

人体红外热像随时间变化现象的初步研究

李子孺¹ 张旭升² 林 钢³ 湛志刚³

(1 光子中医学实验室, 广州市天河区中山大道西 55 号, 510631; 2 鄂州市生物医药研究所; 3 广州中心气象台)

摘要 目的: 研究人体红外热像随时间变化的现象及该现象与气象因素的关系。方法: 在冬、春、夏季分别开展 3 个随机对照试验, 试验组服用中药保健品而对照组服用安慰剂或阳性对照药物。所研究中药保健品包括调节免疫功能的生生胶囊、改善睡眠的生安胶囊以及辅助降血脂的生益胶囊。在试验的前 36 天每 6 天采集图像 1 次, 每位受试者图像采集的日时间范围在 2h 内。对能反映保健品功能的图像特征值随时间的变化以及与气象因素(包括温度, 湿度, 气压, 冷空气过境, 热带气旋登陆等)的相关性进行了研究。结果: 不同特征显示出不同的随时间变化规律, 但试验组与安慰剂对照组同一特征的规律基本一致, 保健品的某些长期效果能够在前 36 天的个别时间点显示。红外热像特征的特殊变化与气象因素密切相关, 同时还有其他的影响因素需进一步研究。结论: 红外热像是敏感的人体功能显示技术, 可反映中药保健品及气象因素对人体的影响, 在健康监测上有重要的应用前景。

关键词 红外热像

Preliminary Study on the Time-Related Changes of the Infrared Thermal Images of Human Body

Li Ziru¹, Zhang Xusheng², Lin Gang³

(1 Photonic Chinese Medicine Lab., South China Normal University, Guangzhou, Post code: 510631; 2 Biological Pharmaceutical Institute of Ezhou; 3 Guangzhou Central Meteorological Observatory)

Abstract Objective: To study the time-related changes of the infrared thermal images (ITI) of human body and their correlation with meteorological factors. **Methods:** Three double-blind randomized trials were carried out with placebo or drug control, in winter, spring and summer respectively. Three researched TCM health foods were Shengsheng Capsule (immunity adjustment), Shengan Capsule (sleep improvement) and Shengyi Capsule (decreasing serum lipid). Images were scanned every 6 days during 36-day trial period, with scanning time variation <2h. We explored the correlation between ITI features (indicator of health care effects) and time, and meteorological factors (e.g. temperature, humidity, air pressure, cold front passage and tropical cyclone landing). **Results:** Each image features demonstrated a respective tendency of time-related variations. However, the trial group and placebo group shared the same variation tendency for each feature, and some long-term effects of health food were reflected in certain time spots within the first 36 days. Some special ITI changes are closely related to meteorological and other factors, which needs further studying. **Conclusions:** ITI is a sensitive display technology of human body, and by displaying the body's function change under the impact of TCM health foods and meteorological factors, it will have significant application in health monitoring.

Key Words Infrared thermal imaging

红外热像是功能成像技术, 通过将体表温度的分布成像来反映人体的生理病理信息, 但是人体体表温度分布易受体内、体外各种因素影响而变化, 造成数据定量分析的困难。由于目前人们对其变化规律认识还很少, 影响了红外热像技术在医学上应用。“天人相应”理论认为人的生命活动规律、生理和病理现象, 都受到自然规律的影响和制约。气象条件是大自然中影响人体最重要的环境因素, “六淫”几乎都与气象有关^[1]。辨析气象因素对人体的影响是临床辨证及因

时、因地制宜的前提和基础^[2], 因此, 开展人体红外热像的变化现象与规律的研究应把气象因素的影响作为重点。本文对人体红外热像特征随时间变化的现象及该现象与气象因素的关系进行了初步研究, 所用数据来自冬、春、夏季开展的 3 个随机对照双盲试验。这 3 个试验均为安慰剂或药物对照试验, 研究中药保健品对人体红外热像的影响^[3-5]。

1 资料与方法

1.1 中药保健品系列研究 生生、生安、生益胶囊, 批

ity by transvaginal color Doppler and three dimensional power Doppler ultrasonography in patients undergoing in vitro fertilization procedures. J Ultrasound Med, 2001, 20(2): 125-134.

[6] 王玉洁, 罗丽兰, 万轩金, 等. 彩色多普勒能量图对不孕症妇女子宫

动脉血流变化的观察. 同济医科大学学报, 2000, 29(2): 165-167.

