

穴位 TENS 对正常年轻人热痛阈特异性抑制作用的研究

王宁华 许云影

【摘要】 目的 探讨经皮神经电刺激疗法(TENS)对人体实验性热痛阈及实验性振动阈的影响,从而阐明 TENS 作用机理。**方法** 20 名正常人,年龄在 20~39 岁。随机分为 TENS 组和空白刺激组。每位受试者左手合谷穴和大鱼际区接受 30 min TENS(200 μ s, 100 Hz, 2~3 倍感觉阈)或空白刺激,分别采用 Medoc TSA-2001 和 Medoc VSA-300 对受试者左手鱼际区的热痛阈和振动阈进行测定。并分别在 TENS 或空白刺激前的 30、20、10 min 及刺激后 0、10、20、30、40、50 min 记录热痛阈和振动阈。采用逐步回归分析法对结果进行分析。**结果** 本研究显示与空白刺激相比,30 min 的 TENS 治疗后即刻,即 0 min($P=0.002$)和 20 min($P=0.004$)热痛阈显著增高,增高值分别为 0.81 $^{\circ}$ C 及 1.54 $^{\circ}$ C。而同一治疗方案在同一人群中对振动阈无改变。**结论** TENS 作用于针灸穴位具有镇痛的特异性,而对其他感觉如振动觉无改变。换言之,TENS 可能通过激活粗纤维传导,抑制细纤维传导的痛觉,从而达到镇痛的作用。

【关键词】 热痛阈; 振动阈; 穴位经皮神经电刺激

A study of the specific inhibitory effects of acupoints TENS on heat pain threshold in normal young subjects

WANG Ninghua*, HUI-CHAN C. W. Y. * Department of Physical Medicine and Rehabilitation, The First Hospital, Peking University, Beijing 100034, China

【Abstract】 Objective To delineate the influence of acupoint TENS on pain threshold and vibrotactile sensation in human subjects. **Methods** Twenty normal, young subjects were randomly allocated into TENS and placebo groups. The conventional TENS (200 μ s pulses at 100 Hz and 2-3 times sensory threshold) or placebo stimulation was applied to the acupuncture points (LI4) on each subject's left hand. Heat pain and vibrotactile thresholds were measured using Medoc TSA-2001 and VSA-3000, respectively, on the thenar eminence of each subject's left hand. These assessments were done at 30, 20 and 10 min before and 0, 10, 20, 30, 40 and 50 min after 30 min of TENS or placebo treatment. **Results** In comparison with placebo stimulation, a significant increase in heat pain threshold, by 0.81 $^{\circ}$ C and 1.54 $^{\circ}$ C, was demonstrated at 0 ($P=0.002$) and 20 min ($P=0.004$), respectively, after 30 min of TENS application. No significant difference in vibrotactile threshold was found between the two groups. **Conclusion** The results demonstrated that, the effect of the acupoints TENS was to reduce pain rather than the vibrotactile sensibility. This might be attributed to the activation of the large fibers transmitting tactile sensations (especially the vibration) and the inhibition of the fine fibers transmitting the pain sensation.

【Key words】 Heat pain threshold; Vibrotactile threshold; Acupoint TENS

经皮神经电刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)因其体积小、无伤害、操作简便等优点,在西方国家广泛应用于临床疼痛治疗。为了更精确地评测 TENS 的止痛效果,许多学者对 TENS 对实验性疼痛如热痛或电刺激痛的影响进行了深入研究。尽管 TENS 对实验性电刺激痛的抑制作用得到验证^[1],但对实验性热痛的研究结果有不同的报道。

Pertovaara^[2]发现用强度为 45 mA,时间为 20 min 的 TENS 置于前臂伸肌远端位置使 6 名受试者中的 5 名患者热痛阈显著性增高($P<0.02$)。Eriksson 等人^[3]进一步发现 TENS 止痛的中心效应(即在 TENS

