

多功能瘢痕治疗仪的研制

徐月华¹, 王甲汉², 李志清² (¹ 广东机电职业技术学院, 广东 广州 510515; ² 南方医科大学南方医院烧伤科, 广东 广州 510515)

摘要:目的 介绍一种具有按摩、加压、温控等作用于一体的多功能瘢痕治疗仪的研制方法。方法 通过步进电机的旋转和直线位移对瘢痕部位施加压力及按摩; 采用半导体制冷片进行制冷、制热; 利用单片机进行温度和压力的控制与显示。结果和结论 该治疗仪使用方便, 对机体瘢痕形成和增生可进行有效的预防和治疗。

关键词: 瘢痕; 治疗仪; 瘢痕

中图分类号: R-331 文献标识码: A 文章编号: 1000-2588(2005)07-0874-02

创伤、手术后切口或创面愈合时常伴有瘢痕形成、增生和挛缩, 目前瘢痕预防和治疗方法主要有手术治疗、加压治疗、硅胶薄膜敷贴、放射治疗、冷冻治疗、药物治疗等。目前普遍认为较有效的疗法是压力治疗^[1-3]; 低温治疗可使病灶细胞、组织坏死, 能有效抑制瘢痕增生, 而且能止痒^[4]。现有的瘢痕治疗仪主要基于超声治疗、中频电治疗、音频治疗、射频治疗、微波治疗和激光治疗, 但临床应用时疗效不佳。我们研制出一种集按摩、加压、冷疗等作用于一体的多功能智能瘢痕治疗仪, 报告如下。

1 仪器结构与原理

多功能瘢痕治疗仪主要由电动加压按摩单元、制冷单元、温度和压力检测单元、A/D 转换单元、单片机控制单元、显示单元、电源调整单元等组成。其工作原理是: 通过步进电机实现对瘢痕部位的加压及按摩, 改变电机脉冲频率来改变电机的转速, 不同的转速达到不同的按摩效果, 改变电机的直线距离来改变压力。通过半导体制冷片实现对瘢痕的冷疗; 用单片机 (89C52) 完成压力、温度的控制与显示。本治疗仪的技术参数为: 压力可调范围: 0~10 kPa; 温度可调范围: 0~30 ℃。其总体功能结构框图见图 1。

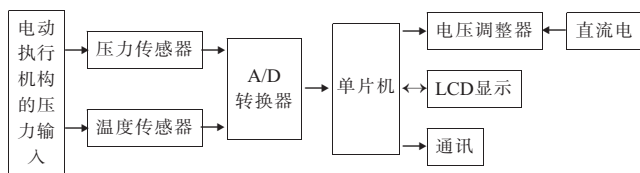


图 1 总体功能结构框图

2 加压按摩单元设计和原理

持续加压可使局部组织缺血, 降低组织代谢率,

减少成纤维细胞含量, 扩大细胞间隙, 有利于胶原束分散和规律分布, 从而抑制瘢痕增生。从理论上讲, 持续施以与毛细血管压力 (3.5 kPa) 相近的压力可使胶原纤维重新排列, 局部相对贫血, 从而抑制瘢痕增生。早期瘢痕使用压力约 0.2 kPa, 后期的硬瘢痕则需要 0.35~4.00 kPa 压力^[5]。大量的临床实践也表明对瘢痕进行早期按摩能有效抑制瘢痕增生, 因为早期增生性瘢痕毛细血管形成快而多, 表现为新生期活跃特点, 毛细血管脆弱容易破坏, 采用特定手法按摩, 可有效破坏毛细血管形成, 阻断瘢痕处营养供给, 从而抑制瘢痕增生。

步进电机是纯粹的数字控制电动机, 它将电脉信号转变成角位移, 即给一个脉冲信号, 且就转动一个角度, 因此非常适合于单片机控制。我们选用四相反应式步进电动机。其转子和定子表面都分布有小齿, 且齿距相同, 形状相似。反应式步进电动机运动的动力来自于电磁力, 在电磁力的作用下, 转子被强行推动到最大磁导率 (或者最小磁阻) 的位置, 并处于平衡状态。对四相步进电机来说, 当某一相的磁极处于最大磁导位置时, 另外三相必须处于非最大磁导位置。错齿的存在是步进电机能够旋转的前提条件, 即当某一相处于对齿状态时, 其他相必须处于错齿状态。如果给处于错齿状态的相通电, 则转子在电磁力的作用下, 将向磁导率最大 (或磁阻最小) 的位置转动即向趋于对齿状态转动, 步进电机就是基于这一原理实现转动。其工作方式有单四拍、双四拍之分, 其中双四拍通电时间长, 消耗的电功率大, 当然, 获得的电磁转矩也大^[6]。

我们选用步距角为 1.8°, 12 V 四相步进电机。并可通过软件法、硬件法对步进电机进行脉冲分配, 从而实现步进电机的调速。选用 UCN5804B 集成电路芯片作为四相步进电动机的单极性驱动。由内部定时中断来控制步进电机的脉冲分配。软件算法如下: 由于步进电机的转速 V 为 50 200 转 /min, 晶振为 =24 M, 电机步距角 θ 为 1.8°。由以上数据可以计算

收稿日期: 2005-02-03

作者简介: 徐月华 (1968-), 女, 硕士, 高级工程师, 电话: 020-61647627, E-mail: xyh@21cn.com

出各参数:

$$\text{每秒钟转速 } V_s = V \div 60; \text{ 旋转一周的步数 } B = \frac{360}{\theta};$$

$$\text{每秒钟多少步 } S = V_s \times B = \frac{V \times 60}{\theta}; \text{ MCU 的机器周期为}$$

$$F = \frac{f}{12}; \text{ 所以, 延时数为 } A = \frac{F}{S} = 720\,000 \div V; V \in [50,$$

