

Modern Theory of Jingluo in Chinese Medicine

Bixiu Tao

College of Science, Guizhou Minzu University, Guiyang
Email: taobixiu@sohu.com

Received: Nov. 12th, 2012; revised: Dec. 6th, 2012; accepted: Dec. 16th, 2012

Abstract: In this paper, we studied Jingluo in Chinese medicine by modern method such as the quantum theory and electro-dynamics etc. We established a simplified model of human harmonic wave container, and obtained a harmonic wave band in human body: $10^{-6} m \leq \lambda \leq 1 m$. The results show that: 1) Most part of energy of wave outside the body distribute on the skin, this is the reason of that why many loci (acupuncture points) are located on the skin and which may be stimulated to cure diseases; 2) Jingqi transport system in the body is different from the systems of blood, lymph and nerve. Jingqi in Chinese medicine contain photons and phonons mainly, few electrons and other micro-particles, which motion obeys quantum theory, to be possessed of the property of wave and particles, it can't be described by accurate path, so its movement kept in human bodies is needn't by any tubes.

Keywords: Bio-Electromagnetic Fields; Human Body's Harmonic Container; Surface Energy; Property of Wave and Particle; Jingluo in Chinese Medicine

中医经络的现代理论

陶必修

贵州民族大学理学院, 贵阳
Email: taobixiu@sohu.com

收稿日期: 2012年11月12日; 修回日期: 2012年12月6日; 录用日期: 2012年12月16日

摘要: 从量子力学和电动力学等现代科学的观点出发, 对中医人体经络理论进行研究。建立简化人体谐振腔模型, 求出体内简正波离散谱, 及其波长范围: $10^{-6} m \leq \lambda \leq 1 m$ 。还得到有意义的结论: 1) 证明了体外波的大部分能量分布于体表, 这正是经络、腧穴分布于体表并能治病的原因; 2) 经气运行系统不同于循环系统和神经系统, 经气主要由光子(电磁场量子)、声子(振动能量子)、少量电子、质子和其它微观粒子组成, 它的运行遵循量子规律, 具有波粒二象性, 不能单纯用轨道描述, 也不会完全被限制于特定管道内, 故其运动不需要特定管道。

关键词: 生物电磁场; 人体谐振腔; 表面能; 波粒二象性; 中医经络

1. 引言

人体经络理论是中医针灸、按摩、刮痧及中医治病的基础。但是, 至今未发现运行经气的特定管道, 也不能说明为甚么对体表腧穴的刺激就能治疗内脏的疾病等, 这些是长期困扰医家的难题。数十年来, 国内外的实验都没找到与经络对应的管道, 却证实了经气的存在。目前的经络理论除了已有的中医理论之外, 多为一

些没经严格证明的猜想^[1-4]。我们应用热力学、统计物理、量子力学、电动力学和生物物理等现代方法对此进行研究, 经严格科学论证, 得出有意义的结论。

2. 从现代科学角度考察人体

已知自然界中存在四种相互作用: 强力、弱力、引力和电磁力。在未受到核幅射的人体中, 一般不存

在强力和弱力的非正常影响；引力对人体的作用是重要的，人类很难在失重的环境中长期生存。但是，在研究人体经络时，引力作用显得简单和次要，故本文主要考察电磁相互作用，它与人体内的经气运行有密切关系。

人体内的生化反应主要是原子外层电子的转移所致，属于电磁相互作用范畴，可用量子化学方法精确解答，量子化学可以解决一般化学方法无法解释或无法定量求解的难题。由统计物理学知^[5]，成分不同组织的带电粒子数密度不同，其交接处(腧穴多位于这些部位)会出现密度高区域的带电粒子向密度低区域扩散，使之出现接触电位差，故每个穴位都像是微型电池^[6]。中医认为人体经络是联系体表与内脏之通路，而体表与内脏之间有温度差，也会出现温差电动势^[7]。经估算知，其电动势约为 1~100 mV，它们会在人体内推动带电粒子运动形成电流。由于人体细胞的除极化和复极化能力，使体内电流为非稳衡电流，其波动成分多集中在频率 0~500 Hz 之范围内^[8]。而电流会产生磁场，这是体内生物电磁场的一个重要来源。其它如脑电、心电、肌电及各种细胞电位都对人体电磁场有贡献。

