

激光针灸实验及其图像处理结果

汤茜, 李凯扬

武汉大学物理科学与技术学院, 湖北 武汉 430072

【摘要】目的:观察激光针灸原穴前后人体沿经脉循行线的温度变化,探讨经脉循行的规律。**方法:**40名健康男性志愿者接受激光针灸肺经原穴太渊穴、大肠经原穴合谷穴,使用热层析软件观察和记录手太阴肺经循行线和手阳明大肠经循行线上体表的温度变化。使用MATLAB软件将激光针灸前后的图片配准相减,得到温差效果图。分别对经线上穴位点、经线上非穴位点以及非经非穴旁开点进行温差分析。**结果:**激光针灸原穴后,手太阴肺经循行线和手阳明大肠经循行线形成了与中医理论基本一致的循经高温线。经线上穴位点升温 $0.81\sim 1.12\text{ }^{\circ}\text{C}$,经线上非穴位点升温 $0.55\sim 0.75\text{ }^{\circ}\text{C}$,非经非穴旁开部位升温 $0.35\sim 0.56\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。**结论:**激光针灸肺经原穴太渊穴会引起手太阴肺经循行线上体表温度升高,而激光针灸大肠经原穴合谷穴会引起手阳明大肠经循行线上体表的温度升高。激光针灸原穴后会引发正常人体表沿经脉循行线温度升高。

【关键词】激光针灸;太渊穴;合谷穴;经脉循行线;医学图像配准

【中图分类号】R319;R224

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2019)03-0344-07

Laser acupuncture experiments and results of image processing

TANG Qian, LI Kaiyang

School of Physics and Technology, Wuhan University, Wuhan 430072, China

Abstract: Objective To observe the temperature changes along meridian courses after Yuan point laser acupuncture and explore the law of meridian courses. **Methods** Forty healthy male volunteers were treated with Taiyuan and Hegu laser acupunctures. A thermal tomography analytical instrument was used to observe and record the changes of body surface temperature along two meridian courses (lung meridian of hand-taiyin course and hand-yingming large intestine meridian). The images taken before and after the laser acupuncture were registered and subtracted to obtain the differences in temperature. The temperature changes of the acupoints and non-acupoints in the meridian courses and some other non-acupoints not in the meridian courses were obtained and analyzed. **Results** High temperature lines along lung meridian of hand-taiyin course and hand-yingming large intestine meridian coincided with the classical meridian courses. The temperatures of the acupoints and non-acupoints in the meridian courses were increased by $0.81\text{--}1.12\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $0.55\text{--}0.75\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectively, and the temperatures of the non-acupoints not in the meridian courses were increased by $0.35\text{--}0.56\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Conclusion** Taiyuan laser acupuncture causes the increase of temperature along lung meridian of hand-taiyin course, and Hegu laser acupuncture leads to the increase of temperature along hand-yingming large intestine meridian. The Yuan point laser acupuncture for healthy person increases the temperature along meridian courses.

Keywords: laser acupuncture; Taiyuan; Hegu; meridian course; medical image registration

前言

经络、内属脏腑以及外络肢节是运行气血的通道。经络学说在中医研究中占有重要地位^[1-2],在疾

病诊断^[3]、治疗^[4-6]、病理分析^[7]等方面应用广泛。以中医经络学说为基础的循经感传现象一直受到广泛的关注与研究^[8-10],而经络循行的客观显示是中医研究的热点和难点。红外热成像技术能够进行实时的观测和记录,进而获取人体体表的温度分布^[11],在循经感传现象的研究中具有直观、方便的特点,可使研究更为集中、深入,具有重要的意义和价值^[12]。

激光针灸是指以低强度激光束刺激穴位来模拟传统中医的“针”和“灸”。激光针灸无疼痛感、安全可靠、易于控制、操作简洁,同时还能达到针刺的效

【收稿日期】2018-09-25

【基金项目】国家重大科学仪器设备开发专项(2012YQ160203)

