

## 轻中度单侧 Bell 面瘫红外热辐射强度异常分析

刘旭龙<sup>1</sup>, 洪文学<sup>1</sup>, 张 涛<sup>1, 2</sup>, 吴振英<sup>3</sup>, 张 栋<sup>4</sup>

1 燕山大学电气工程学院, 河北 秦皇岛 066004

2 燕山大学信息科学与工程学院, 河北 秦皇岛 066004

3 秦皇岛市中医医院针灸科, 河北 秦皇岛 066000

4 中国中医科学院针灸研究所, 北京 100700

**摘 要** Bell 面瘫是一种多发的面神经疾病, 首次发病以轻中度居多。应用红外热成像原理, 探寻一种客观无创的 Bell 面瘫评估方法。人体面部穴位大都呈左右对称分布, 取患者病变一侧的相关穴位为实验组, 另一侧同一穴位为对照组, 分别研究其红外热辐射特性。急性期内, 同一穴位在健侧与患侧的红外热辐射强度差异显著, 即存在明显的温差(大于 0.3℃)。在红外热像上, 患侧的穴位与其周边组织形成一个不规则的辐射异常区, 伪彩色化后的色彩与健侧对比鲜明。同时, 病变程度越重, 同一穴位两侧的温差越大。其中颧髎、地仓、颊车、鱼腰、阳白五个穴位的双侧温差与面瘫的病变程度正相关, 分别为 0.676, 0.498, 0.506, 0.545, 0.518,  $P < 0.05$  有统计学意义。由此可见, 红外热像可以用于客观评估 Bell 面瘫的病变程度。

**关键词** Bell 面瘫; 红外热辐射; 红外热像; 穴位

中图分类号: R318.5 文献标识码: A DOI: 10.3964/j.issn.1000-0593(2011)05-1266-04

## 引 言

Bell 面瘫是一种常见的面神经疾病, 发病后由于局部面神经坏死, 出现面部表情肌群运动功能障碍, 表现为口眼歪斜, 严重影响人们的正常生活和交往。此病多单侧发生, 首次发病以轻中度居多<sup>[1]</sup>。一种客观有效的面肌功能评估方法对 Bell 面瘫的治疗和研究至关重要, 利用红外热成像辅助面瘫的评估和治疗是目前的一个研究热点, 其中 Popat<sup>[2]</sup>, Lane<sup>[3]</sup>提出了利用非结构化红外投影的方法对面部肌肉运动进行 3D 建模。张栋等将红外热成像应用到中医经络的研究中, 辅助周围性面瘫的治疗, 取得了很好的疗效<sup>[4]</sup>。

人体可近似为一种 300 K 的黑体, 人体体表的热辐射主要集中在 6~15  $\mu\text{m}$  的红外波段, 对应的热辐射峰值波长约为 9.4~9.9  $\mu\text{m}$ 。利用红外探测装置检测人体体表各点发射的红外热辐射强度, 可以得到一幅记录人体体表皮温度分布的图像即红外热像。当人体局部出现某些病变时, 患处的机体组织代谢、血液循环将会发生改变, 引起温度变化, 导致红外热辐射强度异常<sup>[5]</sup>。目前, 红外热成像技术已被广泛应用于乳腺癌、肌筋膜创伤、颞下颌关节炎、局部炎症等病变的早期检测与病情的评估<sup>[6, 7]</sup>。

正常人体面部的红外热辐射强度与真皮乳头下毛细血管

网的血流量有关<sup>[8]</sup>, 血管网络在面部大致呈左右对称分布, 因此正常人体面部的热辐射强度左右分布均匀, 对称度高, 局部组织左右两侧的温差在 0.2℃以内<sup>[9]</sup>。Bell 面瘫发病后, 患侧的面神经受损, 面肌运动功能丧失, 将引起炎症反应和异常的血运状况, 导致患侧病变区的红外热辐射强度异常。此外, 谢树森等提出穴位区域与周边组织的反射光谱存在显著差异, 可以反映出穴位区域与非穴位区域的不同生理学参数<sup>[10]</sup>。本文结合上面的论述, 研究轻中度单侧 Bell 面瘫不同时期的红外热辐射特性, 提出利用患者的红外热像可以及时地发现面肌的病变, 局部组织不同的病变程度产生的红外热辐射强度差异显著, 同时处于病变区域上的穴位与对称侧的温差和面肌病变的轻重度相关。这一研究在 65 例 Bell 面瘫的临床实验上得到了验证, 为 Bell 面瘫的临床评估奠定了基础。

