

# 热敏灸机器人：让老中医有了“分身术”

□ 科普时报记者 魏依晨

在江西省中医院抚生院区，有一种叫做热敏灸的新灸法深受当地市民的青睞，还经常会有海南、云南、哈尔滨、上海等地的疑难病症患者慕名前来体验。

中医针灸发源于我国，联合国教科文组织将其列入“人类非物质文化遗产代表作名录”。据统计，目前世界上已有183个国家和地区开展中医针灸研究和临床运用，约有38万余名针灸工作者。

针灸以中医经络腧穴理论为指导，包括“针”和“灸”两种疗法，主要运用针具和艾叶，通过刺入或熏灼身体的特定部位，以调节人体平衡状态，达到保健和治疗疾病的目的。

“热敏灸是针灸理论和技术的创新。”热敏灸技术发明人、江西中医药大学首席教授陈日新介绍说，针灸中“针”应用于临床治疗的情况较为普遍，但是应用“灸”进行临床治疗的情况却鲜有。1988年至2006年，经过大量的科研攻关和临床实践，陈日新及其团队在继承《黄帝内经》腧穴敏化理论的基础上，提出穴敏化理论新观点，创立了热敏灸新疗法。

陈日新介绍说，热敏灸与传统灸最大的不同就是，传统灸仅仅是让所灸之处表面发热，但热敏灸会让身体整体发热。

热敏灸又称热敏灸感，是不用针、不接触人体，无伤害、无副作用的临床针灸



陈日新正在使用热敏灸治疗患者  
魏依晨 摄

替代疗法。它采用艾材产生的艾热悬灸热敏穴，激发透热、扩热、传热、局部不热远部热、表面不热深部热等热敏灸感和经气传导，并施以个体化的饱和消灸量，从而提高灸疗疗效。“热敏灸提出‘辨敏施灸’新概念，倡导临床不仅要重视‘辨证施灸’，更强调‘辨证、选穴、择敏、施灸’。”陈日新说。

病患多，医生少。面对大量有需求的病人，医生也分身乏术。为了解决热敏灸治疗中医疗力量不足的问题，近日，中国原子能科学研究院与江西热敏灸健康产业投资发展有限公司，签署中

医药智能装备项目投资合作协议，双方将共同开发热敏灸机器人的核心技术。

中国原子能科学研究院核工程设计研究所副所长王明政介绍说，该系统能自动完成探穴治疗过程，将热敏灸的循经、回旋、雀啄等灸法标准化复现，并且通过和医生的深度协同，使医生有了“分身法”，能同时服务5至10位患者，有效解决热敏灸产业化需要大批专业医师的困境。

热敏灸机器人的操作也十分简单，在控制平台上输入被灸者的疾病种类、需要热敏灸的穴位，以及灸灸手法的次

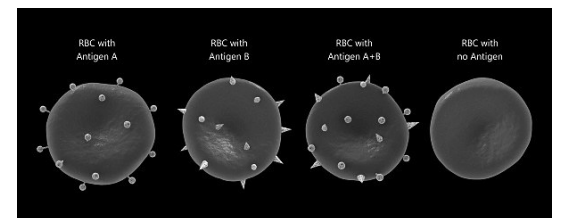
数与时长，就可以自主地为患者进行热敏灸治疗。

在2021上海合作组织传统医学论坛主会场中医药科创新，多台全自动热敏灸机器人亮相，机械臂灵活地模拟人工操作，通过摄像头找准穴位，定点施灸。

江西热敏灸健康产业投资发展有限公司相关负责人介绍说，全自动热敏灸机器人还解决了艾灸使用过程中产生的烟雾问题。

“人不舒服的时候某些穴位会出现‘敏化’，应用热敏灸机器人治疗的时候，这些穴位就会出现热、透、传等各种反应，找到这种反应就找到了热敏穴，然后机器人就会针对这些热敏穴进行饱和灸疗。这种灸疗方式火力比较大，时间比较长。”中国原子能科学研究院研究员杨孔霄说，热敏灸机器人的灸疗技术是非接触式，操作手法也令患者感到舒适。

临床上，每个医生可能会根据各自的经验在施灸的时候对穴位的选取有所偏差，但热敏灸机器人则会通过对穴位的定位判断得非常精确，并且具有随动功能，会随着被灸者的位置改变而自动移动。“热敏灸机器人还可以定制灸法，比如有些医师有自己的独门灸法，热敏灸机器人可以通过定制实现模拟并复现该医师的灸法。”杨孔霄说。



从左到右分别是A型、B型、AB型、O型血的红细胞。  
视觉中国供图

科学史记载：17世纪60年代，英国医生罗尔曾给一个生命垂危的年轻人输羊血，奇迹般地挽救了他的生命。其他医生纷纷效仿，结果造成大量受血者死亡。19世纪80年代，北美洲的一位医生给一位濒临死亡的产妇输入血，产妇起死回生，医学界再次掀起输血医疗热，却再次导致惊人死亡。19世纪末，多数欧洲国家已禁止输血，奥地利生理学家兰德斯坦纳正是在这个当口潜心血液研究，试图揭开输血反应之谜。