【作者简介】汤茜,硕士研究生,主要从事生物医学研究工作, E-mail: tangqian_echo@163.com

【通信作者】李凯扬,教授,博士研究生导师,主要从事生物组织光学与医学影像工作, E-mail: lky@whu.edu.cn

果^[13]。原穴是脏腑的原气经过和留止的部位,是经络中十分重要的穴位^[14-15]。本研究通过激光针灸太渊穴、合谷穴,同时设置对照实验;使用红外热成像技术观测和记录对应经脉循行线体表的温度变化^[16],并分别对经线上穴位点、经线上非穴位点以及非经非穴旁开点进行温度值分析;使用MATLAB软件配准相减得到温差效果图,发现循经高温线显示与传统中医经络循行线一致。

1 研究对象与实验方法

1.1 实验仪器

实验仪器为昊博科技有限公司自主研发的HB-T-2C型热层析分析仪。该仪器的感性(NETD) ≤ 50 mk f/1.0;分辨率为640×480;波长响应范围为7.5~13.5 μm 。该仪器可采集人体的红外热像图,实时存储于计算机中,便于后期软件处理。

激光针灸仪是实验室自主研发的半导体激光针灸模拟仪,采用波长为808 nm与980 nm的双激光光源,加热光斑直径约为0.5 cm,上限功率为100 MW,确保在对人体不会造成伤害的同时满足实验要求。通过调节激光功率、频率、波形种类、波形占空比等,模拟传统针灸中的不同手法^[13]。

1.2 实验对象

受试者为40名年龄范围在20~35岁的健康男性志愿者。实验前已对志愿者进行详细的体检,确定无心、脑、肝、肾、肺以及免疫、感染性疾病,近15天无感冒、发热及服药史。

1.3 激光针灸实验操作及人体红外热像图的采集

将实验室温度调节在27℃左右,并使实验环境稳定无风。受试者进入实验室后,去除待检测部位的衣物饰品,使其完全暴露于摄像头前。在床上静躺20 min,使人体代谢产热与周围环境平衡,体表温度到达较稳定的状态。启动热层析软件,输入受试

者相关资料(姓名、性别、年龄等),自动生成受试者信息文档,然后开始实验。实验步骤为:(1)将热层析仪器的探头对准受试者的待测部位,使待测部位位于画面中心。调整探头的焦距以及系统温窗,使采集界面的图像稳定清晰,通过软件控制镜头画面,准备采集。(2)进行红外热像图采集,每幅图像采样间隔为30 s。待受试者静躺20 min后,采集图像,即为激光针灸前的人体红外热像图。对照射点太渊穴(或合谷穴)进行标记,然后用激光针灸仪照射穴位点。实验过程中,询问受试者手臂是否有热、麻、胀等感觉,记录信息。保持室内温度及受试者的体态、情绪稳定。再取激光针灸12 min后的人体红外热像图。(3)两名受试者隔天轮流交换实验,太渊穴、合谷穴实验均重复多次,以避免结果的偶然性。

人体温度由高到低对应图像中的颜色顺序为:白、深红、红、浅红、黄、绿、浅绿、浅蓝、深蓝和黑色。观察采集的红外热像图,分析激光针灸前后人体对应经脉部位的温度变化。后续用软件处理实验图片,进行温差分析。

2 实验结果

2.1 激光针灸原穴时受试者口述针感

在多次实验过程中,加激光针灸10 min左右,受试者均表示手臂上沿着理论经脉循行路线的部位有热、酸、麻、胀等感觉,即传统针灸时的“针感”反应^[17]。

2.2 激光针灸原穴前后经络所在体表红外热像图显示

2.2.1 激光针灸太渊穴前后手太阴肺经循行线体表红外热像图显示 由体表红外热像图可见,在环境温度维持稳定时,激光针灸太渊穴后,手太阴肺经循行线所在人体上半身温度发生不同程度升高,经络循行线处的体表温度较其他部位升高明显(图1)。