治疗的同侧与对侧肢体,热痛阈和冷痛阈均有升高),从而揭示了 TENS 的止痛效应不仅是局部周围作用,还可能包括广泛的中枢效应。尽管上述 2 篇报道显示一定刺激强度和一定频率的 TENS 对实验性疼痛包括热、冷痛有抑制作用,然而 2 个研究均缺乏空白对照。之后, Marchand 等人^[4]对 7 名受试者进行了 TENS (100 Hz, 125 μ s)对实验性疼痛的抑制作用的对照研究。他们发现在 TENS 刺激 25 min 之中和之后,热痛阈显著性升高($P=0.002$),而空白刺激对热痛阈没有影响。Ekblom 和 Hansson^[5]的报道与上述研究截然相反。他们发现 6 个正常人接受 15 min 的 TENS 刺激(100 Hz, 200 μ s)对热痛阈无影响。样本量的过少($n=6$),刺激时间较短(15 min)以及受试者的不同可能

作者单位:100034 北京大学第一医院物理医学康复科(王宁华);
香港理工大学康复医学系(许云影)

是造成阴性结果的原因。

除了 TENS 对实验性疼痛的止痛效应引起人们的关注外, TENS 的其它效应(例如是否对振动阈产生作用)也逐步成为研究的焦点。早期的观察未发现 TENS 可以改变振动阈^[6,7]。然而, 一些研究^[8]也报道了在正常人及疼痛病人中, TENS 可以使振动阈升高。

本文将探讨 TENS 是否对疼痛具有特异性抑制或者具有广泛的感觉抑制作用(如振动觉)。在此研究之前, 我们对热痛阈及振动阈的信度进行了观察。

资料与方法

一、热痛阈测定信度的研究

8 位健康年轻人(均签署实验同意书), 不伴疼痛、神经系统及神经肌肉疾患; 年龄 26.8 ± 6.7 岁; 女性 3 人, 男性 5 人; 体重 59.9 ± 9.0 kg; 身高 164.4 ± 7.9 cm。

用 Medoc TSA-2001 感觉阈测量来测定热痛阈, 此仪器由温度控制器、反馈性可控 Peltier 传感头以及显示器组成。反馈性可控 Peltier 传感头大小为 $46 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$, 固定于受试者的大鱼际区。刺激的温度范围为 $32 \sim 50^\circ\text{C}$, 并以 1.5°C/s 的速度使温度上升, 以 10°C/s 的速度使温度下降。温度下降的速度高于温度上升的速度是为了有足够的时间使传感头的温度冷却, 而避免对皮肤温度感受器的持续兴奋产生抑制。本文将采用限定法测定热痛阈, 即当温度以 1.5°C/s 的速度从 32°C 上升时, 告诉受试者一旦感觉到热引起的痛, 就按一下鼠标键, 此时刺激温度即刻停止上升, 显示器自动记录下此时温度。此过程将自动重复 4 次, 每次间隔 30 s。热痛阈的确定值取这 4 次温度的平均值。

所有受试者将每隔 1 周测试 1 次, 在同一部位进行 3 次热痛阈测定。3 次数值之间的相关性将用相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)进行统计分析。

二、振动阈测定的信度研究

对 10 位健康年轻人进行振动阈测定信度的研究, 年龄 26.6 ± 5.9 岁; 体重 58.0 ± 9.6 kg; 身高 163.6 ± 7.5 cm; 女性 4 人, 男性 6 人。

使用 Medoc VSA-3000 测定每位受试者的振动阈。分别用递增和递减方法每隔 3 日测定 1 次, 共 3 次对受试者双手大鱼际区进行振动阈的测试。递增方法即振动传感器的振动幅度逐渐增加, 当受试者刚刚感受到有振动时, 被告知按下鼠标以中止测试, 显示器将自动记录中止时的数值[以毫米(mm)表示], 重复测试 4 次, 取平均值作为递增方法的振动阈。相反, 递减方法测试时, 振动幅度将从强至弱逐渐减低, 受试者在刚刚

感到振动消失时, 按下鼠标, 中止此次测试过程。4 次测试的平均值作为下降方法的振动阈。本实验振动频率为 100 Hz, 振动幅度为 $0.1 \sim 25.0 \text{ mm}$ 并以 0.1 mm 为一个增减单位。

