

从音乐治病到激光音乐全息理疗

The Physiotherapeutics of Laser Music Holograph

廖常焕 黄耀熊 谭润初 李永龙 贺奇才

(中山医科大学物理教研室, 广州 510089)

本文从音乐与自然的关系出发,采用协同学原理把激光与光、音乐与声作一类比,对音乐给出客观的物理描述,提出激光音乐全息理疗的方法,可望对音乐治病的机理研究和临床应用,起到抛砖引玉的作用。

实验表明,人体和心灵有着对音乐独特敏感的和谐因子,听音乐有助于血液流畅、精神放松、消除疲劳、稳定血压和脉搏,有的音乐甚至使人心潮澎湃、感奋万分、处于情不自禁的陶醉状态。从生物物理学的角度来看,这正是健康人体接受到音乐信息后对其产生共鸣的协调反应。任何疾病都能追溯到心理或精神上的起因,表现出对这种和谐反应程度不同的失调。实际上,人体各种器官的细胞和组织都有其对应的共振和谐音频,在一定旋律的曲调刺激下,可促使对应器官充分发挥或恢复其正常功能,处于最佳状态,以至于产生出人意料的效果。因此,音乐理疗治病越来越多地被人们接受,显示出巨大的潜力,引起了专家和学术界的极大兴趣。

面对音乐的奇特功效,人们从来没有像今天这样迫切地希望了解音乐的内涵,了解音乐信息是什么。耳听音乐是否就接受了音乐的全部信息?如何极大地开发人体接受和享用音乐信息的潜力?……对这些貌似离奇(但决不荒唐)的问题进行一番思考与探索颇具挑战意义!作为医学物理工作者,笔者倾向于结合精神与人体的有机联系,把人体对音乐的感知(或者说音乐对人体的刺激)看成是复杂的、物质的相互作用。为此,有必要对音乐给出客观的物理描述。

一、音乐与自然

音乐是美的,美的音符构成了美的旋律。有人说,音乐美与大自然的美是相通的,都是来自绚丽多彩的奇妙结构。天上的银河,地下的山川,袅袅烟纹,蜂房花样,呈现的是空间结构;日来月往,潮起潮落,仙鹤起舞,脉搏跳动,表征的是时间结构;新

陈代谢,风转残云,能量传递,蝴蝶效应,揭示的是功能结构。大自然把这些形形色色、千姿百态的结构摆在科学面前,吸引并激励人们探索其起源与规律,建立起统一的理论。70年代,著名激光物理学家、斯图加特学派的领导人哈肯(H. Haken)教授创立的协同学,从研究物理学、化学、生物学的非平衡相变和自组织,引发起对自组织结构的研究在不同学科领域迅速开展起来,并取得巨大成功。现在人们认识到,自然界的空间结构、时间结构和功能结构,都是由事物本身的竞争与合作使组织程度提高的自组织结构。甚至可以说,自组织创造了整个宇宙世界,自然本身就是自组织的别名,任何一种物质和运动,包括一切艺术形式,无一不是自然的、自组织的。作为一种艺术形式,音乐是对优美声音的“排列组合”,它的产生和发展始终显示出与自然和科学的微妙联系。公元前500多年,希腊哲学家、数学家毕达哥拉斯就发现一根弦的振动声比半根弦的振动声低8度音,比2/3根弦振动声低5度音,比3/4根弦振动声低4度音……从而揭示出优美和谐的音乐与数存在着一定的关系。从中世纪起,就有人研究音乐与自然的关系。17世纪后,随着现代科学技术的兴起,人们逐步从理论上弄清了弦振动的频率 ω 与弦的长度 L 存在着一定的反比关系,即 $\omega = \frac{1}{2}L(T/p)^{1/2}$ (T 是弦的张力, p 是弦材料的线密度),并不断地把所掌握的声学原理应用于音乐或乐器,极大地丰富了音乐的内涵和表现力,从而也不断地影响着人们对音乐的理解。这优美声音的“排列组合”,赋予音乐的不仅仅是语法的一种形式结构,它还有语义方面内容和情感的功能结构。如果说毕达哥拉斯的发现告诉人们,音乐与数学一样

都是对自然界某种和谐的表示的话,那么音乐所表示的则是形式和内容高度统一的,更具体、更形象、更高层次的和谐。日月星空、山川河流、风雨雷电、花香鸟语……整个宇宙如同一个大舞台,整个大自然不正是在齐奏交响曲吗!