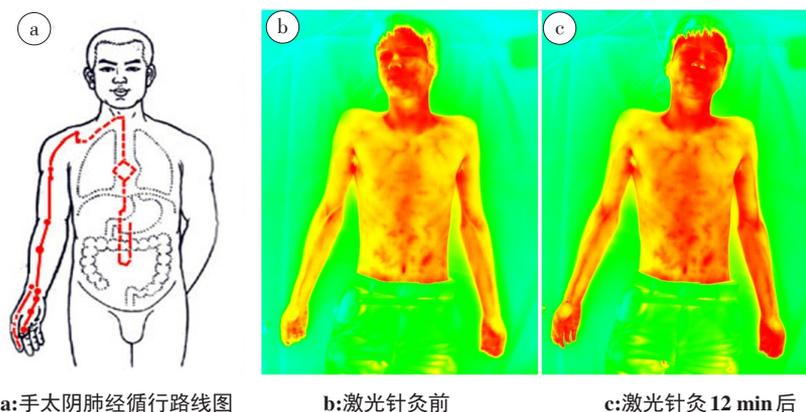


图1 激光针灸太渊穴前后的体表红外热像图

Fig.1 Infrared thermogram of the body surface before and after Taiyuan laser acupuncture

2.2.2 激光针灸合谷穴前后沿手阳明大肠经循行线体表红外热像图显示 由体表热分布图可见,在环境温度几乎没有变化时,激光针灸合谷穴后,手阳明大

肠经循行线所在上半身有不同程度的升温现象,手阳明大肠经循行线处的体表温度较其他部位升高明显(图2)。

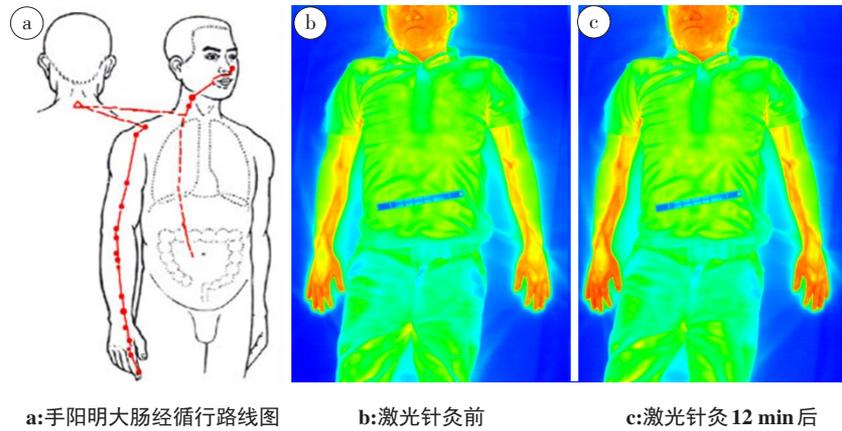


图2 激光针灸合谷穴前后的体表红外热像图
Fig.2 Infrared thermogram of the body surface before and after Hegu laser acupuncture

2.3 激光针灸原穴前后沿对应经脉循行线的温度值分析

分析在激光针灸前后这9个穴位点、经线上相邻穴位中点及距这9个穴位点1 cm处的非经非穴旁开对照点的温度值变化。选取10组效果显著的图片,计算温差平均值。结果详见表1~3。

2.3.1 激光针灸太渊穴前后沿手太阴肺经循行线的温度值分析 取手太阴肺经循行路线上9个穴位点,

表1 激光针灸太渊穴前后经线上穴位点温差平均值

Tab.1 Differences in temperatures of acupoints in the meridian courses before and after Taiyuan laser acupuncture

指标	少商	鱼际	太渊	列缺	孔最	尺泽	天府	云门	中府
$\Delta T/^\circ\text{C}$	0.955	1.112	1.501	1.145	0.956	0.892	0.875	0.869	0.845

表2 激光针灸太渊穴前后经线上非穴位点温差平均值

Tab.2 Differences in temperatures of non-acupoints in the meridian courses before and after Taiyuan laser acupuncture

指标	少商-鱼际中点	鱼际-太渊中点	太渊-列缺中点	列缺-孔最中点	孔最-尺泽中点	尺泽-天府中点	天府-云门中点	云门-中府中点
$\Delta T/^\circ\text{C}$	0.582	0.696	0.728	0.662	0.638	0.613	0.575	0.553

表3 激光针灸太渊穴前后非经非穴旁开对照点温差平均值

Tab.3 Differences in temperatures of non-acupoints not in the meridian courses before and after Taiyuan laser acupuncture