## 1 材料及方法

### 1.1 实验对象及方法

首先由专业医师对就诊的患者进行筛选, 患者必须符合 Bell 面瘫诊断标准且病程在 3 天以内; 然后依据 House-Brackmann (HB) 面神经分级标准<sup>[11]</sup>对患者进行临床评估, 最后收录 HB 面神经分级 V 级以下单侧发病且自愿签署知情

收稿日期: 2010-06-11, 修订日期: 2010-09-16

基金项目: 国家中医药行业科研专项项目(200707022)和国家自然科学基金项目(60904100)资助

作者简介: 刘旭龙, 1984 年生, 燕山大学电气工程学院博士研究生, e-mail: xulongliu@126.com; lx1815@88mail.ysu.edu.cn

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

同意书者。

自 2009 年 5 月 8 日至 2010 年 3 月 29 日在秦皇岛市中医院共收录此类患者 65 例, 其中男性 34 例, 女性 31 例, 年龄 16~65 岁, 平均年龄 39 岁。

在实验中, 我们将 Bell 面瘫的时间过程分为 3 个时期, 发病 1~7 天为急性期, 发病 8~25 天为静止期, 发病 25 天以上为恢复期。在急性期内, 每隔 2 天拍摄一次红外热像, 急性期后, 每隔 5 天拍摄一次红外热像。每次拍摄完成后, 首先利用红外热像分别观察健侧和患侧的红外热辐射强度,

找出明显的病变区域, 选取病变一侧的相关穴位为实验组, 另一侧的同一穴位为对照组, 计算两组之间的温差进行研究。此外, 穴位的温度规定为以被测穴位在人脸上的标准定位点为中心, 半径为脸长的 1/50 的圆形区域中各像素点温度的均值, 标准定位点参考中华人民共和国国家标准 (GB12346-90《经穴部位》), 所选穴位分别为阳白 (GB14)、鱼腰 (EX-HN4)、颧髎 (SI18)、地仓 (ST4)、颊车 (ST6), 如图 1 所示。

