ). After treatment, the scores of Pelvic Organ Prolapse/Incontinence Sexual Function Questionnaire-12 (PISQ-12) in the A group, B group and C group were  $26.34 \pm 5.67$ ,  $28.96 \pm 5.31$ ,  $32.88 \pm 5.29$ , respectively, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). After treatment, the level of MMP-2 in the C group was significantly lower than that in the A group and B group ( $P < 0.05$ ), and the levels of TIMP-2 and TGF- $\beta$ 1 in the C group were significantly higher than those in the A group and B group ( $P < 0.05$ ), and the changes of indexes in B group were better than those in A group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Electrical stimulation biofeedback is effective in the treatment of postpartum PFD, which can enhance the pelvic floor muscle strength and improve the quality of sexual life.

## Keywords

pelvic floor dysfunction; electrical stimulation biofeedback; pelvic floor muscle strength; quality of sexual life; matrix metalloproteinase-2; tissue inhibitor of metalloproteinase-2; transforming growth factor- $\beta$ 1

全球50%以上的女性深受盆底功能障碍(pelvic floor dysfunctional disease, PFD)的困扰<sup>[1]</sup>, 尤其刚经历分娩的女性, 由于盆底生理结构发生改变, 极易出现阴道松弛、阴道膨出、压力性尿失禁等

问题, 严重影响夫妻性生活质量。妊娠及分娩是引发PFD的独立高危因素, 产后早期是患者恢复盆底功能的最佳时期<sup>[2]</sup>。目前, 临床主要采取Kegel盆底肌锻炼法帮助产妇提高盆底肌功能, 但该

方法需要专业的指导, 自行练习很容易出错, 无法达到训练目的。盆底肌是维持产妇盆底功能的重要组织结构, 电刺激盆底肌神经能够引起盆底肌被动收缩, 促进盆底功能恢复, 但其疗效受电流、刺激频率、脉宽、持续时间等参数的影响, 临床一般采取经验性治疗方案<sup>[3]</sup>。电刺激生物反馈是将电刺激与生物信息反馈交互结合的治疗新模式, 其可根据患者盆底肌实际情况调节电刺激参数, 属于个体化治疗方案。目前, 电刺激生物反馈疗法在PFD中的应用尚处于探索阶段, 而且较少关于其作用机制的研究。盆腔器官脱垂(pelvic organ prolapse, POP)患者组织中基质金属蛋白酶-2(matrix metalloproteinase-2, MMP-2)及其抑制因子(tissue inhibitor of metalloproteinase-2, TIMP-2)比例失衡, 而转化生长因子- $\beta$ 1(transforming growth factor- $\beta$ 1, TGF- $\beta$ 1)可促进MMP-2合成、增强MMP-2活性, 这可能是PFD的作用机制之一<sup>[4]</sup>。基于此, 本研究探讨电刺激生物反馈联合Kegel盆底肌锻炼对产后PFD患者盆底肌力、盆底肌电位的影响及其作用机制。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选取2019年9月至2020年9月海南省妇女儿童医学中心收治的150例产后PFD患者作为研究对象, 采用随机数字表法分为3组, 每组50例。A组: 年龄20~39(30.15 $\pm$ 6.28)岁, 体重指数(body mass index, BMI)为19~27(25.68 $\pm$ 1.25) kg/m<sup>2</sup>; 盆底肌力分级为0级7例, 1级14例, 2级18例, 3级11例; 盆腔器官脱垂(pelvic organ prolapse, POP)-Q分期为I期32例, II期18例。B组: 年龄21~38(29.55 $\pm$ 6.51)岁, BMI为20~28(25.47 $\pm$ 1.32) kg/m<sup>2</sup>; 盆底肌力分级为0级8例, 1级13例, 2级17例, 3级12例; POP-Q分期为I期30例, II期20例。C组: 年龄20~40(30.05 $\pm$ 6.40)岁, BMI为19~29(25.62 $\pm$ 1.30) kg/m<sup>2</sup>; 盆底肌力分级为0级8例, 1级12例, 2级16例, 3级14例; POP-Q分期为I期31例, II期19例。3组产妇一般资料比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ), 具有可比性。