指标	少商旁开	鱼际旁开	太渊旁开	列缺旁开	孔最旁开	尺泽旁开	天府旁开	云门旁开	中府旁开
$\Delta T/^\circ\text{C}$	0.376	0.412	0.559	0.488	0.383	0.371	0.368	0.359	0.355

2.3.2 激光针灸合谷穴前后沿手阳明大肠循行线的温度值分析 取手阳明大肠经的循经线上9个穴位点,分析在激光针灸前后这9个穴位点、经线上相邻穴位中点及距这9个穴位点1 cm处的非经非穴旁开对照点的温度值变化。选取10组效果显著的图片,计算温差平均值。结果详见表4~6。

2.4 激光针灸原穴前后沿对应经脉循行线手臂温度变化的显示

2.4.1 使用 MATLAB 对手臂部分图像进行配准 医学图像配准是指通过寻找两幅医学图像中的空间变换关系,使图像中具有诊断意义的对应点在空间位置和解剖结构上达到一致,使几幅图像对齐,消除医

表4 激光针灸合谷穴前后经线上穴位点温差平均值

Tab.4 Differences in temperatures of acupoints in the meridian courses before and after Hegu laser acupuncture

指标	商阳	二间	合谷	阳溪	偏历	温溜	上廉	曲池	手五里
$\Delta T/^\circ\text{C}$	0.963	1.109	1.492	0.992	0.941	0.895	0.848	0.821	0.811

表5 激光针灸合谷穴前后经线上非穴位点温差平均值

Tab.5 Differences in temperatures of non-acupoints in the meridian courses before and after Hegu laser acupuncture

指标	商阳-二间中点	二间-合谷中点	合谷-阳溪中点	阳溪-偏历中点	偏历-温溜中点	温溜-上廉中点	上廉-曲池中点	曲池-手五里中点
$\Delta T/^\circ\text{C}$	0.601	0.711	0.759	0.685	0.642	0.614	0.568	0.549

表6 激光针灸合谷穴前后非经非穴旁开对照点温差平均值

Tab.6 Differences in temperatures of non-acupoints not in the meridian courses before and after Hegu laser acupuncture

指标	商阳旁开	二间旁开	合谷旁开	阳溪旁开	偏历旁开	温溜旁开	上廉旁开	曲池旁开	手五里旁开
$\Delta T/^\circ\text{C}$	0.404	0.401	0.539	0.456	0.392	0.379	0.368	0.361	0.349

学伪影的影响,方便后期通过图像获取患者的信息,从而进行医学诊断和治疗。为了更直观地显示激光针灸原穴时沿对应经脉温度的变化,截取手臂部分红外热像图进行具体分析。由于实验过程中人体会稍有偏动,为了较好观察其温度变化,故先对图片进行配准,使其生理位置点对齐。

医学图像配准的方法有多种,有互信息法、基于sift算法、基于surf算法、傅里叶变换法、基于点和面的特征变换法等,这些方法在配准图像时各有各的优缺点。MATLAB有齐全的图像处理工具箱,方便对采集的红外热像图进行读写及处理^[18]。图像处理工具箱中的Registration Estimator模块包含多种常用的配准方法,且每种配准方法的具体参数可调,在实际操作中,对于各种图像均可以找到合适的配准方法,十分方便有效。

使用MATLAB 2017a进行图像配准的步骤如下:(1)打开MATLAB 2017a,选择图像处理工具箱中的Registration Estimator模块,即可开始图像配准。加载图片(Load Images);然后分别选择参考图像和浮动图像。(2)在界面中选择配准方法。界面上方SURF、FAST、BRISK、Harris分别表示图像配准的算法;界面右边Preprocessing表示前处理,可选择是否需要归一化或者对图像进行高斯模糊;Intensity Parameters表示各种可调参数,此处可以选择空间变换的类型为刚性变换、非刚性变换或者相似性变换、仿射变换等,也可以调节配准过程中的细节参数;Post-processing表示后处理。(3)加载好图片,选好配准的方法之后,即可点击Register开始配准。界面左边表示各个配准的结果显示,对于不