每位受试者测试前均进行演示及练习直至完全明白测试过程。为保证每次测试位置的固定性, 在鱼际区的位置画与振动传感器头直径大小一致的圆圈。

同样, 对于每隔 3 日测定 1 次共 3 次测试出的递增, 递减振动阈数值用相关系数(ICC)进行统计分析。

三、TENS 作用的研究

共有 20 位正常年轻人参与研究(均详细告知研究的目的并签署了测试同意书), 年龄 $20 \sim 39$ 岁, 无神经系统骨骼肌肉的疾患, 无疼痛症状。年龄、身高、体重及性别见表 1。随机分为 2 组, 分别为 TENS 组和空白刺激组, 治疗时间为 30 min。每位受试者均分别接受热痛阈和振动阈的测定。测试在室温为 $20 \sim 22^\circ\text{C}$ 、隔音的试验室中进行。测试时, 左手大鱼际区及合谷穴位区(LI4)进行酒精消毒, 每位受试者分别在左手大鱼际区进行间隔 10 min 的刺激, 即 TENS 或空白刺激前的 30、20、10 min 以及刺激之后即刻 0、10、20、30、40 和 50 min 共 9 次的热痛阈及振动阈的测定。

表 1 TENS 作用研究的一般资料

项目	TENS 组 ^a	空白刺激组 ^a	TENS 组 ^b	空白刺激组 ^b
阈值	热痛	热痛	振动	振动
年龄(岁)	30.6 ± 4.2	29.8 ± 3.4	30.6 ± 4.6	29.8 ± 3.4
身高(cm)	160.3 ± 11.2	157.9 ± 10.1	160.3 ± 11.2	157.9 ± 10.1
体重(kg)	55.5 ± 8.7	59.1 ± 9.8	55.5 ± 8.7	59.1 ± 9.8
性别				
男	6	5	6	5
女	4	5	4	5

注: 4 组例数均为 10。a: 进行热痛阈测试; b: 进行振动阈测试。应用 t 检验对年龄、身高、体重、性别进行分析, TENS 组与空白刺激组无显著性差异。

TENS 将采用 TAODY MAXIMA, Staodyn, Inc, Longmount, C080502, 双通道 4 个电极。本研究只使用 1 个通道 2 个电极, 分别置于左手大鱼际区及左手的合谷穴, 刺激的参数采用双相方波, 脉宽 $200 \mu\text{s}$, 频率 100 Hz。

空白刺激采用同一公司生产的外形与 TENS 仪完全一致、但由特殊工艺使之内部线路切断而无电流输出的样机。当将空白刺激给受试者刺激时, 同样打开电源, 使受试者看到有灯光闪烁, 但无电流输出。

结 果

一、热痛阈测定的信度

使用 Medoc TSA-2001 测定 8 位健康人手部热痛阈, 每隔 1 周 1 次, 持续 3 次。所测得热痛阈值的信度相关系数较高(表 2)。

表 2 8 位健康人手部热痛阈的相关性比较($\bar{x} \pm s$)

部位	ICC ^a	热痛阈(°C) ^b		
		第 1 周	第 2 周	第 3 周
左手	0.92	46.5 ± 0.8	46.8 ± 0.9	46.7 ± 1.1
右手	0.87	46.5 ± 0.6	47.0 ± 0.6	46.9 ± 0.6

注:a 为 3 次热痛阈相关性分析的 ICC;b 代表热痛阈的平均值与标准差

二、振动阈测定的信度

使用 Medoc VSA-3000 测定 10 位健康人振动阈值每隔 3 天 1 次,连续 3 次所测得的振动阈值的信度相关系数很高(表 3)。

表 3 10 位健康人手部振动阈的相关性比较($\bar{x} \pm s$)

部位	ICC ^a	振动阈(mm) ^b		
		第 1 天	第 3 天	第 6 天
左手				
递增	0.95	0.26 ± 0.09	0.30 ± 0.14	0.34 ± 0.13
递减	0.96	0.58 ± 0.14	0.59 ± 0.13	0.57 ± 0.13
右手				
递增	0.96	0.29 ± 0.11	0.31 ± 0.14	0.29 ± 0.13
递减	0.95	0.56 ± 0.13	0.56 ± 0.15	0.54 ± 0.12

注:a 为 3 次振动阈数值相关性分析的 ICC;b 代表振动阈的平均值与标准差

三、TENS 的作用研究

1. TENS 对热痛阈的影响

表 4 显示 20 名受试者接受 TENS 和空白刺激之前 30、20、10 min 和之后 0、10、20、30、40 和 50 min 后热痛阈的平均值和标准差。