量子力学告诉我们^[9]，所有微观粒子：光子(电磁场量子)、电子、质子及各种离子等都同时具有波动性和微粒性，即波粒二象性。当微粒性显著时，它们有近似的运动轨迹；当它们的波动性显著时，不存在运动轨道，只能通过其特征量“波函数”的模数平方求得微粒的空间分布概率，那只是一个模糊的、像天上云彩样的表象，可称光子气、电子云等。

人体内运行的经气，主要由光子气、声子气，体液波、少量电子云、原子云和各种离子云构成。故经气运行(即微粒波在体内传播)可促进代谢，使人体各部机能得到适当调整。

3. 建立人体谐振腔模型

首先考察作为经气主要成分的电磁场，它在人体内会引发一系列生化反应。按照电动力学理论，要用到麦克斯韦方程组、洛伦兹力公式、边界条件及边值关系^[10]。严格说，人体各组织和器官大都属于非均匀、各向异性介质，加之边界条件和边值关系十分复杂，精确求解几乎不可能。但作为人体经气主要成分的电

磁波，能量是很弱的，故可以把人体近似为均匀、各向同性介质来考虑^[11]，由此可得人体的简化模型。

以人体几何中心为坐标原点，建立三维直角坐标系，人在 x, y, z 三个相互垂直方向的三维线度分别设为 $2a, 2b, 2c$ 。人体内电磁波的电场强度 E 和磁场强度 H 的任一直角分量都满足亥姆霍兹方程^[12]。设 $u(x, y, z)$ 为 E 或 H 的任一直角分量，有

$$\nabla^2 u + (k_0^2 \varepsilon - h^2) u = 0, |x| \leq a, |y| \leq b, |z| \leq c. \quad (1)$$

$$\nabla^2 u + (k_0^2 - h^2) u = 0, |x| > a, |y| > b, |z| > c. \quad (2)$$

ε 是人体的相对介电常数， $\varepsilon > 1$ 。为了满足边界条件，体内和体外的纵波数应相等，先设 $k_0^2 - h^2 = -p^2 < 0$ ，其中 $p^2 > 0$ ，方程(2)写成

$$\nabla^2 u - p^2 u = 0, \quad (3)$$

用分离变量法解(3)式，令

$$u(x, y, z) = X(x) \cdot Y(y) \cdot Z(z), \quad (4)$$

则(3)式分解成三个方程

$$\frac{d^2 X}{dx^2} - p_x^2 X = 0, \frac{d^2 Y}{dy^2} - p_y^2 Y = 0, \frac{d^2 Z}{dz^2} - p_z^2 Z = 0, \quad (5)$$

其中 $p_x^2 + p_y^2 + p_z^2 = p^2 = h^2 - k_0^2$ ，解(5)式得

$$X(x) = f_1 e^{-p_x|x|}, Y(y) = f_2 e^{-p_y|y|}, Z(z) = f_3 e^{-p_z|z|}, \quad (6)$$

其中 f_i 为任意常数。代入(4)式得

$$u(x, y, z) = F e^{-(p_x|x| + p_y|y| + p_z|z|)}, |x| > a, |y| > b, |z| > c, \quad (7)$$

这里 $F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$ 。(7)式描述体外的电磁场，说明体内电磁波传出人体后，其场的能量随距离按负指数衰减，大部分能量集中在体表。

$$\text{人体介质中的相速 } v_p = \frac{\omega}{h} = \frac{\omega}{(k_0^2 \varepsilon - \alpha^2)^{1/2}},$$

$\alpha > 0$ ， α 是人体介质中的横向波数。体内相速 $v_p < C$ (光速)，因为空气的相对介电常数为 $\varepsilon_A = 1$ 。

体外波称为慢波，场的能量大都集中在人体表面，沿皮肤传播慢波。皮肤表面的波永远是慢波，它集中了体外电磁能量的大部分，体表状态可通过电磁场与内脏联系起来，这是人体经络、腧穴分布于体表的重要原因！