200]; A ∈ [3600, 14400]。因为, 延时数 A 在 0-65535 内, 所以我们采用 16 位内部定时器对步进电机进行控制。流程见图 2。

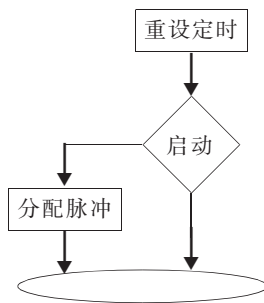


图 2 步进电机控制流程

3 制冷单元设计与原理

低温治疗可使病灶细胞、组织变性,甚至坏死,能有效抑制瘢痕增生,而且能止痒。半导体制冷片具有体积小、机构简单、启动快、控制灵活等优点,特别在小体积、小负荷的制冷场合,使用半导体制冷有其独到的好处。并且,改变电流方向可以用来制冷或制热。在产冷量 20 W 以下,温差不超过 50 ℃ 时,半导体制冷的效率高于压缩式制冷,在小型医疗仪器中具有广泛临床应用价值。半导体制冷原理是建立在“珀尔贴”效应上,即某种材料通上直流电之后,其两端有温差产生,所以又称温差电制冷,半导体制冷或称热电制冷。由于半导体的制冷效果在很大程度上取决于热端的散热。为了达到更好的制冷效果,其冷端应加储冷板,热端应加散热板,并且应在制冷片与储冷板之间、制冷片与散热板之间涂导热硅脂,以填补空隙,改善接触。为了不让热端的热串到冷端,储冷板和散热板之间应当用隔热材料充填,其厚度在 25~30 mm 为宜,并在热端加风扇以加快散热。我们选用 TEC1 系列 5 V, 2.5 A 的半导体片作为制冷元件,选用 ULN2803A 作为继电器驱动管。其温度控制电路如图 4, 通过继电器对半导体制冷片进行制冷、制热、停的控制。原理如下:当 KM1 断开时,制冷片没有供电;当 KM1 接通, KM2 断开时, 电流从 KM2 的 4 脚流入, 13 脚流出(制冷);当 KM1 接通, KM2 接通时, 电流从 KM2 的 13 脚流入, 4 脚流出(制热)(图 3)。

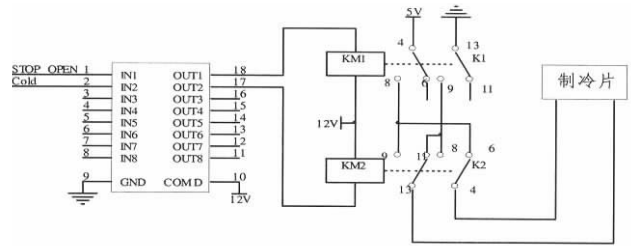


图 3 温度控制电路图

4 传感检测

在传感检测单元中, 我们选用 AD590 温度传感器, HA7324 运算放大器, ADC0832 模数转换器, A0512S 电平转换器。通过 AD590 将温度的变化转换成电流变化, 用 HA7324 将电流的变化转化成电压的变化, 并经过差动放大后得到输出电压与摄氏温度的关系, $V_0 = T/10$ 伏, 温度单位为度。由于 ADC0832 为 5 V 电压, 而 HA7324 等运算放大器需要 ±12 V, 所以用 A0512S 对电平进行转换, 将 5 V 直流转换成 ±12 V 直流。

5 结论

目前该仪器已具有按摩、加压、制冷、显示等功能, 临床初步研究表明, 该治疗仪使用方便, 性能稳定, 可有效的抑制创伤导致的瘢痕形成, 而且对增生期瘢痕有显著的抑制作用, 并可减轻由于瘢痕增生导致的瘙痒。

参考文献:

- [1] 吴宗耀. 烧伤瘢痕的防治难点[J]. 中华烧伤杂志, 2004, 20(2): 67-8.
Wu ZY. Critical aspects in the treatment of postburn scars[J]. Chin J Burns, 2004, 20(2): 67-8.
- [2] 李志清, 王甲汉, 任加良, 等. 鹧鸪油对烫伤大鼠创面的愈合作用[J]. 第一军医大学学报, 2004, (11): 1255-6.
Li ZQ, Wang JH, Ren JL, et al. Effects of topical emu oil on wound healing in scalded rats [J]. J First Mil Med Univ/Di Yi Jun Yi Da Xue Xue Bao, 2004, (11): 1255-6.
- [3] Brissett AF, Sherris DA. Scar contractures, hypertrophic scars, and keloids[J]. Facial Plast Surg, 2001, 17(2):263-72.
- [4] 向建光, 钱春丽, 周凤霞, 等. 冷冻联合得宝松局部注射治疗瘢痕疙瘩 36 例[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2002, 5(11): 1109-10.
- [5] 刘青山, 冯 丽, 沈菊彬, 等. 压力衣综合治疗烧伤后增生性瘢痕的疗效观察[J]. 贵阳医学院学报, 2000, 25(4): 370-1.
Liu QS, Fen L, Shen JB, et al. Curative effect of resilience cloth integrating treatment in hyperplastic scar by burn [J]. J Guiyang Med Coll, 2000, 25(4): 370-1.
- [6] 王明晓. 电动机的单片机控制[M]. 北京航空航天大学出版社, 2003. 181-208.