[7] 张建伟, 姜先洲, 连方. 经阴道彩色多普勒超声对诱导排卵子宫内腺容受性的评价. 中华超声影像学杂志, 2005, 14(9): 678-681.

(2008-08-11 收稿)

准文号分别为国食健字 G20040476, G20041102, G20041489。由湖北海音生物医药有限公司生产。所有受试者都符合相应的人选条件,签署知情同意书,并按随机双盲方法分为试验组与对照组。各试验的周期都是 108 天。时间相关性研究采用的是试验前 36 天的图像数据。试验开展地区为广州市,属亚热带海洋性季风气候。

试验一:生肌胶囊研究,安慰剂对照试验^[3]。生肌胶囊为补气类复方,以鱼腥草、西洋参、天麻、黄芪、茯苓、三七为主要原料,具有免疫调节的保健功能,适宜人群为免疫力低下者。受试者为体质偏弱的男性在校大学生,平均年龄 20.1 ± 1.1 岁。纳入时间相关性分析的共有 24 人,试验组与对照组各 12 人,入组时间范围 2 天。本试验观察上部特征、中部特征、下部 A 特征、下部 B 特征共 4 个特征部位。

试验二:生安胶囊研究,安慰剂对照试验^[4]。生安胶囊属滋养安神类复方,以柏子仁、酸枣仁、茯苓、侧柏叶、火麻仁为主要原料,具有改善睡眠的保健功能,适宜人群为睡眠状况不佳者。受试者为睡眠不佳的在校大学生。平均年龄 21.6 ± 1.2 岁。纳入时间相关性分析的共有 48 人,男子试验组 11 人,对照组 13 人;女子试验组 13 人,对照组 11 人。入组时间范围 2 天。本试验观察眼、颈、右上腹等 3 个特征部位。

试验三:生益胶囊研究,对照药物为血脂康^[5]。生益胶囊属祛痰化瘀类复方,以绞股蓝、三七、丹参、决明子、栀子、西洋参为主要原料,具有辅助降血脂的保健功能,适宜人群为血脂偏高者。受试者为具有血脂异常病史的中老年。平均年龄 63.9 ± 8.5 岁。纳入时间相关性分析的共有 29 人,试验组 16 人,对照组 13 人。入组时间范围 3 天。本试验观察上下平衡 A、上下平衡 B、左右平衡、远近平衡等 4 个平衡特征部位。

1.2 红外热像时间相关性分析 本试验所用的红外热像仪为北京贝亿医疗器械有限公司生产的热断层 (Thermal Texture Maps, TTM) 评估系统,型号为 TSI-21,空间分辨率 $\leq 3\text{mrad}$,温度分辨率 0.05°C 。试验一的检测时间段为晚上 7:30~9:30,室温 $20 \sim 23^\circ\text{C}$ (冬季);试验二检测时间段为晚上 7:30~10:30,室温 $23 \sim 25^\circ\text{C}$ (春季);试验三检测时间段为上午 9:00~11:00 及下午 3:30~5:30,室温 $25 \sim 27^\circ\text{C}$ (夏季)。室内湿度 $< 75\%$ 。检测前受试者需要休息至少 30min。

时间相关性分析采用的是各试验周期前 36 天的图像。在试验的前 36 天每 6 天进行 1 次红外热像采集,因此共有 7 个观察时间点 (第 0、6、12、18、24、30、36 天) 数据用于时间相关性分析。为了消除日周期对

人体红外热像的影响,每位受试者每次图像采集的时间基本一致,范围在 2h 内。

对各试验中能反映中药保健品功能的红外图像特征值 (皆为相对值,即不同部位温度差) 进行分析。设特征值为 I , I_0 为试验开始前特征值, I_E 为某观察点的特征值, ΔI 为它们的差值, $\Delta I = I_E - I_0$ (1)。对于某个图像特征,若第 0、6、12、18、24、30、36 天这 7 个时间点中存在有两个时间点的 ΔI 平均值之差大于等于 0.2°C ,且这两个时间点的特征值存在统计学差异 ($P \leq 0.05$),则认为该特征值在 36 天内出现特殊变化,并分析其与气象因素的相关性。