表 4 TENS 与空白刺激对热痛阈影响比较($\bar{x} \pm s$)

测定时间	TENS 组 ^a	空白刺激组	P 值 ^b
治疗前			
30 min	45.6 ± 2.7	46.1 ± 0.6	-
20 min	45.8 ± 2.5	46.8 ± 0.9	-
10 min	45.8 ± 2.6	46.0 ± 0.9	-
平均值 ^c	45.8 ± 2.6	46.3 ± 0.8	0.165
治疗后			
0 min	47.1 ± 2.6	46.3 ± 0.9	0.002 *
10 min	47.8 ± 1.8	46.3 ± 0.5	0.012
20 min	47.8 ± 1.6	46.3 ± 0.6	0.004 *
30 min	47.4 ± 2.4	46.2 ± 0.9	0.008
40 min	46.9 ± 2.4	46.5 ± 0.5	0.101
50 min	46.5 ± 2.4	46.3 ± 0.7	0.202

注:a 代表热痛阈的平均值与标准差;b 的 P 值代表两组之间 7 个不同时间分别进行检验,* 代表有显著差异;c 代表两组治疗前 3 次的平均值

应用 SPSS10.0 软件包,采用多项逐步回归分析法(repeated measures ANOVA)对 TENS 和空白刺激两组之间以及两组治疗前后共 7 次热痛阈值进行分析。其中 1 次为治疗前实际 3 次测量的平均值,其它 6 次为治疗后的实际测量值。

时间与组别做为此分析的 2 个变量。分析结果显示每组时间与时间-组效应。2 个变量之间出现干扰现象。用逐步多元回归分别对两组内的 7 个时间进行

分析统计;t 检验对两组之间对应的时间进行比较分析,并将 alpha 调整为 $P = 0.007 (0.05/7)$, $\alpha < 0.007$ 定义为差异有显著性。图 1 显示在 30 min TENS 治疗后即刻 0 min ($P = 0.001$), 10 min ($P = 0.002$), 20 min ($P = 0.003$) 和 30 min ($P = 0.007$) 与治疗前平均值相比,热痛阈有显著性升高,平均升高 1.3, 2.0, 及 1.6 °C。此结果进一步显示 TENS 对热痛阈的抑制作用可持续治疗后 30 min,而在空白刺激组,热痛阈改变无显著性意义。

在 TENS 组与空白刺激组两组之间比较时,TENS 治疗即刻(0 min, $P = 0.002$), 20 min ($P = 0.004$) 相对于空白刺激使热痛阈显著性增加,增加的度数为 0.8 °C 和 1.5 °C。

2. TENS 对振动阈的影响

表 5 显示了 TENS 组和空白刺激组治疗之前 30、20、10 min 及治疗之后 0、10、20、30、40 和 50 min 振动阈的平均值与标准差,同样应用 SPSS10.0 软件进行多项逐步回归分析,对 TENS 和空白刺激两相之间以及治疗前后共 7 次振动阈值进行分析比较。时间与组别做为 2 个变量,统计分析未发现 2 个变量之间的相互干扰,即每组时间 ($P = 0.836$) 及时间-组效应 ($P = 0.974$)。本文结果未发现每个时间(共 7 个)两组之间的振动阈有显著性差异。

表 5 TENS 与空白刺激对振动影响的比较($\bar{x} \pm s$)