同方法会显示配准的准确率、能匹配到的特征点数量、有用的特征点数量,通过尝试各种方法,选择准确率最高的一个即可。使用MATLAB配准可以达到较好的效果,配准界面如图3所示。

当图片加载到MATLAB进行配准时,必须将图片的颜色转换成灰度或者品红等,但对于本研究的红外热像图来说,颜色表示的是温度的高低,故不能轻易改变图像的颜色。为了更好地使用Registration Estimator模块中的多种算法进行配准,本研究只使用其中的空间变换关系,而不在模块中输出配准后的图片。调用Registration Estimator模块中变换关系的方法如下:

(1)调用刚性配准的变换关系:

```
realregisteredimage = imwarp(im2, movingReg.DisplacementField);
```

(2)调用非刚性配准的变换关系:

```
TForm=movingReg.Transformation;%工作空间中的movingReg.Transformation中含有变换信息矩阵。
```

```
realregistered = imwarp(im2,TForm,'OutputView',outputView); %根据变换信息TForm以及配准后的尺寸outputView进行图像变换。
```

将手臂的红外热像图导入Registration Estimator模块进行多种方法配准,然后选择其中准确率最高的一个方法输出其空间变换关系,在MATLAB中使用自己编写的程序代码进行配准,即可不改变图像的颜色。配准完毕后,将激光针灸12 min后的图像与针灸前的图像相减,得到沿经脉循行线手臂部分的红外热像温差图。

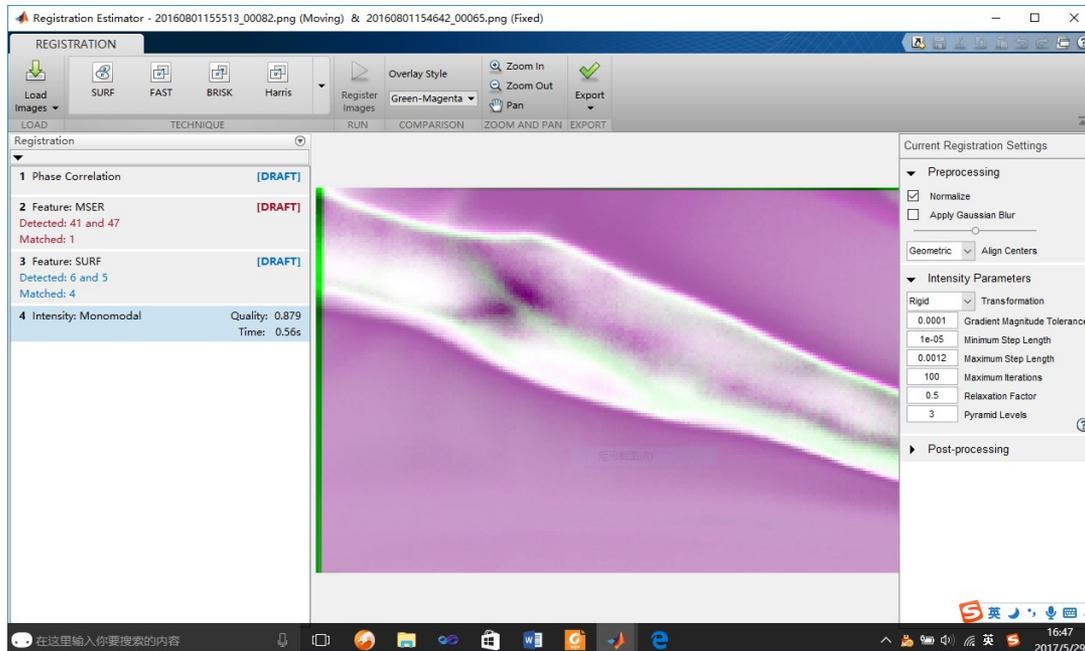
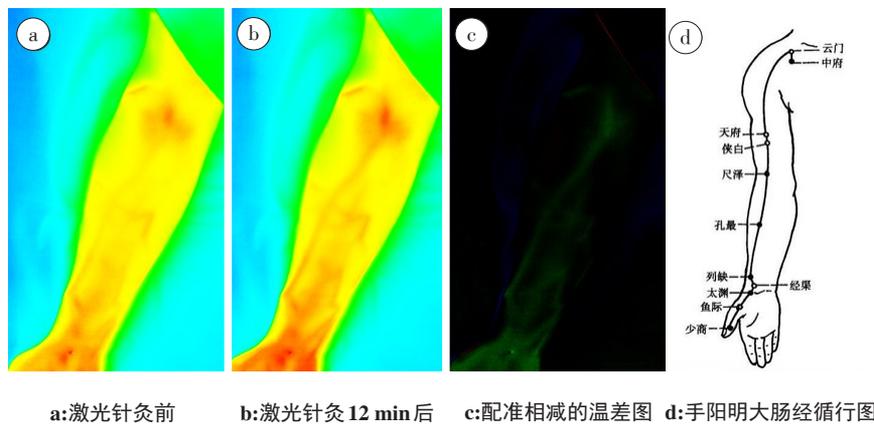