纳入标准: 1)单胎足月生产, 且经阴道自然分娩; 2)产后6~8周出现尿失禁或POP, 且盆底肌力分级 $\leq 3$ , POP-Q分期为I~II期; 3)BMI $\leq 30$  kg/m<sup>2</sup>; 4)会阴撕裂口愈合良好; 5)患者知情同意。排除标准: 1)产后恶露不断; 2)泌尿生殖系统感染; 3)患有其他严重妇科疾病; 4)合并有恶性肿瘤; 5)患有

严重精神疾病; 6)存在电刺激生物反馈仪治疗禁忌证, 如患有癫痫、身体植入有金属等。

### 1.2 方法

A组采取Kegel盆底肌训练, 产妇在护士的指导下练习收缩阴道及肛门动作, 之后自行训练。首先收缩阴道及肛门, 维持3~10 s后彻底放松, 连续循环15~30 min, 每天练习2~3次, 6周为1个疗程, 连续治疗2个疗程, 共12周。

B组采取电刺激生物反馈治疗, 具体方案如下: 将探头置于宫颈口处, 然后调节电流强度、脉宽、频率等参数, 启动仪器开始治疗。电流强度应以患者感觉盆底肌肉有收缩但无任何不适感为佳, 并根据生物反馈信号进行不同模块训练。第1周治疗3次, 之后每周治疗2次, 连续治疗12周。

C组采取1盆底肌训练联合电刺激生物反馈治疗, 方法同A组、B组, 治疗时间为12周。

### 1.3 观察指标

1)盆底肌力。在治疗前后用手测试患者盆底肌力, 测量时将2根手指放置在患者阴道后穹隆处, 使手指与盆底深层肌肉紧密接触, 然后听口令收缩阴道, 并根据收缩质量、维持时间、收缩次数进行分级。0级: 肌肉无收缩; 1级: 肌肉轻微颤动, 维持时间 $<1$  s, 仅收缩1次; 2级: 肌肉部分收缩, 维持2 s, 收缩2次; 3级: 肌肉完全收缩, 但没有对抗, 维持3 s, 收缩3次; 4级: 肌肉完全收缩, 且有轻微对抗, 维持时间4 s, 收缩4次; 5级: 肌肉完全收缩, 持续对抗手指, 维持时间 $>5$  s, 收缩5次。2)盆底肌电位。于治疗前后采用盆底康复治疗仪测量患者盆底I类及II类肌纤维最大电位值。3)盆腔器官脱垂情况。于治疗前后采用POP-Q法<sup>[5]</sup>评估患者盆腔器官脱垂情况, 分为0期、I期、II期、III期和IV期, 分期越高, 表明盆底功能障碍越严重。4)性生活质量。应用盆腔器官脱垂-尿失禁性功能问卷<sup>[6]</sup>(Pelvic Organ Prolapse/Incontinence Sexual Function Questionnaire-12, PISQ-12)评估患者性生活质量, 该问卷包含性伴侣、情感、生理3个方面, 总分为48, 分数越高表明性生活质量越好, 在治疗前和治疗后各评价1次。5)MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1水平。在患者知情同意的情况下, 于治疗前后(治疗前1周内、治疗结束后1周内), 在无菌环境下用手术刀切取患者阴道壁组织, 用生理盐水冲洗后保存于液氮中, 所有样本搜集完成后采

用实时荧光定量聚合酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)法检测组织中MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1表达情况。

#### 1.4 疗效评价

根据患者尿失禁发生情况制订临床疗效评估标准: 患者在高腹压情况下亦不会发生漏尿为治愈; 患者尿失禁症状及次数较之前明显改善, 且尿失禁次数 $<2$ 次/周为有效; 患者尿失禁症状及次数无变化或加重为无效。总有效率=(治愈+有效)/总例数 $\times 100\%$ 。

尿失禁症状采用Ingelman-Sundberg法进行分级, 轻度指患者仅在打喷嚏或咳嗽时发生尿失禁, 尿失禁次数 $\geq 2$ 次/周, 但无需垫尿垫; 中度指患者在日常快走、跑跳时不自主漏尿, 且需要垫尿垫; 重度指患者在轻微活动或改变体位时不自主漏尿。