人体内纵波数 $h = (k_0^2 \varepsilon - \alpha^2)^{1/2}$ ，故(1)式写成

$$\nabla^2 u + \alpha^2 u = 0, |x| \leq a, |y| \leq b, |z| \leq c. \quad (8)$$

同样，用分离变量法解(8)式得

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= (d_1 \cos \alpha_x x + b_1 \sin \alpha_x x) \cdot \\ &(d_2 \cos \alpha_y y + b_2 \sin \alpha_y y)(d_3 \cos \alpha_z z + b_3 \sin \alpha_z z) \end{aligned} \quad (9)$$

其中 $\alpha_x^2 + \alpha_y^2 + \alpha_z^2 = \alpha^2$ ， d_i, b_i 为任意常数。在人体与空气的交界面上应满足边界条件：

$$E_{1t} = E_{2t}, H_{1t} = H_{2t}, \quad (10)$$

对 $|x|=a$ 的两个界面， E_y, E_z, H_y, H_z 都是切向分量。考虑到体内、体外两个解(7)、(9)式的奇偶性，再由(10)式，可得 $b_1 = b_2 = b_3 = 0$ 。由(9)得

$$u(x, y, z) = D \cos(\alpha_x x) \cdot \cos(\alpha_y y) \cdot \cos(\alpha_z z), \quad (11)$$

式中 $D = d_1 \cdot d_2 \cdot d_3$ 。在 $|x|=a$ 的两个界面上，由(10)式，令 $y=0, z=0$ ，有

$$Fe^{-(p_x a)} = D \cos(\alpha_x a), \quad (12)$$

对 x 方向，体内和体外横波的 x 分量 $\alpha_x = p_x = 0$ ，由(12)式得 $F = D$ 。再由(10)式，当 $y \neq 0, z \neq 0$ 时有

$$e^{-(p_y |y| + p_z |z|)} = \cos(\alpha_y y) \cdot \cos(\alpha_z z), \quad (13)$$

同样，在 $|y|=b$ 的两个界面和 $|z|=c$ 的另两个界面上分别有方程

$$e^{-(p_x |x| + p_y |y|)} = \cos(\alpha_x x) \cdot \cos(\alpha_z z), \quad (14)$$

和

$$e^{-(p_x |x| + p_z |z|)} = \cos(\alpha_x x) \cdot \cos(\alpha_y y), \quad (15)$$

下面三式

$$x = 0, y = 0, z = 0, \quad (16)$$

中的每两式满足(13)、(14)、(15)式中的一个方程。故现在可以考虑人体内的谐波解。

在 $|x|=a$ 的两个界面上， x 方向的纵波数 h_x ，满足 $h_x^2 = k_0^2 \epsilon - (\alpha_y^2 + \alpha_z^2)$ 。为了满足边界条件，体内外的纵波数应该相等，故有

$$\begin{aligned} k_0^2 \epsilon - (\alpha_y^2 + \alpha_z^2) &= k_0^2 + (p_y^2 + p_z^2), \text{ 或} \\ k_0^2 (\epsilon - 1) &= (\alpha_y^2 + \alpha_z^2) + (p_y^2 + p_z^2) \end{aligned} \quad (17)$$

因为考虑在 x 方向上的纵波，故体内和体外横波的 x 分量 $\alpha_x = p_x = 0$ 。则(17)式可以写成

$$k_0^2 a^2 (\epsilon - 1) = (\alpha^2 + p^2) a^2, \quad (18)$$

在 $|x|=a$ 的两个界面上，分布 x 方向纵波的波节，故有

$$k_0 a \sqrt{\epsilon - 1} = a \sqrt{\alpha^2 + p^2} = n\pi + \frac{\pi}{2}, n = 0, 1, 2, \dots \quad (19)$$

同样，在 $|y|=b$ 的两个界面和 $|z|=c$ 的另两个界面上分别有

$$k_0 b \sqrt{\epsilon - 1} = n\pi + \frac{\pi}{2}, n = 0, 1, 2, \dots \quad (20)$$

和

$$k_0 c \sqrt{\epsilon - 1} = n\pi + \frac{\pi}{2}, n = 0, 1, 2, \dots \quad (21)$$