1.3 气象资料及处理 气象资料由广州中心气象台提供,为广州市五山气象观测站 (区站号:59287) 的观测资料,以气象资料的日平均值进行数据分析。包括温度、湿度 (水汽压)、本站气压等气象因子,另外还同时考虑了冷空气登陆以及热带气旋的影响。由于入组时间范围为 2~3 天,因此各红外热像观察点的时间跨度也为 2~3 天。以跨度内各天的气象数据的平均值作为各观察点的气象数据。画出平均气温、平均水汽压、平均本站气压随时间变化曲线,并将试验周期内出现的所有冷锋过境、热带气旋影响的时间用箭头标识,若出现时间在观察点时间跨度内,则标在观察点上;若不在观察点内,则以其最靠近的观察点的时间距离标示。以箭头的长短对应冷空气的强弱与热带气旋的等级。

1.4 统计学方法 红外热像特征值首先采用格拉布斯准则对特征值的异常数据进行检测。同组内特征值比较采用双侧 t 检验,安慰剂对照试验组间比较采用单侧 t 检验,药物对照试验组间比较采用双侧 t 检验。将在 36 天内出现特殊变化的图像特征的第 0、6、12、18、24、30、36 天这 7 个时间点的 ΔI 平均值与各气象因子数据进行线性相关分析。异常数据剔除采用 DPS8.01 统计软件,其他统计采用 SPSS10.0 统计软件。

2 结果

2.1 生肌胶囊试验 试验前 36 天在冬季,从 2005 年 11 月 27、28 日到 2006 年 1 月 2、3 日。试验为安慰剂对照试验,对照组的数据反映人体在自然状态下的变化。对照组在 36 天内出现特殊变化的图像特征为上部特征 (SF) 与下部 B 特征 (IBF)。上部特征:观察区为左右胸骨线平第 1 肋至第 3 肋区域在体表投影 (1 区),参考区位于观察区左右两边的中间部位 (2、3 区)。下部特征 B:观察区为腰椎 2~3 节在体表投影 (1 区),参考区为胸椎 3~5 节在体表投影 (2 区)。