#### 1.5 统计学处理

采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析, 计

量资料符合正态分布且方差齐, 用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示, 多组间比较采用单因素方差分析, 如有统计学差异, 进一步两两比较采用SNK法( $q$ 检验); 计数资料用频数(%)表示, 采用 $\chi^2$ 或 $Z$ (等级资料)进行检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床疗效

C组总有效率明显高于A组、B组( $P<0.05$ ); A组与B组总有效率比较差异无统计学意义( $P>0.05$ , 表1)。

### 2.2 盆底肌力及盆底肌电位

治疗前, 3组盆底手测肌力、I类肌纤维最大电位值、II类肌纤维最大电位值比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ); 与治疗前相比, 治疗后3组盆底手测肌力及I类肌纤维最大电位值、II类肌纤维最大电位值均增高( $P<0.05$ ), 且C组显著高于A组、B组( $P<0.05$ ), B组显著高于A组( $P<0.05$ , 表2)。

表1 3组临床疗效比较( $n=50$ )

Table 1 Comparison of clinical effect among the 3 groups ( $n=50$ )

组别	治愈/[例(%)]	有效/[例(%)]	无效/[例(%)]	总有效/[例(%)]
A组	17 (34.00)	18 (36.00)	15 (30.00)	35 (70.00)
B组	22 (44.00)	16 (32.00)	12 (24.00)	38 (76.00)
C组	31 (62.00)	15 (30.00)	4 (8.00)	44 (92.00)
$\chi^2$				10.858
$P$				0.028

表2 3组治疗前后盆底肌力及盆底电位比较( $n=50$ )

Table 2 Comparison of pelvic floor muscle strength, pelvic floor muscle potential before and after treatment among the 3 groups ( $n=50$ )

组别	盆底手测肌力		I类肌纤维最大电位/ $\mu$ V		II类肌纤维最大电位/ $\mu$ V	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
A组	1.78 $\pm$ 0.51	3.26 $\pm$ 0.74*	15.33 $\pm$ 2.91	23.08 $\pm$ 6.50*	24.43 $\pm$ 5.17	35.01 $\pm$ 6.92*
B组	1.77 $\pm$ 0.54	3.81 $\pm$ 0.69* <sup>#</sup>	15.25 $\pm$ 2.88	27.11 $\pm$ 6.35* <sup>#</sup>	24.32 $\pm$ 5.20	39.17 $\pm$ 7.06* <sup>#</sup>
C组	1.75 $\pm$ 0.49	4.22 $\pm$ 0.83* <sup>#&amp;</sup>	15.28 $\pm$ 2.70	30.45 $\pm$ 6.23* <sup>#&amp;</sup>	24.12 $\pm$ 5.04	44.06 $\pm$ 7.35* <sup>#&amp;</sup>
$F$	0.044	20.323	0.010	16.829	0.047	20.283
$P$	0.957	$<0.001$	0.992	$<0.001$	0.954	$<0.001$

与治疗前相比, \* $P<0.05$ ; 与A组相比, <sup>#</sup> $P<0.05$ ; 与B组相比, <sup>&</sup> $P<0.05$ 。

Compared with before treatment, \* $P<0.05$ ; compared with group A, <sup>#</sup> $P<0.05$ ; compared with group B, <sup>&</sup> $P<0.05$ .

### 2.3 POP-Q分期情况

治疗前, 3组POP-Q分期比较无统计学差异( $P>0.05$ ); 治疗后, C组POP-Q分期等级显著低于A组、B组( $P<0.05$ ), A组与B组之间POP-Q分期比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ , 表3)。

### 2.4 性生活质量

治疗前, 3组PISQ-12总分比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ); 治疗后, 3组PISQ-12总分均升高

( $P<0.05$ ), 且C组显著高于A组、B组( $P<0.05$ ), B组显著高于A组( $P<0.05$ , 表4)。

### 2.5 MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1水平

治疗前, 3组MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1水平比较无明显差异( $P>0.05$ ); 治疗后, 3组MMP-2水平降低( $P<0.05$ ), TIMP-2、TGF- $\beta$ 1水平升高( $P<0.05$ ), 且C组变化优于A组、B组( $P<0.05$ ), B组变化优于A组( $P<0.05$ , 表5)。