兰德斯坦纳把某人的红细胞与另一个人的血清（血浆抗凝后制成）混合，发现有发生凝集反应，有的则不发生。他认为凡是凝集的血本，红细胞上有一种抗原，血清中有相应抗体，抗原和抗体之间“相互吸引”，便发生凝集反应（与血液凝固是两码事）。例如，红细胞上有A抗原，血清中有抗A抗体，便会发生凝集；如果红细胞缺乏某一种抗原或血清中缺乏与之对应的抗体，就不发生凝集。根据这个原理，他发现了人的ABO血型。

ABO血型是最常见的红细胞血型系统，人群中A、B、O型各约占30%，AB型约占10%。A型血的人红细胞表面有A抗原，血浆中有天然的抗B抗体；B型血的人红细胞表面有B抗原，血浆中有天然的抗A抗体；O型血的人红细胞表面没有抗原，血浆中有天然的抗A抗体和抗B抗体；AB型血的人红细胞表面有A抗原和B抗原，血浆中没有抗体。为了避免凝集反应，应该同型输血，只有在很紧急的情况下才允许少量异型输血，此时必须保证供血者的红细胞和受血者的血浆之间不起反应。由于O型血的红细胞表面没有抗原，被称为“万能供血者”；AB型血的血浆中没有抗体，被称为“万能受血者”。兰德斯坦纳的发现为人工输血提供了依据，他获得了1930年诺贝尔生理学或医学奖。

除了ABO血型系统之外，科学家已发现30个不同的红细胞血型系统，抗原近300个，它们的抗原性一般不强，不易发生凝集反应。值得一提还有Rh血型，Rh因子也是红细胞上的一种抗原，它不存在天然抗体，Rh阴性患者接受Rh阳性的血液并不会发生凝集反应。但是在输血后不久，Rh阴性患者的血浆中就会产生抗体，如果再一次接受Rh阳性的血液，就会发生凝集反应。同理，如果Rh阴性的母亲怀有Rh阳性的胎儿，分娩过程中胎儿的RBC可能进入母体，使母体产生抗体，当母亲第二次怀有Rh阳性的胎儿，抗体进入胎儿体内，就会对胎儿的红细胞产生凝集反应，造成新生儿溶血性贫血。

许多人对血型感到好奇，认为血型与性格之间有某种联系，比如认为A型血的人比较急躁、B型血的人比较开朗、O型血的人比较勇敢，AB型血的人有双重性格……这些观点既没有科学依据，也没有统计学上的证据，和星座说一样模棱两可、似是而非。血型取决于红细胞上的分子结构，从胎儿起就不会改变；性格则是脑的功能，受控于遗传基因，更与后天教育等因素息息相关。如果你认为血型—性格分析有道理，很可能是对某些评语的自我认同，倘若积极的自我暗示也未尝不可。

令人感到神秘莫测的血型为什么会存在？目前还没有明确的解释，推测是与动物进化和环境的选择压力相关。人类白细胞抗原（英文缩写为HLA）系统是一个极为复杂的抗原系统，在体内分布广泛，是引起器官移植后免疫排斥反应的最重要的抗原。由于没有血缘关系的个体间HLA表型完全相同的几率极低，HLA成为法医学上用于鉴定个体或亲子关系的重要依据，也是造成器官移植要“众里寻他千百度”的主要原因。（作者系华中师范大学副教授、湖北省生理学会理事）



# 太阳系里的山是如何形成的

□ 石玉若

山，本义是指地面上由土石构成的隆起部分。那么，山的主要类型及其成因如何呢？

太阳系内山的类型按照成因主要分为：因陨石外力撞击而形成的撞击山，由火山喷发、冰川、水、风堆积而成的堆积山，由星壳自身构造运动而成的构造山和因外力侵蚀而形成的侵蚀山。

太阳系内已知的相对高差最大的山是瑞亚西尔维娅环形山，位于小行星灶神星的南半球，直径约500公里，从环形山的最低点到边缘和中央峰的高度差分别约为35公里和20公里。该环形山是由陨石撞击形成的。研究者根据撞击坑统计定年法推测，该环形山形成于约10亿年前。

奥林帕斯山是太阳系内已知相对高

差最大的火山，呈盾状，位于火星的北半球，直径约600公里，高达21.9公里，是由长期的火山喷发堆积而成。科学家们近年来通过研究该火山顶部熔岩流的高清分图图像推测，该火山很可能至今仍在活动。另外，科学家们对火星卫星图片分析研究认为，火星表面的平滑峡谷以及火山带是板块构造的典型特征，但火星上不可能再发生像地球上壮观的洋脊扩张、洋陆俯冲、洋内俯冲、陆陆碰撞等板块构造运动的现象。