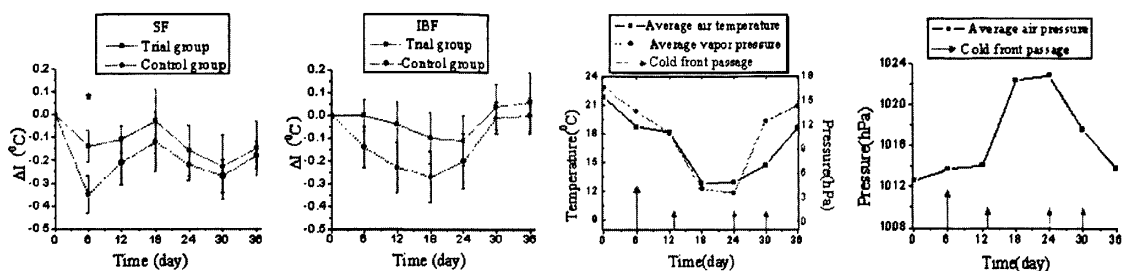


图1 上部特征(SF)、下部特征(IBF)及气象因素随时间的变化。组间 ΔI 比较,* $P < 0.05$ 。

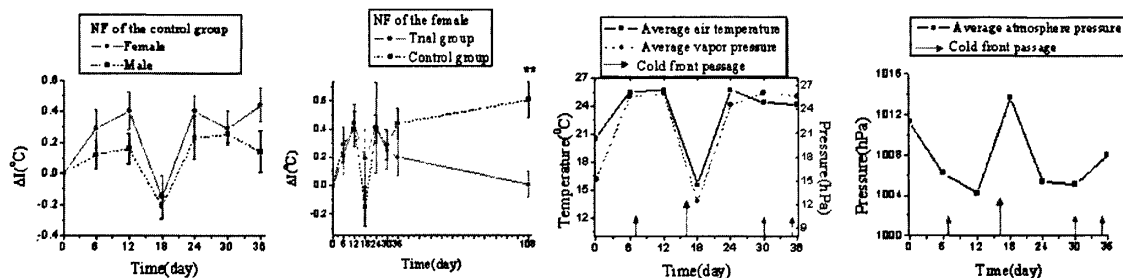


图2 颈特征(NF)及气象因素随时间的变化。男女间或试验组与对照组间 ΔI 比较,** $P < 0.01$ 。

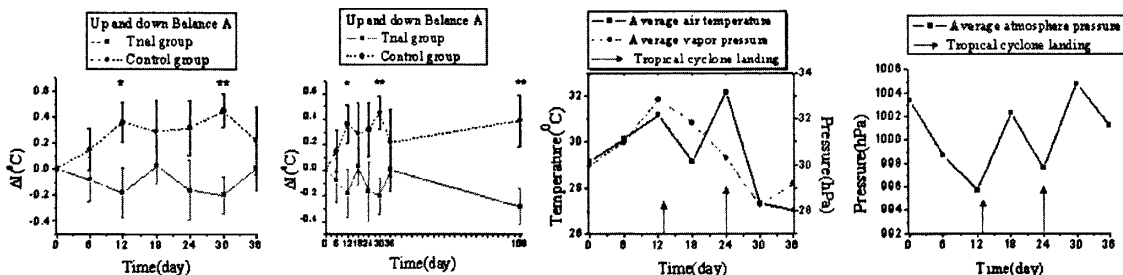


图3 上下平衡A特征(Up and down balance A)及气象因素随时间的变化。组间 ΔI 比较,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$ 。

设 F_1 、 F_2 、 F_3 分别为1、2、3区的平均温度,该部位特征值 I 为:

$$I = \begin{cases} F_1 - (F_2 + F_3)/2 & \text{SF} \\ F_1 - F_2 & \text{IBF} \end{cases} \quad (2)$$

本试验以特征值升高作为体质改善的反映。

如图所示,两个特征的变化规律不同,但试验组与对照组同一特征的变化规律基本一致。

在第6天对照组的上部特征值下降幅度很大, ΔI 平均值达到 -0.35°C ,而试验组为 -0.14°C ,两组间有统计学差异($P < 0.05$)。对气象数据分析发现,上部特征与温度、湿度、气压不相关($P > 0.05$),但与冷空气前锋到达有密切关系。试验第6天恰好有强冷空气到达广州,另外,在试验第13、24、30日各有弱冷空气

到达,其中第13日的弱冷空气不在红外热像观察点上,而在第24、30日到达的弱冷空气恰好对应了上部特征的另两个低值数据点。设数值0,1,2分别对应“无”“弱”“强”,冷空气到达,则上部特征值与冷空气到达呈负相关($P < 0.05$)。由于上部特征位于人体上焦,因此,试验结果与冬季冷锋过境对人体心血管及呼吸系统产生不良影响的气象医学研究结果一致^[6-7],并表明服用生生胶囊(补气类中药保健品)可产生积极预防作用。

下部B特征在试验中期是连续下降的低谷,其变化趋势与温度、湿度相似。相关性分析发现该特征对对照组与试验组的数据都与平均湿度正相关($P < 0.05$),而与温度、气压无关。值得注意的是下部B特

征的观察区为人体命门部位,试验第 24 天恰为冬至节气,该特征值在冬至前为低谷,冬至后则明显上升,与“冬至一阳生”理论相应。因此,该特征在冬至前后的变化规律值得进一步研究。

2.2 生安胶囊试验 试验前 36 天在春季,从 2006 年 3 月 28、29、30 日到 5 月 3、4、5 日。试验为安慰剂对照试验,因此对照组的数据反映人体在自然状态下的变化。对照组在 36 天内出现特殊变化的图像特征为颈特征(NF)。

颈特征的观察区为下颌水平线以下至胸骨上切迹以上的颈部正前方区域(1 区),参考区为左右锁骨上窝外侧区域(2、3 区)。

设 F_1 、 F_2 、 F_3 分别为 1、2、3 区的平均温度,该部位特征值 I 为:

$$I = F_1 - (F_2 + F_3) / 2 \quad (3)$$

以特征值相对降低作为睡眠改善的方向。

从图 2 可见,对照组颈特征在 18 天出现明显低谷。在 108 天时,女性试验组的特征值显著低于对照组,而在前 36 天 2 组差异不显著。颈特征的变化趋势与气温、湿度(水汽压)的趋势非常相似。相关性分析发现该特征对照组男性与女性的数据都与气温、湿度(水汽压)正相关而与气压负相关($P < 0.01$)。在 18 日之前到达的一次强冷空气造成了第 18 日气象数据的明显变化。有研究发现气象要素及其变化对正常人和精神病患者的精神活动和心理状态都有影响,高温低压时人们的情绪容易烦躁、失控^[8]。颈部特征与温度高度正相关、与气压高度负相关,并且本试验 108 天时的数据表明生安胶囊可明显降低女性颈部温度,因此,颈特征与人精神心理状态的关系值得进一步研究。