故 E 型简正波组成三组离散谱。 H 型波的情况相似， E 型和 H 型简正波构成一整套人体谐振波，它包含所有 6 个场分量的混合模。

从指标 n 的某个整数开始，当 $h^2 = k_0^2 \epsilon - \alpha^2 < 0$ 时， h 为虚数，对应的波被激发后，场强随距离的增加按负指数律衰减，不能传播。故体内有一个最小临界波长 $(\lambda_{nkp})_{\min}$ ，它具有人体最小结构的数量级，即细胞内膜线度的数量级： 10^{-6} m，这正好是红外光的波长^[13]。人体由各种细胞构成，生物体的大部分能量转换反应需要膜，如神经细胞轴突上的膜作为电绝缘层可防电能耗散；视网膜可把光信号转变成电信号，植物叶绿体膜可把光能转变成化学能等^[13-15]。故 $\lambda < 1 \mu\text{m}$ 的电磁波容易被体内各种结构的膜吸收，使体内纵波数 h 成为虚数。体内最大临界波长与人体的尺度相当， $(\lambda_{nkp})_{\max} = 1 \text{ m}$ 。波长在 $10^{-6} \text{ m} \leq \lambda \leq 1 \text{ m}$ 范围的波都可在人体内传播，甚至形成驻波。不同的组织和结构易于吸收不同频率的波。一般来说，电磁波在体内会不断产生也不断被吸收，而处于一个动态平衡状态。

4. 经络理论之现代解释

人体是电磁场的有源系统，神经系统、心脏、不同组织的接触电位差、不同组织间的温差电动势等都能在体内产生电磁场。如心肌细胞在 1~2 毫秒内就可使膜内电位由 -90 mV 上升到 +30 mV，形成动作电位，然后经 100~160 毫秒回复到静息电位 -90 mV，这相当一次电脉冲，必然产生相应的波^[14]。实际上，

不仅是神经和肌肉细胞，各种胞质膜都可产生动作电位。动作电位一般与刺激振幅无关，有 120~130 mV 的典型值，当刺激达到阈值时，它们以再生的方式出现，发生的频率一般为 $v \leq 1000/s$ 。另外，电位峰可在膜的近区激发出新的峰，如行波一样向两个方向传播。由于动作电位的出现都是再生式的，所以，沿膜的传播不会有波的衰减。对所有的脊椎动物，电位峰传播的速度为 50~150 m/s^[13]。

人体质量约有 80% 为水分，水作为基质，一切生命活动都离不开它，血液、淋巴液、消化液等更含有 90% 的水分^[15-17]。

对均匀、各向同性媒质，复介电常数

$\varepsilon^k = \varepsilon_0 \varepsilon (1 + i60\lambda\sigma/\varepsilon)$ ，损耗角正切 $\tan \delta = 60\lambda\sigma/\varepsilon$ 。当 $\tan \delta < 0.1$ 时，媒质表现为绝缘体，当 $\tan \delta > 10$ 时，媒质表现为导体^[12]。

为了考察人体经气的运行，我们把人体组织简化为均匀、各向同性媒质。应用以上公式和有关数据^[18-20]计算：

1) 人体皮肤、肌肉，介电常数 $\varepsilon \approx 46$ ，电导率 $\sigma \approx 2.2 \text{ s/m}$ 。算得：对 $\lambda < 3.5 \times 10^{-2} \text{ m}$ 的波，为绝缘体；对 $\lambda > 3.5 \text{ m}$ 的波，为导体。

2) 血液、淋巴液等体液， $\varepsilon \approx 60$ ， $\sigma \approx 3 \text{ s/m}$ ，算得：对 $\lambda < 3.3 \times 10^{-2} \text{ m}$ 的波，为绝缘体；对 $\lambda > 3.3 \text{ m}$ 的波，为导体。

3) 神经纤维， $\varepsilon = 4.5$ ， $\sigma \approx 150 \text{ s/m}$ ，算得：对 $\lambda < 5 \times 10^{-5} \text{ m}$ 的波，为绝缘体；对 $\lambda > 5 \times 10^{-3} \text{ m}$ 的波，为导体。

由以上分析知道，神经纤维对人体内谐振波段 $10^{-6} \text{ m} \leq \lambda \leq 1 \text{ m}$ 的波导电性能最好；血液、淋巴液等体液，和皮肤、肌肉等组织的导电性都较差，最差的应该是骨骼。人体经络的走向和腧穴的分布实际与神经和血管的走向和分布有密切的关系，穴位多位于神经末梢密集或较粗神经纤维经过的地方。