二、音乐与激光

从横向研究不同学科中存在的共同本质特征或规律已成为当今科学与时代的一个显著特点。哈肯认为,有一座大山将各门学科分隔,尤其是“软”科学与“硬”科学,他正在用协同学挖出一条隧道连通各门学科。一个系统,随着一定控制参数条件的变化,可以分别显示出噪音、周期运动和混沌,该系统就可称为复杂系统。乐器能产生出各式各样优美动听的音乐,无疑是一个复杂过程,而激光器是所有复杂系统中最具特色的典型。激光器在低于阈值时的自发辐射,人们称其为噪音;高于阈值时便产生激光(受激辐射),则是类似于正弦振荡的相干光;当远高于阈值时,就形成混沌,即出现周期分岔、奇异吸引子等一些具有确定性的非周期现象。实际上,激光器在阈值下自发辐射的光与普通的光(如热光源)无本质的差别,都是无序的、相位混乱的。对此中国科技大学李福利教授有个十分形象的说法,自发辐射的光是无组织、无纪律的光子的乌合之众,而激光是有序的、相位一致的,是有组织、有纪律的光子大军。有趣的是,当把激光与光、音乐与声进行类比时,会发现惊人的相似。作为声音,音乐也是物质振动产生的声波,音高对应着一定的频率,音量体现了波的强度,音色显示出一定的波形。仅从这些来看,音乐确实与其它声波无异,然而对人的听觉来说却大不一样。有的声音很平常,仅是一种用作通信交流信息的工具。有的声音很特别,很刺耳,与周围环境格格不入,使人心烦意乱,给人极不愉快的感受,以致成为一种环境污染源。只有音乐声听起来悦耳,给人以享受。如此明显的差别,当然与音乐声波的特点有关。

波动规律告诉我们,采用傅立叶分析,可以把一个复杂的振动或其它周期过程分解为各种频率成份的迭加,即:

$$f(t) = a_0/2 + \sum (a_n \cos 2n\pi\omega t + b_n \sin 2n\pi\omega t).$$

其中 $(a_n \cos 2n\pi\omega t + b_n \sin 2n\pi\omega t)$ 为第 n 次谐波。一个简谐振动产生的是某一频率的正弦波,声学中把由此产生的音称为“单音”或“纯音”。但事实上一个系统严格的简谐运动难以形成,要在乐器上得到一个严格意义上的“单音”几乎是不可能的。乐器上实际得出的“单音”往往由一些叫做“倍音”的不同频率的单音混合而成,如乐器中拨弦所产生的振动可表示为:

$$f(x,t) = \sum [(8h/n^2\pi^2) \sin(n\pi/2) \sin(n\pi x/L)] \cos(2n\pi\omega t/L).$$

这里 h 为弦中部拨动时离开平衡位置的距离,每个谐波的振幅为: $(8h/n^2\pi^2) \sin(n\pi/2) \sin(n\pi x/L)$ (与弦上的位置 x 有关)。可见乐器上发出的一个简单的音调可以分解成不同频率的“单音”。这些频率的最低成份叫做“基音”。任何高于基音的“单音”称为“上倍音”或“泛音”。只有在一定的特殊情况下,这些“泛音”的频率正好是“基音”的整数倍,叫做“谐音”。所谓乐曲正是这些“谐音”构成的,因为整个音乐的音阶也都是基于谐音音阶基础上的,并在频谱上是分立的或线状的。而普通声波是连续谱,是各种成份的大杂烩,表明其波动是随机的、混乱的,是不可能形成谐音的“乌合之众”。这就是乐音和普通声音的本质区别,也是乐曲听起来悦耳的根本原因所在。如果把乐器中发出的基音、谐音类比为激光器中的光子和相干态,则由协同学理论揭示的激光是由无序到有序的自组织结构,以及混沌、压缩态等。不难想象,音乐有着极其丰富的存在方式或运动状态,音乐的旋律反映了它的功能结构,其内涵和表现力是无穷无尽的。在谐音的“组合”上,旋律的起伏也象产生奇异吸引子的混沌那样,不是无序的或紊乱的,而是具有更高形式“非周期的有序性”或者“确定性的非周期流”。值得注意的是,人类长期积累的经验表明,两音的频率之比越简单,两音的感觉效果会越纯净、明快、和谐。激光在全量子理论演绎下得出的理论压缩态,即把噪音压缩在量子起伏之下,已在实验中得到了证实,并获得了压缩态激光,这将会鼓励和启示人们进一步研制出达到量子极限的纯乐器来。科学的观念和方法总是在不可抗拒地引导我们探索其可想象的应用,这正是人类进步的“第一推动”。