测定时间	TENS 组 ^a	空白刺激组 ^a	P 值 ^b
递增方法			
治疗前			
30 min	0.30 ± 0.16	0.29 ± 0.16	-
20 min	0.32 ± 0.16	0.29 ± 0.14	-
10 min	0.32 ± 0.17	0.28 ± 0.14	-
平均值 ^c	0.31 ± 0.16	0.29 ± 0.15	0.857
治疗后			
0 min	0.34 ± 0.17	0.29 ± 0.15	0.732
10 min	0.35 ± 0.18	0.29 ± 0.16	0.656
20 min	0.34 ± 0.16	0.28 ± 0.12	0.748
30 min	0.35 ± 0.18	0.29 ± 0.13	0.391
40 min	0.33 ± 0.15	0.28 ± 0.14	0.630
50 min	0.33 ± 0.14	0.29 ± 0.15	0.654
递减方法			
治疗前			
30 min	0.59 ± 0.13	0.57 ± 0.11	-
20 min	0.60 ± 0.13	0.57 ± 0.13	-
10 min	0.60 ± 0.13	0.56 ± 0.12	-
平均值 ^c	0.60 ± 0.13	0.57 ± 0.12	0.435
治疗后			
0 min	0.60 ± 0.15	0.57 ± 0.14	0.644
10 min	0.61 ± 0.17	0.58 ± 0.15	0.892
20 min	0.60 ± 0.16	0.57 ± 0.13	0.727
30 min	0.61 ± 0.14	0.57 ± 0.14	0.517
40 min	0.58 ± 0.11	0.57 ± 0.12	0.793
50 min	0.58 ± 0.12	0.56 ± 0.11	0.867

注:a 代表振动阈的平均值与标准差;b 的 P 值代表两组之间 7 个不同时间分别进行检验,* 代表有显著差异;c 代表两组治疗前 3 次的平均值

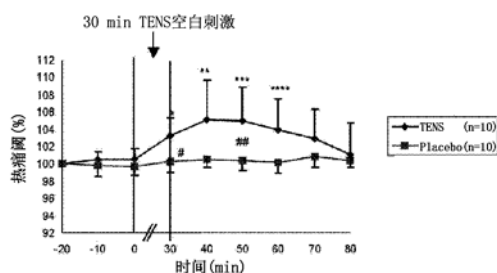


图1 TENS组内及其与空白刺激组间热痛阈的比较
注: *为TENS组内比较; #为TENS组与空白刺激组组间比较; //代表30 min的TENS或空白刺激

讨 论

一、TSA-2001 测定热痛阈值的信度研究

Yarnitsky 等人^[9]曾对 TSA-2001 热痛阈测定仪器进行了信度研究。他们在 106 个正常人(男性 41 人, 女性 65 人; 20~39 岁者 46 人, 40~59 岁者 47 人, 60~79 岁者 13 人)的手鱼际区 2 次测定的热痛阈值的可信相关性较高, 与我们的研究结果一致。

进一步与 Yarnitsky 等人的研究比较, 本研究中同一年龄组的手部热痛阈相对较高。造成这一现象可能由于 2 个研究中不同种族的人群对热敏感程度不同所致。另外, 性别不同也会使热痛阈有改变。Fillingim^[10]曾报道, 男性热痛阈显著高于女性。本研究男性比例占 62.2% (3/8), 而 Yarnitsky^[9]的研究男性比例占 34.7% (17/46), 男性比例较高也可能成为本研究热痛阈增高原因之一。总之, TSA-2001 热痛阈测定仪测定热痛阈的可信度高, 可应用于本文 TENS 的止痛效应的研究。

二、VSA-2001 测定振动阈信度的研究

Gerr 等^[11,12]采用限定法应用 Vibration II (Sensortek, Inc, Clifton, N) 仪器对 22 名正常人(男性 12 名, 女性 10 名)以及 22 名(男性 11 名, 女性 11 名)糖尿病患者, 病史平均 14.5 年(1~40 年)进行振动阈测定。Vibration II 的振动频率定为 120 Hz。结果显示正常人与糖尿病患者振动阈信度相关系数均为 0.81。我们的研究应用 Medoc VSA-3000 振动阈测定仪, 同样采用限定法, 结果显示信度相关系数为 0.95~0.96。与 Gerr 的研究^[11,12]相比, 本文研究应用 Medoc VAS-3000 测定振动阈值比 Vibration II 测定振动阈值的可信度高。排除测定振动阈仪器的不同, 造成这一现象可能的原因之一是两个仪器的振动频率不同。本文采用的 100 Hz, 而 Gerr 的研究采用的是 120 Hz。据报道^[13,14], 100 Hz 是激活感受振动的 PC (pacinian corpuscle) 受体最敏感的振动频率。另一可能的原因是由我们将振动传感器头每次固定同一位置, 并确保与