电磁波的传输速度极高，每秒 30 万公里，而电子运动速度很低，只有每秒数厘米至数 10 厘米，原子和离子运动速度还会更慢。光子引发的生化反应过程也较慢，故经气运行引发的体表、内脏平衡速度也只有每秒数厘米至数 10 厘米量级。

5. 结论和讨论

经气运行系统有别于神经、血液、淋巴等系统，

总结数十年来国内外的科学实验和数千年的中医医疗实践及本文的理论分析，我们认为经气主要包含体内光子(电磁场量子)、声子(振动能量子)、少量电子、质子和各种微观粒子，它们的运动遵循量子理论^[9]，具有波粒二象性，不能用特定管道限制住它们，故经气的运行无特定轨道，也不能完全约束它们的范围。实验上常发现“并经”和“泛经”现象、各人的穴位分布和反应也不完全相等，都是因微观粒子运动的波动性造成。

由以上分析，我们看到，中医经络理论所描述的经气主要由电磁波，机械振动波，还有少量其它微粒波构成。它们在人体内的运行并不需要任何管道，它们有部分以驻波的形式存在，有谐波还有非谐波，某些成分还具有混沌特征。

对经络腧穴范围按摩、刮痧、针灸等的治疗，就像搏动提琴的琴弦一样，可改变细胞膜内外的静息电位，使之越过阈电位，再达峰电位，产生电脉冲，引发电磁振动，开启能量转换阀门，促进生化能向电磁能、电子能、离子能等的转换，加强这些微粒波的场强、并改变其波形，使气、血运行加快，能平衡阴阳，濡养筋骨，保养关节，故能治病。

参考文献 (References)

- [1] 江苏新医学院，主编. 针灸学[M]. 上海：人民出版社，1973: 1-25.
- [2] 潘桂娟. 中医理论建设与研究若干问题的思考[J]. 中国中医基础医学杂志, 2012, 18(1): 3-5.
- [3] 陈玄(陈云寿). 易学，中医学与现代物理[M]. 贵阳：贵州科学技术出版社，2010: 170-182.
- [4] 张秉武. 从人天合一理论导致的关于经络本质的假说[J]. 青医学报(青岛大学医学院), 1961, 1: 7-9.
<http://www.qigonghk.com/qigong/qigong61.htm>
- [5] 王竹溪. 统计物理学导论[M]. 北京：人民教育出版社，1978: 163-172.
- [6] 陶必修. 人体经络的电磁学性质[J]. 贵阳中医学院学报, 1989, 43(3): 59-60.
- [7] 陶必修，陶必贤. 人体经络的控制论模型[J]. 贵阳中医学院学报, 1980, 3(1): 31-35.
- [8] 杜春梅，崔建国，田丰. 二维相空间中肌电信息熵的计算[J]. 控制工程, 2006, 13(增刊): 107-109.
- [9] 周世勋. 量子力学教程[M]. 北京：人民教育出版社，1979: 1-25.
- [10] 郭硕鸿. 电动力学[M]. 北京：人民教育出版社，1980: 19-45.
- [11] 郭光灿，金怀诚，谢建平. 光学，原子物理[M]. 合肥：中国科技大学出版社，1990: 30-34.
- [12] M. B. 维若格拉多娃, O. B. 鲁登科, A. П. 苏哈鲁柯夫, 著, 王珊, 编译. Теория Волн(波动理论)[M]. 上海：复旦大学出版社, 1995: 36-41, 214-220.
- [13] C. Sybesma, 著, 沈淑敏, 王大成等, 译. An introduction to

中医经络的现代理论

- biophysics(生物物理学引论)[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 7-30, 116-194.
- [14] 卢喜烈, 谭学瑞. 心电图随身手册[M]. 北京: 科学技术出版社, 2008: 1-15.
- [15] 李瑶. 细胞生物学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 8-21, 64-65.
- [16] 李尔炀, 蔡志强. 生物化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 78-87.
- [17] 张惠中. 临床生物化学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 81-84.
- [18] 饭田修一, 大野和郎, 神前熙等, 合编, 张质贤等, 译. 物理学常用数表[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 109-157.
- [19] 杨国胜. 骨肿瘤组织介电常数的测量[J]. 中国医学物理学杂志, 2001, 18(4): 244-245.
- [20] 张羽. 电化学疗法及微量生物样品介质介电常数测量的研究[D]. 四川大学, 2005.