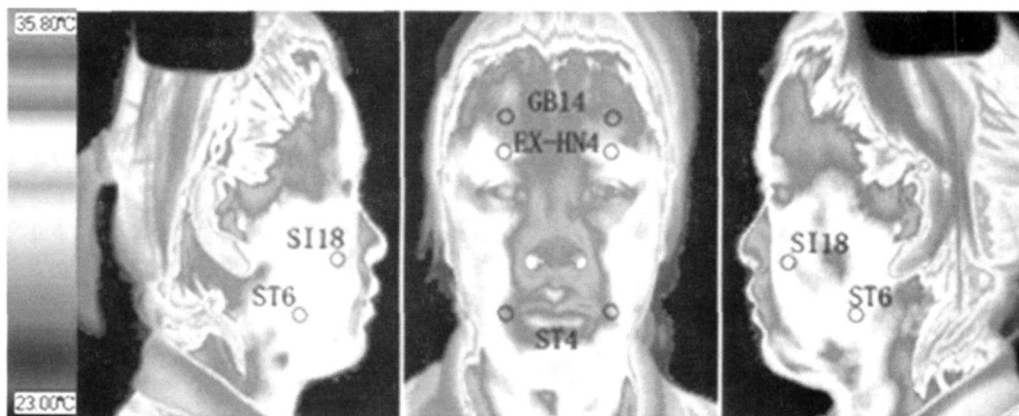


Fig. 1 Standard of marked points on infrared thermal images in the experiment

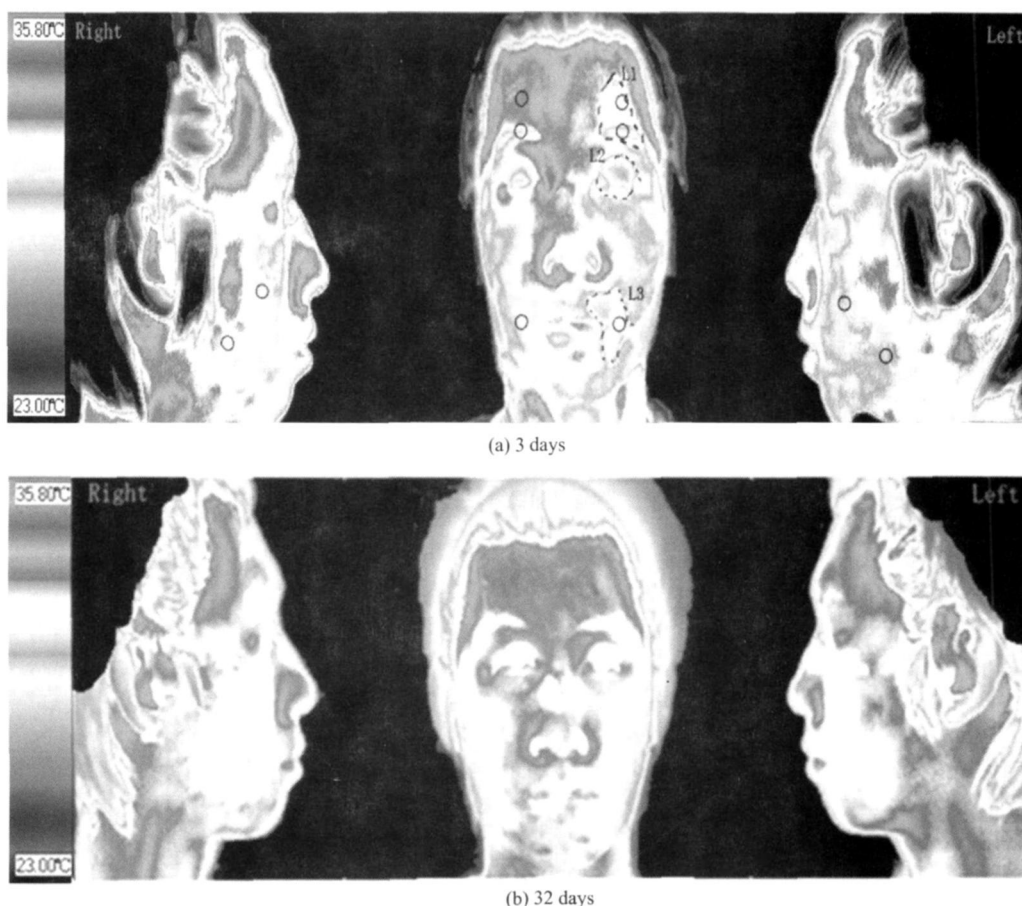


Fig. 2 Comparison of infrared thermal images in acute period and after recovery

1.2 实验装置

实验仪器为北京产 WP-95 型红外热像仪, 图像分辨率为  $256\times 256$  像素, 温度分辨率为  $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 空间分辨率  $1.5\text{ mrad}$ . 环境温度保持在  $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$ , 湿度  $(60\pm 5)\%$ , 无风、无尘、光线稍偏暗、无强热辐射源存在. 摄像时, 患者在检测环境下静坐 30 min, 适应室温, 并安定情绪后距离红外摄像头  $1.5\text{ m}$  处端坐, 睁眼、屏气数秒钟, 由热像仪分别摄取患者正、左、右三个面的红外热像.

1.3 统计分析方法

数据的统计分析应用 SPSS PASW Statistics 18. 面部穴位温差以平均值和标准差 ( $\bar{X}\pm S$ ) 表示, 组间作单因素方差分析, 相关性分析采用 Spearman 秩相关, 双侧检验,  $P<0.05$  作为判断差异显著性的标准.

2 结 果

图 2 为一典型的左侧 Bell 面瘫男性患者的红外热像, 图 2(a) 拍摄于急性期内, 患者发病第 3 日, 临床诊断为 HB 面神经分级量表第 IV 级; 图 2(b) 拍摄于恢复期内, 患者发病第 32 日, 此时患者已痊愈, HB 面神经分级量表第 I 级. 图 2(a) 中 L1, L2, L3 为面肌病变区, 患者在此 3 处临床表现为前额皱纹消失, 不能皱眉, 睑裂扩大、闭目露睛  $1\text{ mm}$ , 鼻唇沟变浅, 口角下垂, 面肌功能失调. 这些临床症状在图 2(a) 中表现为 L1, L2, L3 处的红外热辐射强度异常, 与右侧对称部位对比鲜明, 形成三个不规则的低温区. 与其对比, 在图 2(b) 中患者面部左右两侧红外热辐射强度分布基本对称, 没有明显的温度异常区, 此时患者的面肌功能恢复, 趋于正常.