皮肤接触紧密。由于以上 2 种原因, 使本研究 VSA-3000 测定振动阈具有很高的可信度, 并可用于 TENS 作用的研究。

三、30 min TENS 对热痛阈的抑制作用

我们的结果显示, 与空白刺激相比 30 min 的 TENS 能够显著升高热痛阈值, 并且在 TENS 治疗后 10 min, 使之升到最高点(图 1), 但于治疗后 50 min, 热痛阈又回复到基线。本文显示 TENS 对热痛阈抑制这种特异性时间效应, 与以往在动物与人中研究的 TENS 的特异性时间效应相一致。

Han^[15]报告 30 min 的 TENS 对老鼠摆尾止痛作用呈缓慢上升, 于刺激中 20~30 min 时达到高峰(为基线的 56%~95%), 维持一段时间, 并于刺激后 45 min 回复到基线。Cheing 和 Hui-Chan^[16]将 TENS 用于治疗人的膝关节炎时, 也显示同样的时间止痛效应, 即止痛作用随治疗时间的延长而逐步增加, 并相对维持一段时间, 随后缓慢地减少。

TENS 这种特异性时间抑制效应与一些学者报告的内啡肽的作用相关联。例如, Han 等^[17]在 37 例病人脑脊液中发现, 应用低频 TENS (2 Hz) 治疗 30 min, 非常显著地增加了 367% 的蛋氨酸-脑啡肽-精氨酸-苯丙氨酸 ($P < 0.05$) 的释放, 高频 TENS (100 Hz) 治疗 30 min 能增加 49% 的强啡肽 A 的释放。上述 TENS 特异性时间抑制作用可能是由于从内啡肽释放到内啡肽产生的止痛效应所需的这段时间。而 TENS 治疗后持续延长的止痛效应可能是由于内啡肽的产物的逐步吸收有关。连续性突触激活以及神经系统可塑性的抑制作用也与 TENS 特异性时间抑制作用有关^[18]。

为何 TENS 作用于相同受试者和相同的刺激部位对热痛阈有抑制作用而对振动阈无改变呢? 痛觉及振动觉不同的神经传导通路可能决定着这一现象。以往的研究报道, 无论在猴子还是在人的身上, C 受体的活动性均与热痛阈值及其幅度有关^[19]。进一步的研究更证实了较缓慢 ($< 2.0^{\circ}\text{C/s}$) 温度上升速度测定的热痛阈是由细小感觉纤维 C 纤维传导的。相反, 由 PC 受体介导的 100 Hz 的振动觉是由粗大感觉纤维 A- β 纤维传导的。另外, 痛觉及振动觉至脊髓的传导通路及终止局域也是不同的。根据 Melzack 和 Wall^[20]的闸门学说, 30 min 的 TENS 对实验性热痛阈的抑制作用可能是通过激活的 A- β 纤维传导的振动觉而抑制 C 纤维传导的痛觉活动。TENS 这种特异性止痛效应也与内啡肽释放作用于其受体而产生的抑制疼痛的作用有关。

综上所述, 30 min 的 TENS 置于合谷穴可以抑制实验性热痛阈, 而对振动阈无影响。由于 TENS 的特异性时间抑制作用, 和无损害、简单且易操作等特点,