2.3 生益胶囊试验 试验前 36 天在夏季,从 2006 年 6 月 29、30 日、7 月 1 日到 8 月 4、5、6 日。本试验为阳性药物对照试验,因此,试验组与对照组的数据均不能反映人体自然状态下的变化,而要同时考虑药物的影响。在 36 天内出现特殊变化的图像特征为对照组的上下平衡 A 特征。

上下平衡 A 特征由左右锁骨上窝偏外侧区域(1、2 区)以及胸部左右锁骨正中线正当第 2 肋间至第 4 肋间区域(3、4 区)组成。

设 $F_1 \sim F_4$ 分别为 1~4 区的平均温度,该部位特征值 I 为:

$$I = (F_1 + F_2 - F_3 - F_4) / 2 \quad (4)$$

以特征值降低作为人体气血平衡改善的方向。

从图 3 可见,对照组的上下平衡 A 特征在 12、30 天增高明显,并与试验组差异显著(与 108 天时的试

验结果一致)。在试验的前 36 天内,广州地区受 2 个热带气旋(0604 号强热带风暴与 0605 号台风,分别在福建北部、南部登陆)的外围流场影响,造成高温、高湿、低压等不利人体健康的气象条件。两个热带气旋的登陆时间分别在试验第 13 天与 24 天。该特征在 12 天的增高与热带气旋的影响可能有关,但 30 日的增高则与热带气旋无关。相关性分析发现该特征值与温度、湿度、气压等气象因素均无关, $P > 0.05$ 。试验结果提示该特征的变化规律可能与药物作用等其他影响因素有关,生益胶囊对人体的长期效果可在前 36 天的个别时间点显示。

3 讨论

试验结果表明,人体红外热像随时间的变化与气象因素密切相关。安慰剂组出现特殊变化的 3 个图像特征,都与气象的变化相关。其中,上部特征出现异常低值与冷锋过境有关,下部 B 特征变化规律与湿度有关,颈部特征变化规律与温度、湿度、气压有关。而药物对照组出现的特殊变化则没有发现与气象因素相关,提示除了气象因素,还有其他的影响因素需要我们继续研究。人体红外热像可反映中药保健品对人体的影响并与气象因素密切相关,说明红外热像是敏感的人体功能显示技术,在健康监测上具有广阔的应用前景。

中医学“天人相应”理论认为人体的功能随着时空不断变化,气象因素应该是“天人相应”的重要媒介之一。人体红外热像是“天人相应”的重要观察窗口,其看似缺点的易变性其实正是人体功能变化的客观反映。深入研究人体红外热像随时间、气候、地理环境变化的规律,将有助对人体更深刻的认识。

参考文献

- [1] 林之光. 天气气候与健康——兼论中国气候与中医养生文化. 气象, 1999, 25(3): 3-8.
- [2] 武月萍. 气象及气象因素与中医时间医学. 中华中医药学刊, 2007, 25(6): 1190-1192.
- [3] 李子霁, 张旭升, 李道信, 等. 中药保健品生益胶囊对人体红外热像的影响. 世界中医药, 2008, 3(5): 268-271.
- [4] 李子霁, 张旭升. 生安胶囊对人体红外热像的影响. 世界中医药, 2009, 4(3): 129-132.
- [5] 李子霁, 张旭升. 生益胶囊对中老年红外热像平衡特征的影响. 世界中医药, 2009, 4(2): 67-70.
- [6] 杨贤为, 叶殿秀. 我国心脑血管病的医学气象研究. 气象科技, 2003, 31(6): 376-380.
- [7] 李青春, 陆晨, 刘彦, 等. 北京地区呼吸道疾病与气象条件关系的分析. 气象, 1999, 25(3): 8-12.
- [8] 张晓云, 刘建勋, 李金华, 等. 气象要素对精神疾病的影响与预测. 气象科学, 2004, 24(4): 495-500.

(2009-07-27 收稿)