表3 3组治疗前后POP-Q分期比较( $n=50$ )

Table 3 Comparison of POP-Q stage before and after treatment among the 3 groups ( $n=50$ )

组别	治疗前/[例(%)]			治疗后/[例(%)]		
	0期	I期	II期	0期	I期	II期
A组	0 (0.00)	30 (60.00)	20 (40.00)	7 (14.00)	18 (36.00)	25 (50.00)
B组	0 (0.00)	31 (62.00)	19 (38.00)	8 (16.00)	20 (40.00)	22 (44.00)
C组	0 (0.00)	32 (64.00)	18 (36.00)	16 (32.00)	20 (40.00)	14 (28.00)
Z		0.171			7.561	
P		0.682			0.033	

表4 3组治疗前后性生活质量比较( $n=50$ )

Table 4 Comparison of quality of sexual life before and after treatment among the 3 groups ( $n=50$ )

组别	治疗前/分	治疗后/分
A组	21.61 $\pm$ 3.50	26.34 $\pm$ 5.67*
B组	21.54 $\pm$ 3.42	28.96 $\pm$ 5.31* <sup>#</sup>
C组	21.35 $\pm$ 3.48	32.88 $\pm$ 5.29* <sup>#&amp;</sup>
F	0.093	18.398
P	0.914	<0.001

与治疗前相比, \* $P<0.05$ ; 与A组相比, <sup>#</sup> $P<0.05$ ; 与B组相比, <sup>&</sup> $P<0.05$ 。

Compared with before treatment, \* $P<0.05$ ; compared with group A, <sup>#</sup> $P<0.05$ ; compared with group B, <sup>&</sup> $P<0.05$ .

表5 3组治疗前后MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1 mRNA水平比较( $n=50$ )

Table 5 Comparison of mRNA levels of MMP-2, TIMP-2, TGF- $\beta$ 1 before and after treatment among the 3 groups ( $n=50$ )

组别	MMP-2		TIMP-2		TGF- $\beta$ 1	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
A组	1.06 $\pm$ 0.11	0.78 $\pm$ 0.07*	0.95 $\pm$ 0.17	1.12 $\pm$ 0.09*	0.35 $\pm$ 0.06	0.59 $\pm$ 0.08*
B组	1.04 $\pm$ 0.15	0.65 $\pm$ 0.08* <sup>#</sup>	0.91 $\pm$ 0.14	1.30 $\pm$ 0.12* <sup>#</sup>	0.35 $\pm$ 0.04	0.64 $\pm$ 0.10* <sup>#</sup>
C组	1.05 $\pm$ 0.12	0.48 $\pm$ 0.03* <sup>#&amp;</sup>	0.92 $\pm$ 0.15	1.46 $\pm$ 0.15* <sup>#&amp;</sup>	0.36 $\pm$ 0.05	0.78 $\pm$ 0.12* <sup>#&amp;</sup>
F	0.306	278.279	0.915	96.444	0.649	47.240
P	0.737	<0.001	0.403	<0.001	0.524	<0.001

与治疗前相比, \* $P<0.05$ ; 与A组相比, <sup>#</sup> $P<0.05$ ; 与B组相比, <sup>&</sup> $P<0.05$ 。

Compared with before treatment, \* $P<0.05$ ; compared with group A, <sup>#</sup> $P<0.05$ ; compared with group B, <sup>&</sup> $P<0.05$ .