将同一穴位在健侧与患侧所表现出的红外热辐射强度的差异, 用温差  $\Delta T$  代替, 统计不同病程的  $\Delta T$  的变化规律, 得到  $\Delta T$  Time 变化曲线如图 3 所示. 急性期内  $\Delta T$  逐渐增大, 峰值出现在第 5 日前后, 此后  $\Delta T$  逐渐减小, 在治疗期内下降明显, 在恢复期内  $\Delta T$  趋于恒定, 恢复到正常水平, 此外颊车、颧髂在恢复期内  $\Delta T$  略有增高, 但总体在  $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  以内.

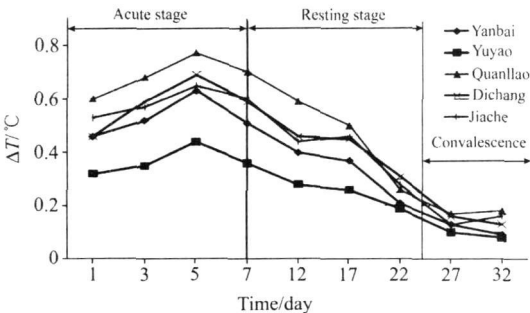


Fig. 3 Comparison of temperature differences in different periods and after recovery

表 1 分别列出了 65 位患者在急性期内和痊愈后穴位  $\Delta T$  的均值和标准差,  $\Delta T$  在急性期内均大于  $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 痊愈后均小于  $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P<0.05$ , 有统计学意义. 表 2 统计了  $\Delta T$  与 HB 面神经分级的相关性, 其中颧髂、地仓、颊车、鱼腰、阳

白五个穴位的  $\Delta T$  与 Bell 面瘫的病变程度正相关, 有统计学意义.

Table 1 Comparison of temperature differences of points in acute period and after recovery

Variable	n	Mean $\pm$ SD		P Value
		Acute Period	After Recovery	
Yangbai	65	0.53 $\pm$ 0.09	0.09 $\pm$ 0.02	0.039
Yuyao	65	0.37 $\pm$ 0.11	0.08 $\pm$ 0.04	0.023
Quanliao	65	0.69 $\pm$ 0.29	0.18 $\pm$ 0.09	0.019
Dichang	65	0.58 $\pm$ 0.17	0.13 $\pm$ 0.05	0.024
Jiache	65	0.59 $\pm$ 0.12	0.16 $\pm$ 0.07	0.011

Table 2 Correlation of temperature differences of points and HB grade

Variable	n	r	P Value
Yangbai	65	0.518	0.029 *
Yuyao	65	0.545	0.011 *
Quanliao	65	0.676	0.008 * *
Dichang	65	0.498	0.037 *
Jiache	65	0.506	0.025 *

\*  $P<0.05$ ; \* \*  $P<0.01$

3 讨 论

人体面部局部组织与周围环境的温差大小决定了其红外热辐射的强弱, 这主要取决于两个方面: (1) 真皮乳头下毛细血管网的散热. (2) 肌肉运动的产热. 在临床应用, 受测者一般需静坐 30 min 后才进行红外热像的拍摄, 此时第二方面的因素(肌肉运动的产热)可以被忽略. 因此我们可以认为局部组织的红外热辐射强度取决于其血流量的大小. 正常人面部的血液循环网络左右对称、均匀分布, 其红外热辐射强度必与之对应, 即正常人面部局部区域左右侧温差很小, 在  $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  以内.

Bell 面瘫发病时, 患侧的面神经功能失调, 肌肉运动功能丧失, 新陈代谢减缓, 相应的血流量减小, 导致病变区的平均温度降低, 这就使患者面部左右两侧出现较大的温差, 在红外热像上表现为健侧与患侧的色彩对比鲜明, 如图 2 所示. 阳白、鱼腰、地仓、颧髂、颊车正处于大多数 Bell 面瘫患者症状表现最为明显的部位, 对此五个穴位的温差  $\Delta T$  进行定量统计可以反映患者面部温差变化的基本情况. 在急性期内, 面神经逐渐坏死, 处于神经末梢的外周温度感受器失效, 交感神经无法对病变区的血流量进行调节, 这就使两侧的温差  $\Delta T$  进一步扩大, 在第五日左右达到峰值, 如图 3 所示. 随后, 由于病情的缓解, 面神经的功能逐步恢复,  $\Delta T$  逐渐缩小, 恢复正常. 由此可以看出,  $\Delta T$  与 Bell 面瘫病情的时间过程基本同步, 对  $\Delta T$  进行统计处理, 如表 1 所示, 在急性期内,  $\Delta T>0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 与痊愈后即正常时的  $\Delta T$  有显著性差异. 此外在表 2 中可以看到  $\Delta T$  与表示面肌病变轻重度的 HB 分级正相关, 因此可以将  $\Delta T$  作为一种轻中度单侧 Bell 面瘫的临床评估指标.