图3 使用MATLAB配准示意图

Fig.3 Schematic diagram of registration using MATLAB

2.4.2 激光针灸原穴前后沿对应经脉循行线手臂部分
 红外热像图温差分析 由红外热像图4a、b可见,激光针灸后手臂有不同程度的升温反应,且沿原穴对应经脉循行线的体表温度较其他部位升高明显,循经现象显著。软件配准相减得到温差图4c,图4a、b这两幅图片

中的血管、环境因素完全抵消。图中绿色表示温度升高的部位,黑色表示温度不变或变化很小的部位,红色表示温度降低的部位。由温差图可更加直观地看出激光针灸时温度升高的部位。循经高温线和理论图上的经脉循行线走势一致(图4、图5)。



a:激光针灸前 b:激光针灸 12 min 后 c:配准相减的温差图 d:手阳明大肠经循行图

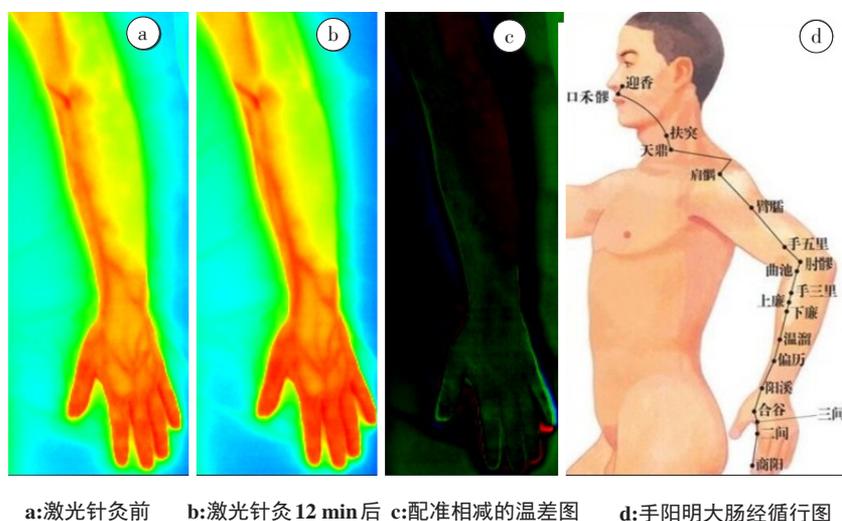
图4 激光针灸太渊穴前后手臂部分的红外热像图及温差效果图

Fig.4 Infrared thermograms and temperature differences before and after Taiyuan laser acupuncture

3 讨论

本研究利用半导体激光针灸模拟仪和热层析软件,对原穴(肺经原穴太渊穴、大肠经原穴合谷穴)进行激光针灸实验;然后使用MATLAB进行人体红外图像配准和减法运算;最终得出明显的经脉循行线。统计激光针灸 12 min 后手臂温度值变化结果,由表 1~6 可见,