### 3 讨论

PFD是盆底组织损伤或退化引发的一种疾病。在PFD的发生、发展中,盆底肌中的肛提肌发挥关键作用,当其无法承受腹压作用时,纤维会变薄变弱,结缔组织会被导入腹压,在牵拉或压迫作用下结缔组织发生损伤,导致盆底支持功能下降,从而发生PFD<sup>[7]</sup>。分娩可产生大且持久的腹压,破坏盆腔支持结构,是PFD的独立高危因素。女性产后盆底支持结构是可以修复的,有手术治疗和非手术治疗2种方式<sup>[8]</sup>。手术治疗一般用于重症患者,通过重建盆底生理解剖结构恢复盆底功能;非手术治疗包括药物、子宫托、盆底功能锻炼、电刺激、生物反馈等。Kegel盆底功能锻炼是产后早期恢复盆底肌功能最经典的非手术治疗手段,通过对盆底提肛肌进行有意识的收缩训练,可以唤起产妇盆底肌肉知觉,提高盆底肌肉收缩质量。Kegel训练能够有效改善PFD患者主观症状,且具有一定的长期疗效<sup>[9]</sup>,但是Kegel训练对动作的要求较高,需要专业医护指导,自主训练无法保证预期效果。电刺激和生物反馈疗法也是临床治疗PFD的常用手段,电流经过盆底肌肉群及神经后,能够刺激盆底肌肉群发生间歇式收缩,促进盆底肌恢复。电刺激属于被动式治疗,需要根据生物反馈信息不断地调整收缩及放松动作,现多将电刺激和生物反馈联合用于治疗PFD,二者交替进行,长期使用能够修复盆底受损的肌肉及神经<sup>[10]</sup>。

本研究结果显示:Kegel盆底功能锻炼、电刺激生物反馈仪单独治疗PFD的总有效率无差异,但二者联合可提高PFD临床疗效。孙浩罡等<sup>[11]</sup>采用荟萃分析发现:电刺激可有效改善PFD患者盆底I类肌力及盆底II类肌力,但整体疗效比较差异无统计学意义。PFD是盆底支持组织损伤导致的,归根结底是盆底肌肉I类肌纤维、II类肌纤维对刺激无法做出正常反应引起的。临床根据肌肉对电刺激反应快慢分为2种类型:一种是I类肌纤维也称慢肌纤维,可使肌肉强直收缩,维持时间较长,但力量较小;另一种是II类肌纤维也称快肌纤维,与运动神经相关。在电流的刺激下,盆底肌中处于休眠状态的神经细胞被唤醒,使神经肌肉兴奋性增强、血液循环加快,因此I类肌纤维和II类肌纤维的最大电位值明显升高。此外,电刺激还能抑制膀胱兴奋性,增强括约肌对排尿的控制作用,能够减少尿失禁<sup>[12]</sup>。同时,电刺激生物反馈治疗仪的探头能够将盆底肌电信号转换成视觉或模拟声

音信号反馈给患者,通过反馈的信息不断调整收缩或舒张动作,使患者能正确掌握盆底肌肉锻炼方法,如此反复循环能够形成条件性反射,从而恢复盆底肌肉收缩力量<sup>[13]</sup>。因此,电刺激生物反馈仪对PFD患者盆底肌力的改善效果优于Kegel盆底功能锻炼,二者联合可发挥协同作用,进一步改善盆底肌力。孙智晶等<sup>[14]</sup>的研究也表明:生物反馈及电刺激能够提高PFD患者盆底肌功能,改善患者尿失禁、盆腔脏器脱垂症状及性生活质量,与本研究结果一致。

盆底肌肉、韧带、筋膜是支撑盆底器官的主要结构,其中韧带及筋膜的主要成分是胶原蛋白,其含量减少可降低盆底支持功能。MMP-2及TIMP-2在维持细胞外基质(extracellular matrix, ECM)降解及沉淀平衡中发挥重要作用,二者表达失衡可能导致ECM中胶原蛋白进一步降解,使盆底肌生物功能下降, MMP-2及TIMP-2可能是PFD发生机制之一<sup>[15]</sup>。TGF- $\beta$ 1不仅能促进纤维细胞增殖及胶原蛋白合成,还参与ECM的代谢途径<sup>[16]</sup>。本研究结果显示:C组MMP-2水平显著低于A组、B组, TIMP-2及TGF- $\beta$ 1水平显著高于A组、B组,提示电刺激生物反馈能够调控MMP-2、TIMP-2及TGF- $\beta$ 1的表达。这是因为盆底纤维细胞受到外力刺激后,ECM首先会发生变化,并将刺激传递给细胞核,通过一系列的信号转导调控与ECM相关因子的表达来抵抗外力,而且该过程与电流强度、频率、时间等有关<sup>[12]</sup>。本研究的创新之处在于:1)采取个体化的电刺激生物反馈疗法,可弥补电刺激经验性治疗方案的不足;2)通过荧光定量PCR检测阴道壁组织中MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1表达情况,结果更真实可靠。