因而易于应用于临床及家庭病人。

致谢:感谢香港理工大学为作者提供科研资金和作者在香港期间用于完成本研究的助学金。

参 考 文 献

- 1 Liu J, Hui-Chan CWY. Long term afferent conditioning produces cumulative inhibitory influence on pain sensation and flexion reflex. *Proceedings of 10th Annual Spinal Cord Injury Research Symposium*, 1994. 965.
- 2 Pertovaara A. Experimental pain and transcutaneous electrical nerve stimulation at high frequency. *Appl Neurophysiol*, 1980, 43: 290-297.
- 3 Eriksson MBE, Rosén I, Sjolund B. Thermal sensitivity in healthy subjects is decreased by a central mechanism after TENS. *Pain*, 1985, 22: 235-242.
- 4 Marchand S, Bushnell MC, Duncan GH. Modulation of heat pain perception by high frequency transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *Clin Pain*, 1991, 1: 122-129.
- 5 Ekblom A, Hansson P. Thermal sensitivity is not changed by acute pain or afferent stimulation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1987, 50: 1216-1220.
- 6 Ferrington DG, Nail BS, Rowe M. Human tactile detection thresholds: modification by inputs from specific tactile receptor classes. *J Physiol*, 1977, 272: 425-433.
- 7 Pertovaara A, Hamalainen H. Vibrotactile threshold elevation produced by high-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation. *Arch Phys Med Rehabil*, 1982, 63: 597-600.
- 8 Zoppi M, Froncini F, Maresca M, et al. Changes of cutaneous sensory thresholds induced by non-painful transcutaneous electrical nerve stimulation in normal subjects and in subjects with chronic pain. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1981, 44: 708-717.
- 9 Yarnitsky D, Sprecher E, Zaslansky R, et al. Heat pain thresholds: normative data and repeatability. *Pain*, 1995, 60: 329-332.
- 10 Fillingim RB, Maddux V, Shackelford JA. Sex differences in heat pain thresholds as a function of assessment method and rate of rise. *Somatosens Mot Res*, 1998, 16: 57-62.
- 11 Gerr F, Letz D. Reliability of a widely used test of peripheral cutaneous vibration sensitivity and a comparison of two testing protocols. *Br J Industrial Med*, 1988, 45: 635-639.
- 12 Gerr F, Hershman D, Letz R. Vibrotactile threshold measurement for detecting neurotoxicity: reliability and determination of age- and height-standardized normative values. *Arch Environ Health*, 1990, 45: 148-154.
- 13 Sherrick CE, Cholewiak RW, Collins AA. The localization of low- and high-frequency vibrotactile stimuli. *J Acoust Soc Am*, 1990, 88: 169-179.
- 14 Vallbo AB, Johansson RS. Properties of cutaneous mechanoreceptors in the human hand to touch sensation. *Human Neurobiol*, 1984, 3: 3-14.
- 15 Han JS. Physiologic and neurochemical basis of acupuncture. In: Cheing TO, eds. *The international textbook of cardiology*. New York: Pergamon, 1986. 1124-1126.
- 16 Cheing G, Hui-Chan CWY. Nonparallel antinociceptive effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on chronic clinical pain and acute experimental pain. *Arch Phys Med Rehabil*, 1990, 80: 305-312.
- 17 Han JS, Chen XH, Sun SL. Effect of low- and high-frequency TENS on Met-enkephalin-Arg-Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF. *Pain*, 1991, 47: 295-298.
- 18 Romita VV, Yashpal K, Hui-Chan CWY, et al. Intense peripheral electrical stimulation evokes brief and persistent inhibition of the nociceptive tail withdraw reflex in the rat. *Brain Res*, 1997, 761: 192-202.
- 19 Torebjork HE, LaMotte RH, Robinson CJ. Peripheral neural correlates of magnitude of cutaneous pain and hyperalgesia: simultaneous recording in humans of sensory judgements of pain and evoked responses in nociceptors with C fibers. *J Neurophysiol*, 1984, 51: 325-339.
- 20 Melzack R, Wall PD. Pain mechanism: a new theory. *Science*, 1965, 150: 971-979.

(收稿日期:2001-08-23)

(本文编辑:刘雅丽)

关于中华医学会主办的系列杂志封面加注“中华医学会系列杂志”的通告

由中国科学技术协会主管、中华医学会主办的系列医学学术期刊(以下简称中华医学会系列杂志)在长期的办刊工作中,充分发挥专家云集、人才荟萃、联系广泛、专业覆盖面广的优势,紧密团结广大医学工作者,坚持正确的学术导向和学术质量至上的办刊方针,始终站在传播最新医学知识、交流最新科研发展、引导学术发展方向、推动医学科技进步的前沿,形成了高水平、高质量的办刊特色,得到了广大读者的厚爱,被公认为中国医学界最具学术权威性的杂志系列,具有广泛的社会影响。

为了维护中华医学会系列杂志的良好形象和合法权益,也便于读者对中华医学会系列杂志的识别,自2002年第1期起,中华医学会系列杂志除《美国医学会杂志中文版(JAMA)》、《英国医学杂志中文版(BMJ)》和《美国医学会眼科杂志中文版》等国际合作杂志外,均在杂志封面加注“中华医学会系列杂志”。

特此通告,敬请周知。

中华医学会杂志社

2002年1月