在本实验条件下,太渊穴前后经线(手太阴肺经)上的 9 个穴位点的平均温度升高 1.02 °C,太渊穴前后经线上两穴位点中点平均温度升高 0.63 °C,太渊穴前后非经线上穴位点旁开点平均温度升高 0.41 °C,即肺经上穴位点温度升高明显大于非穴位点;合谷穴前后经线(手阳明大肠经)上的 9 个穴位的平均温度升高 0.99 °C,合谷穴前后经线上两穴位点中点平均温度升高 0.64 °C,



a:激光针灸前 b:激光针灸 12 min后 c:配准相减的温差图 d:手阳明大肠经循行图

图5 激光针灸合谷穴前后手臂部分的红外热像图及温差效果图

Fig.5 Infrared thermograms and temperature differences before and after Hegu laser acupuncture

合谷穴前后非经非穴旁开对照点平均温度升高 0.41°C ,即大肠经上穴位点温度升高明显大于非穴位点。这说明激光针灸刺激原穴会引起正常人沿经脉循行线温度升高。利用MATLAB对激光针灸前后图像进行配准、相减得到温差图。由图4~5可见,激光针灸原穴时,沿着对应经脉部位会出现明显高于其他部位的高温特征,呈线性分布,与中医理论的经脉循行线形状相似、走势一致,表现出较强的“循经性”。本研究为中医学“经脉循行路线”提供了新的实验依据,从一定程度上证明了循经感传现象的客观存在性。

本研究的数据仅由上述实验结果得出,由于样本数量有限,其普遍性仍有待验证。本实验有待从以下几个方面做进一步研究:(1)调整实验环境,如温度等,探究不同实验条件下经脉循行现象是否一致;(2)本实验目前受试者仅限于健康男性,以后希望对健康女性、患病男性、患病女性等不同身体状况的人进行实验,且大量增加样本数量,使其结果具有统计学意义;(3)目前仅针对肺经和大肠经做实验,接下来可扩展到其他经络穴位。

经络的客观存在性表现在各个方面,主要体现为“循经”,循经感传是人群中普遍存在的现象^[19-20]。研究“循经”的特征和原因在当前经络研究中十分重要而关键,是研究经络实质需要攻破的首要难关。中医经络学说博大精深,古人所说“经脉循行路线”是否客观存在以及其原理本质如何仍需深入研究。

【参考文献】

- [1] 郭诚杰. 经络学说述要(上)[J]. 陕西中医, 1984, 4: 29-30.
GUO C J. The theory of meridian theory (I)[J]. Shaanxi Journal of Traditional Chinese Medicine, 1984, 4: 29-30.
- [2] 刘斌, 李玉华. 当代经络研究的回顾、反思与展望[J]. 中华中医药杂志, 2016, 11: 4364-4367.
LIU B, LI Y H. Review, reflection and prospect on contemporary researches of meridians and collaterals [J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2016, 11: 4364-4367.
- [3] 王倩, 包永欣. 针灸免疫探析[J]. 辽宁中医药大学学报, 2019, 21(3): 185-190.
WANG Q, BAO Y X. Analysis of immunoassay of acupuncture and moxibustion [J]. Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, 2019, 21(3): 185-190.
- [4] GUAN L, LI G, YANG Y. Infrared thermography and meridian-effect evidence and explanation in Bell's palsy patients treated by moxibustion at the Hegu (L14) acupoint: overall regulation or a specific target [J]. Neural Regen Res, 2012, 7(9): 680-685.
- [5] 李世兴, 常大臣. 中医经络防治癌症可行性报告[J]. 中医临床研究, 2015, 15(7): 143-145.
LI S X, CHANG D C. Report on the feasibility of prevention and treatment of cancer via meridians in TCM [J]. Clinical Journal of Chinese Medicine, 2015, 15(7): 143-145.
- [6] 韦涓涓. 中医药防治肺癌研究进展[J]. 医药前沿, 2016, 6(16): 20-22.
WEI J J. The research progress of traditional Chinese medicine prevention and cure of lung cancer [J]. Journal of Frontiers of Medicine, 2016, 6(16): 20-22.
- [7] 郭静, 曾芳, 余曙光. 谨守经络病机提高针灸临床诊疗水平[J]. 成都中医药大学学报, 2018, 41(1): 94-96.
GUO J, ZENG F, YU S G. Keep meridian pathogenesis and improve the level of acupuncture clinical diagnosis and treatment [J]. Journal of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, 2018, 41(1): 94-96.
- [8] MA W, TONG H, XU W, et al. Perivascular space: possible anatomical substrate for the meridian [J]. J Altern Complement Med, 2003, 9(6): 851-859.
- [9] LANGEVIN H M, YANDOW J A. Relationship of acupuncture points and meridians to connective tissue planes [J]. Anat Rec, 2002, 269(6): 257-265.
- [10] 肖克, 吴士明. 考察红外热像仪医用价值的临床试验报告[J]. 激光杂志, 2013, 34(2): 62-63.
XIAO K, WU S M. Investigate the clinical trial report of the medical