综上所述,电刺激生物反馈治疗仪与盆底功能训练联合能够提高PFD患者盆底肌力及盆底肌电位,改善患者尿失禁、盆底器官脱垂症状及性生活质量,这可能与患者阴道组织MMP-2表达降低、TIMP-2及TGF- $\beta$ 1表达升高有关。本研究尚存不足之处,如样本量少、随访观察时间短、未进行血清指标监测等,结果需要在之后研究中进一步验证。

### 参考文献

1. Castro-Pardiñas MA, Torres-Lacomba M, Navarro-Brazález B. Muscle function of the pelvic floor in healthy, puerperal women with pelvic floor dysfunction[J]. *Actas Urol Esp*, 2017, 41(4): 249-257.

2. 杨明丽, 王青, 于晓杰, 等. 5143例产后早期妇女的盆底功能状况及其影响因素分析[J]. 中华妇产科杂志, 2019, 54(8): 522-526.  
YANG Mingli, WANG Qing, YU Xiaojie. Analysis of pelvic floor function and its influencing factors in 5143 early postpartum women[J]. Chinese Journal of Obstetrics and Gynecology, 2019, 54(8): 522-526.
3. 蔡文智, 张焱, 陈玲, 等. 电刺激联合生物反馈治疗初产妇和经产妇压力性尿失禁的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(2): 141-145.  
CAI Wenzhi, ZHANG Yan, CHEN Ling, et al. Observation on the effect of electric stimulation combined with biofeedback in the treatment of stress urinary incontinence in primipara and postpartum women[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2020, 35(2): 141-145.
4. 张琦钊, 刘成, 李秉枢, 等. 盆腔器官脱垂患者子宫旁韧带组织中MMP-2, TIMP-2, TGF- $\beta$ 1的表达及相关性研究[J]. 中国医药导报, 2015, 12(31): 77-81.  
ZHANG Qifan, LIU Cheng, LI Bingshu, et al. Study on the expression and correlation of MMP-2, TIMP-2, TGF- $\beta$ 1 in the parauterine ligament tissue of patients with pelvic organ prolapse[J]. China Medical Herald, 2015, 12(31): 77-81.
5. 史玉林, 牛菊敏, 刘岩松. 腹腔镜下子宫-阴道骶骨固定术联合多部位修复术治疗中重度盆腔器官脱垂37例临床分析[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2015, 31(3): 242-246. 6.  
SHI Yulin, NIU Jumin, LIU Yansong. Laparoscopic utero-vaginal sacral fixation combined with multi-site repair for the treatment of moderate to severe pelvic organ prolapse[J]. Chinese Journal of Practical Gynecology and Obstetrics, 2015, 31(3): 242-246.
6. 於四军. 女性盆底功能障碍性疾病问卷中文版研制与中国人人群验证[D]. 北京: 北京协和医学院, 2010.  
YU Sijun. Development of the Chinese version of the questionnaire for female pelvic floor dysfunction and verification of the Chinese population[D]. Beijing: Beijing Union Medical College, 2010.
7. Vesentini G, Dib RE, Righesso L, et al. Pelvic floor and abdominal muscle cocontraction in women with and without pelvic floor dysfunction: a systematic review and meta-analysis[J]. Clinics (Sao Paulo), 2019, 25(74): e1319.
8. 刘娟, 符华影, 王倩青. 经自然腔道内镜手术在盆底功能障碍性疾病中的应用[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2019, 35(12): 1329-1332.  
LIU Juan, FU Huaying, WANG Qianqing. Application of natural endoscopic surgery in pelvic floor dysfunction diseases[J]. Chinese Journal of Practical Gynecology and Obstetrics, 2019, 35(12): 1329-1332.
9. 陈汝君, 盛婵, 陈亚萍. 盆底肌锻炼对改善产后女性盆底功能临床疗效的Meta分析[J]. 现代妇产科进展, 2019, 28(1): 22-25.  
CHEN Rujun, SHENG Chan, CHEN Yaping. Meta-analysis of the clinical effect of pelvic floor muscle exercise on improving postpartum women's pelvic floor function[J]. Progress in Obstetrics and Gynecology, 2019, 28(1): 22-25.