三、信息与音乐信息

从科学理论的发展看,人们长期对信息没有明确的概念,直到40年代末期建立起信息论,人们才初步掌握了信息的知识,才有可能从数学上定量地描述它以及研究如何更有效地接收它、传送它、处理它。至于音乐信息,也许是将来信息声学研究的基础理论之一。为了简要说明音乐信息这一概念,我们从什么是信息入手来认识它。通常,信息有狭义和广义的理解之分。狭义的理解,信息就是消息,是人们面对面交流及至远距离通信的内容。然而,如果从一种全然空泛的广义上来理解它,则可以说是包罗万象的。广义的信息乃是指人类感官所能感知的一切有意义的东西。正如信息论、控制论创始人之一的维纳(N·Wiener)所说:“信息是人们在适应外部世界并且使这种适应反作用于外部世界

过程中,同外部世界进行交换的内容或名称。”从这里,可以得出有关信息的一个更为明确的定义,即信息就是事物的存在方式或运动状态。信息作为物质的一种存在形式,它是以物质的运动状态和属性,特征为内容,并总是借助一定的物质实现传输或储存。从这一点讲,任何物质都具有作为信息源的属性。只要某物质存在,它就必然具有这一属性,必然向外发送信息。自然,音乐也具有信息源的属性,音乐信息也就是音乐的存在方式和运动状态。必须指出,人类的生存和发展一刻也离不开对信息的感知和利用,生命现象的两个基本方面……新陈代谢和遗传,实质上也都是信息过程。正是在这个意义上,著名理论物理学家、量子力学创始人之一薛定谔(E. Schoedinger)1943年在《生命是什么》一书中就提出“负熵”(即信息,现称之为信息熵 $S=-\ln\Omega$)的概念。他认为,人不是以物质和能量为生,而是以负熵(信息)为生,要摆脱死亡,朝气蓬勃地活着就要不断地从环境中吸取负熵,使肌体组织、细胞维持高度有序化。由此可见,不断地提高我们感知和利用信息的能力何等重要!今天,音乐已成为人们日常生活不可缺少的组成部分。对于音乐信息,就我们人体的感觉器官——耳朵来说,其感知的程度和利用的多少,以至如何来进一步提高,都应予以深入研究,并作出客观、充分的估价。

四、耳听音乐的基本过程

耳听音乐是怎样一会事?乐声冲击着耳鼓,引起耳鼓的振动。这种振动通常由三块听小骨传到耳蜗,耳蜗中心的一种膜接收到后,再把振动传给内耳中的一种流体,流体拨动一些敏感的细丝,受拨动的细丝产生了生物电脉冲,脉冲沿着一定的神经通道进入大脑,大脑的细胞兴奋起来,信息就顺着神经传播开去,音乐就是这样被人感知的。必须指出的是,人们常常把感知仅看成是一种带有神秘色彩的精神事件,这是很不确切的。这也许就是把音乐仅看成是人的精神食粮的根本原因所在。消除这种神秘感或传统的理念,就是要了解脑的一般过程特性。当分析上述过程时,应该说进入大脑的生物电脉冲碰上的是灰白色麦片粥状的脑质。这是一个复杂的电化学网络。实际上,在神经元或神经元模块中存在着某些特定的电化学活动,也许脑的一切特征和作用正是与这些过程一道引起的。面对这一连串复杂的物质的相互作用,物理工作者完全可以把大脑工作过程看成是一个复杂的电路作用过程,各种各样连接着感觉器官和肌肉的神经通道就代表了输入、输出的关系。再进一步,在听音乐的过程中,不妨把整个人体也看成是一个电路网络。联系到音乐治疗这一过程,可以想象,这将是一个多么