## 4 结 论

(1) 单侧 Bell 面瘫发病后患侧出现红外热辐射异常区, 在红外热像上表现为不规则的低温区, 这为利用红外热像定性评估 Bell 面瘫提供了依据。

(2) 急性期内, 颧髎、地仓、颊车、鱼腰、阳白五个穴位在患侧与健侧的温差  $\Delta T$  均大于  $0.3^{\circ}\text{C}$ , 与面肌功能正常时比较, 均有显著性差异。此外  $\Delta T$  与面肌病变的轻重程度正相关, 由此可见  $\Delta T$  可以作为一种定量评估 Bell 面瘫病变程度的指标。

## References

- [1] Danner C J. Otolaryngologic Clinics of North America, 2008, 41(3): 619.
- [2] Popat H, Richmond S, Benedikt L, et al. Computerized Medical Imaging and Graphics, 2009, 33(5): 377.
- [3] Lane C, Harrell W J. Am. J. Orthod Dentofacial Orthop, 2008, 133(4): 612.
- [4] Zhang Dong. Am. J. Chin. Med., 2007, 35(6): 967.
- [5] Vargasa J V C, Brioschia M L, Dias F G, et al. Infrared Physics & Technology, 2009, 52(1): 42.
- [6] Ng E Y K. International Journal of Thermal Sciences, 2009, 48(5): 849.
- [7] Hana Fikackova, EwaCarin Ekberg, Czech Republic, et al. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 2004, 98(6): 643.
- [8] Oliver Schlager, Michael E G schwandtner, Karin Herberg. Microvascular Research, 2010, 80(1): 54.
- [9] Gratt B M, Graff-Radford S B, Shetty V, et al. Dentomaxillofacial Radiology, 1996, 25(5): 247.
- [10] LI Hui, YANG Hong-qin, XIE Shu-sen(李 晖, 杨洪钦, 谢树森). Science in China, G(中国科学, G 辑), 2007, 37(zk1): 62.
- [11] Susan E Coulson, Glen R Croxson, Roger D Aelams, et al. Otolaryngol Head Neck Surg., 2005, 132(4): 543.

# Anomaly of Infrared Thermal Radiation Intensity on Unilateral Mild to Moderate Bell's Palsy

LIU Xu-long<sup>1</sup>, HONG Wen-xue<sup>1</sup>, ZHANG Tao<sup>1, 2</sup>, WU Zhen-ying<sup>3</sup>, ZHANG Dong<sup>4</sup>

1. College of Electrical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China

2. College of Information Science and Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China

3. Department of Acupuncture, Qinhuangdao Chinese Medicine Hospital, Qinhuangdao 066000, China

4. Institute of Acupuncture and Moxibustion, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

**Abstract** Bell's palsy is a kind of facial nerve diseases with a high incidence, and the patients who get the disease the first time predominate in the patients who suffer mildly or moderately. The aim of the present study is to explore a novel assessment for Bell's palsy objectively and noninvasively based on infrared thermal image. As the acupoints on the face are approximately bilateral symmetric, the acupoints on the affected side were chosen as the experimental group while the same ones on the other side as the control group. Their infrared thermal radiations were researched separately and the results were as follows: on acute stage, the differences of infrared thermal radiation intensity of the same points were significant between the healthy and affected sides, indicating significant temperature difference (over  $0.3^{\circ}\text{C}$ ). The acupoints on the affected side with its surrounding tissue formed an irregular abnormal region on the infrared thermal image. Its pseudocolor was obviously different from that of the healthy side. At the same time, the more serious the Bell's palsy, the more evident the temperature differences of the same acupoints on bilateral sides. It was positive correlation ( $r=0.676$ ,  $r=0.498$ ,  $r=0.506$ ,  $r=0.545$ ,  $r=0.518$ , all  $P<0.05$ ) between the bilateral temperature differences of acupoints (Quanliao, Dicang, Jiache, Yuyao, Yangbai) and the lesions degree of Bell's palsy, which was statistically significant. Thus infrared thermal image could be used to objectively assess the severity of Bell's palsy.

**Keywords** Bell's palsy; Infrared thermal radiation; Infrared thermal image; Acupoint

(Received Jun. 11, 2010; accepted Sep. 16, 2010)