10. Richmond CF, Martin DK, Yip SO, et al. Effect of supervised pelvic floor biofeedback and electrical stimulation in women with mixed and stress urinary incontinence[J]. Female Pelvic Med Reconstr Surg, 2016, 22(5): 324-327.
11. 孙浩罡, 顾雅娟, 李文婷, 等. 电刺激治疗盆底功能障碍性疾病临床价值的Meta分析[J]. 中国妇幼保健, 2014, 29(12): 1965-1967.  
SUN Haogang, GU Yajuan, LI Wenting, et al. Meta-analysis of the clinical value of electrical stimulation in the treatment of pelvic floor dysfunction[J]. Chinese Maternal and Child Health Care, 2014, 29(12): 1965-1967.
12. 胡青, 李文娟, 张祖娟, 等. 不同电刺激方案对弱肌力相关女性松弛型盆底功能障碍的短期疗效研究[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(9): 1117-1120.  
HU Qing, LI Wenjuan, ZHANG Zujuan, et al. Short-term effects of different electrical stimulation schemes on women with weak muscle strength-related loose pelvic floor dysfunction[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2020, 35(9): 1117-1120.
13. 王璐璐, 朱怡, 韩婵娜. 盆底方配方颗粒联合生物反馈训练治疗产后盆底功能障碍的临床观察[J]. 中华中医药学刊, 2019, 37(1): 183-186.  
WANG Lulu, ZHU Yi, HAN Channa. Clinical observation of pelvic floor formula granules combined with biofeedback training in the treatment of postpartum pelvic floor dysfunction[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2019, 37(1): 183-186.
14. 孙智晶, 朱兰, 郎景和, 等. 盆底肌肉训练在盆底功能障碍性疾病防治中的作用[J]. 中华妇产科杂志, 2017, 52(2): 138-140.  
SUN Zhijing, ZHU Lan, LANG Jinghe, et al. The role of pelvic floor muscle training in the prevention and treatment of pelvic floor dysfunction diseases[J]. Chinese Journal of Obstetrics and Gynecology, 2017, 52(2): 138-140.
15. 沈爱群, 李莉, 陈信良, 等. 基质金属蛋白酶-2及其组织抑制因子-2在女性盆底功能障碍中的表达及意义[J]. 现代妇产科进展, 2008, 17(1): 45-48.  
SHEN Aiqun, LI Li, CHEN Xinliang, et al. Expression and significance of matrix metalloproteinase-2 and tissue inhibitor of metalloproteinase-2 in female pelvic floor dysfunction[J]. Progress in Obstetrics and Gynecology, 2008, 17(1): 45-48.
16. 刘兆春, 刘晓婉, 赵霞. 中老年女性压力性尿失禁患者盆底组织转化生长因子- $\beta$ 1及雌激素受体的表达及临床意义[J]. 中国老

年学, 2018, 38(9): 2144-2146.

LIU Zhaochun, LIU Xiaowan, ZHAO Xia. Expression and clinical significance of transforming growth factor- $\beta$ 1 and estrogen receptor

in pelvic floor tissue of middle-aged and elderly women with stress urinary incontinence[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2018, 38(9): 2144-2146.

**本文引用:** 曾小丹, 李常虹, 张春雨. 电刺激生物反馈对产后盆底功能障碍患者盆底肌力、盆底肌电位及MMP-2、TIMP-2、TGF- $\beta$ 1水平的影响[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(1): 88-95. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.01.013

**Cite this article as:** ZENG Xiaodan, LI Changhong, ZHANG Chunyu. Effects of electrical stimulation biofeedback on pelvic floor muscle strength, pelvic floor muscle potential and levels of MMP-2, TIMP-2 and TGF- $\beta$ 1 in patients with postpartum pelvic floor dysfunction[J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2022, 42(1): 88-95. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.01.013