value of infrared camera[J]. Laser Journal, 2013, 34(2): 62-63.

[11] 孙志波, 张栋. 红外热像技术在针灸一经络研究中的应用近况(综述)[J]. 针灸临床杂志, 2004, 20(5): 55-58.
SUN Z B, ZHANG D. Recent research of infra-red thermography applied in the study of acupuncture-moxibustion and meridian[J]. Journal of Clinical Acupuncture and Moxibustion, 2004, 20(5): 55-58.

[12] 赫君, 彭玉峰, 牧凯军, 等. 激光针灸的原理及其在临床上的应用[J]. 应用激光, 2008, 28(1): 84-87.
HE J, PENG Y F, MU K J, et al. Laser acupuncture theory and its clinical applications[J]. Applied Laser, 2008, 28(1): 84-87.

[13] 曾常春, 王先菊, 李子孺, 等. 激光针灸的研究及其信息模拟[J]. 中国临床康复, 2005, 9(17): 175-177.
ZENG C C, WANG X J, LI Z R, et al. Laser acupuncture and its information modeling[J]. Chinese Journal of Clinical Rehabilitation, 2005, 9(17): 175-177.

[14] 成泽东, 陈以国. 原穴与脏腑同源性理论探析[J]. 辽宁中医杂志, 2006, 33(5): 540-541.
CHENG Z D, CHEN Y G. Analysis of the homology theory between the original point and the viscera[J]. Liaoning Journal of Traditional Chinese Medicine, 2006, 33(5): 540-541.

[15] 于维涛, 覃景春, 庄礼兴. 五腧穴理论及其运用[J]. 中医学报, 2018, 33(12): 2483-2485.
YU W T, QIN J C, ZHUANG L X. Theoretical discussion and application of wushu acupoint[J]. Acta Chinese Medicine, 2018, 33(12): 2483-2485.

[16] 杜满怡, 李艺, 周小红, 等. 红外热成像技术在针灸研究领域的应用[J]. 河北中医药学报, 2018, 33(1): 60-64.
DU X Y, LI Y, ZHOU X H, et al. Application of infrared thermal imaging technology in the field of acupuncture research[J]. Journal of Hebei Traditional Chinese Medicine and Pharmacology, 2018, 33(1): 60-64.

[17] 陈德成. 针刺层次与针感的关系[J]. 中国针灸, 2017, 37(11): 1219-1222.
CHEN D C. Relationship between needling layers and needling sensations in acupuncture[J]. Chinese Acupuncture and Moxibustion, 2017, 37(11): 1219-1222.

[18] 高向军, 田联房, 王立非, 等. 利用 MATLAB 实现医学图像处理与分析[J]. 计算机应用研究, 2008, 25(6): 1747-1749.
GAO X J, TIAN L F, WANG L F, et al. Achieving processing and analysis of medical image by MATLAB[J]. Application Research of Computers, 2008, 25(6): 1747-1749.

[19] 许金森. 经络研究的现状与展望[J]. 中华中医药杂志, 2016, 31(11): 4355-4360.
XU J S. Present situation and prospect of meridian reseach[J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2016, 31(11): 4355-4360.

[20] 王富春. 针灸学——具有完整体系的一门学科[J]. 中国针灸, 2018, 38(6): 649.
WANG F C. Acupuncture-moxibustion science: a discipline with a system[J]. Chinese Acupuncture and Moxibustion, 2018, 38(6): 649.

(编辑:谭斯允)