复杂而又多么有潜力可挖的电路作用!既然人体是一个电路网络,耳听音乐就只能表示一个输入点或者说一种输入方式。诚然,对一个电路,尤其是一个复杂的电路,信号输入点的选择,输入方式的不同,其传输特性和作用效果显然是不一样的。既然音乐信息是一种确定的运动状态,其作为输入信号无疑是丰富多彩,千变万化的,我们有足够的理由认为耳朵接收不到音乐的全部信息(运动状态)。电的传导有电阻,声的传播有声阻,正常的耳朵也只能是本能地在确定方向上有较好的阻抗匹配,这本身就限制了对音乐信息的吸收与传递。

五、激光音乐全息理疗的提出

人类的生存和发展强烈地依赖于对信息的感知和利用。面对人类自身感知和利用音乐信息的“天然”能力不断地受到挑战,借助于现代化高新技术手段,改变这一严酷现状就势在必行了。黄耀熊教授根据中山医科大学康复中心音乐治疗的情况,提出把听音乐与激光对人体的刺激作用结合起来的思想和方法,即在听音乐的同时,又用音乐调制激光强度来刺激人体有关穴位,并从理论预示,将产生前所未有的疗效。激光束对人体的弱刺激作用已证明是一行之有效的理疗手段,它表明激光辐射能与人体内细胞、组织发生作用,并产生一定的生物电脉冲,通过神经网络在人体中传输。倘若用音乐来控制激光辐射,即实施对激光束的强度、偏振、频率或相位的时间调制,被调制的激光束在刺激人体某些部位时也会将音乐信息载入人体并发生作用。正是在这个意义上,我们把激光束作为将音乐信息导入人身体的独特载体,来研制LMH(Laser Music Holography)系列激光音乐全息理疗仪。如果说耳朵听音乐只是接收一定频率范围、一定振幅或强度和一定方向的音乐信息的话,那激光束所载入的将是全方位的全部音乐信息。这种激光音乐全息理疗技术,不仅理论上成立,实际上也是完全可以做到的。令人鼓舞的是,我国传统的中医穴位,无疑是激光音乐全息理疗的突破口。它与人体器官的对应关系有着坚实的理论基础和可靠的临床依据。把它作为激光刺激人体的作用点,让病人在听音乐的同时,又以此音乐来调制刺激人体穴位的激光辐射,载息激光将理想的音频送入体内。通常,激光束的波长在一基准点有一刺激作用,如在红光范围内存在有细胞的振动频率而引发细胞的振动波场,音乐信息同时以声频范围的振动来刺激此波场。对于生命系统(确切地说人体)的自组织过程存在着多样性、适应性与统一性。在这个统一性中,由新陈代谢支撑着细胞、个体、组织的生长,以及对刺激的反应,有趋利避害的显著特点。这样,由音乐调控的几

种波场在细胞、组织中的相互作用,其结果势必对人体相应器官起到调节肌体、诱发共鸣、康复健身的独特疗效。

六、实施方案

利用音乐来调制激光辐射有多种可行的方法。这里介绍的是采用法拉第磁致旋光效应来调制激光强度所研制的 LMH—1 型激光音乐全息理疗仪。

所谓磁致旋光,是指当偏振光波通过某些晶体材料时,偏振面旋转到平行于所加磁场方向的现象。这是因为在磁场的影响下,物质的固有频率或本征能级发生赛曼分裂,当线偏振光束在进入置于纵向磁场中的透明介质时,就会分裂为两个反方向旋转的圆偏振光束,其中一个对应于右旋圆偏振光,另一个对应于左旋圆偏振光,并且两者在这磁化的介质中具有不同的折射率,亦即以不同的速度通过。在离开介质时,它们又重新组合成线偏振光,但偏振面相对于入射前旋转了某个角度,旋转的角度 φ 依赖于磁场强度 H 和介质长度 D ,并由下式确定:

$$\varphi = VDH$$

式中 V 称为费尔得常数(Verdet),与介质性质有关。此式的重要意义在于,当介质材料一定时, V 、 D 都是常数, φ 角仅按磁场的变化而变化。可以在

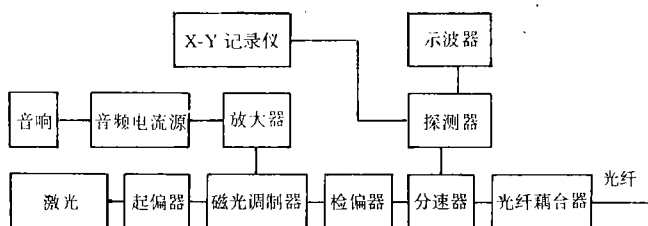


图1 LMH—1 型激光音乐全息理疗实验设置示意图

一不太长的材料棒上绕上多圈绝缘铜导线,制成一个磁光调制器,当线圈上通过的是来自音响并经过放大的音频信号电流时,即在材料棒中建立起随音乐时变的磁场,则入射激光束偏振面旋转的角度也

是随音乐而时变的,经过检偏器后,就实现了音乐对激光束强度的调制。

图1 给出实验的具体方案,由光纤引出载有音乐信息的激光束来刺激人体穴位,示波器和 X—Y 记录仪实时显示或记下载息激光的波形等数据。

七、展 望

音乐对人体的作用,在我国古代就有所认识。中山医科大学著名康复医学专家卓大宏教授对此有过专门论述。然而,作为一种理疗手段,则只是近几年才在一些康复疗养性医院尝试,基本上是为病人选择一定的音乐,在适当的时间供病人听,是作为一种独特的精神或心理疗法而实施的。采用激光对人体的弱刺激来配合音乐理疗,国外十几年前已有学者开始进行实验。他们把人体的低电阻部位作为刺激点,缺乏足够的理论基础,不免带有一定的盲目性,因而一直停留在感性阶段,没有突破性进展。指出这些不足,是为了强调,需要一种普适的研究音乐治疗的理论和方法。解释一些迷惑不解的事实,并给出相当精确的预言,这是任何一种有生命力的理论方法所必须具备的特征。我们提出的激光音乐全息理疗,正是向这方面努力,为音乐理疗的机理研究和应用开发探索新路。展望其发展,这种 LMH 系列理疗仪还只是通过人的听觉与触觉来获取音乐信息,但人对客观外界信息的接收,70% 以上是靠眼睛,音乐信息理疗治病把眼睛排斥在外,显然是不够充分的。实际上可以方便地加上音乐画面,象音乐电视(MTV)那样通过视觉把人们带到音乐旋律与歌词所表现的意境中去。这种超越时间和空间的视觉刺激对人体的调节作用是不可低估的。另外,就触觉来说,我们尽可能把载息激光分多路同时刺激人体不同部位的有关穴位,这样把 LMH 与 MTV 组成一体,形成视觉、听觉和触觉多通道一体化的激光音乐全息理疗。总之,音乐是人类非同寻常的宝贵财富,其巨大的魅力刺激着人们无穷的想象力,许多迹象显示,音乐理疗将成为现代医学中一十分诱人的分支! (责任编辑 冷远猷)

(上接第 48 页)

两系法亚种间杂种优势的利用,在短短的几年时间内,已取得了重大的研究成果,培育的一大批籼粳亚种间杂交稻组合已经进入了试种阶段,这预示着诱人的前景。根据目前的研究现状,两系法籼粳亚种间杂交稻的育种战略重点应该以光温敏核雄性不育基因和籼粳广亲和性基因为基础,采用偏粳型光温敏核雄性不育系与带有籼粳广亲和性基因的偏粳型恢复系进行杂交配组,选育中穗中粒型、籽

粒充实度好的强优势籼粳杂交组合,以此实现利用部分籼粳亚种间杂种优势来进一步提高稻田的单位面积产量,可比当前生产上大面积推广应用的品种间杂交稻组合增产 10~20%。以后随着研究的不断深入,再通过扩大双亲的亲缘关系和遗传差异,在更高层次上选育出优势更强大的大穗型和特大穗型的籼粳亚种间杂交稻组合,进而使稻田的单位面积产量来一次飞跃。 (责任编辑 王宏章)