地球上的山则大多呈连续的条带状，例如位于欧亚板块与印度板块之间的喜马拉雅山脉，全长约2450公里，宽200—350公里，作为主峰的珠穆朗玛峰是地球上海拔最高的山峰。我国科工作者于2020年再次登顶完成高程测量，

最新数据为海拔8848.86米。该山脉的形成是由于新生代时期欧亚板块与印度板块碰撞造成的，属于典型的构造山。西藏及其邻区300多件锑火成岩年龄数据统显示，该区主要有三期岩浆活动：4100—3200万年，1900—1000万年和400万年以来，与青藏高原的快速抬升时间相一致。这些岩浆活动的产生及青藏高原的阶段性快速隆升，是由于碰撞岩石圈圈的阶段性折拗造成的。

由于冰川运动、流水、风等外力侵蚀作用而形成的山称为侵蚀山。这种类型的山在地球上尤为常见，比如泰山就是由于早期的构造作用和后期的侵蚀作用形成的。

月球表面未发现类似地球表面板块构造的特征，月球上的山主要是由于撞击和

堆积成因形成的。南极艾肯盆地是月球背面南半球的巨型撞击坑，嫦娥四号着陆区冯·卡门撞击坑就位于该盆地。我国科学家根据嫦娥一号获取的激光测高数据得出，南极艾肯盆地北部高原地区的科罗列夫坑以北地区，高出平均参考球面约9840米，并相对于南极艾肯盆地最低点的高差达19公里，是月球表面的最高峰。而嫦娥五号着陆区为月球表面最年轻玄武岩出露的地方，根据撞击坑统计定年法推测，其形成于约12亿年前，我们期待最新的精确年龄数据。着陆区附近的吕姆克山是月表八大盾形火山之一，代表了一种长期的火山喷发堆积，和火星表面奥林帕斯山成因基本一致。

（作者系中国地质科学院地质研究所研究员）

# 元素家族

# 被称为『巧克力元素』的镓

□ 宋丹

镓，元素周期表第31号元素。

镓是第一个先有理论预言，后在自然界里被发现验证的化学元素。1871年，门捷列夫的第一张元素周期表中已经为镓预留了一个位置，被称为“类铝”，还根据位置预测出“类铝”元素的某些性质。

金属镓是一种淡蓝色或银白色的金属，能浸润玻璃，不能用玻璃容器存放，质地柔软，熔点较低，只比室温高9℃。19世纪的化学家们经常利用这个特性来搞些小恶作剧：将用镓做成的勺子和热茶，一起端给毫无戒备的客人。结果客人惊讶地发现，自己在搅拌热茶的时候，把勺子给搅没了。

后来，人们也把镓称为“巧克力元素”，因为它能像巧克力那样放在手里就容易融化。

人们发现镓的原子半径很小，更容易与其他金属形成合金，而且形成的合金因为含有镓元素，更容易获得低熔点。这样的材料就会更容易加工、更稳定，从而更具成本优势。镓在29.76℃已经能熔成液态了，那么由镓制成的合金会比它的熔点更低，或许在室温就已经是液体了。2014年9月，美国北卡罗来纳州的科研团队就研制出了一种变形液态金属——镓铟合金，它在常温下就是液体状态，可用作表的替代品。更有意思的是，科研人员发现通过改变电压，还能调整其液态金属的表面张力和金属块黏度，从而令其变为不同形状。“液态金属”能操控变形——这些特性让我们有理由相信，镓铟合金或许是未来制造《终结者》中T-1000机器人的理想材料。

镓还是半导体的材料元素之一，氮化镓、磷化镓、砷化镓都是含有镓元素的半导体。锗半导体中也掺杂有镓元素。特别是砷化镓，作为第二代半导体材料，因价格昂贵而素有“半导体贵族”之称。它拥有比硅更好的电子特性，例如噪音更小、电子迁移率更高，而且还能用来发光。于是，人们将砷化镓用在一块芯片上，同时处理光电数据。这项性能被广泛应用于遥控、手机、DVD计算机外设、照明、太阳能电池等等诸多光电子领域。

由于较高的电子迁移率，砷化镓也被应用于军事领域，如海湾战争中的激光制导导弹中，就有砷化镓的身影，而且还因为那场战争赢得了“砷化镓打败钢铁”的美誉。

2001年7月，北京有色金属研究总院宣布，国内成功拉制出第一根直径4英寸的VCZ半绝缘砷化镓单晶。

镓化学还开始涉足燃料和能源科学中的基本问题，主要是催化作用，这对于燃料储存和精细化工生产有着重要意义。

（作者系武汉市第二十中学化学教师、武汉市科学家科普团成员）

# 人类与非人灵长类大脑不对称为何存在差异



与非人灵长类动物相比，人为何成为人？一直是学界长期关注的问题。

中国科学院自动化研究所脑网络组研究中心联合电子科技大学大学生命科学与技术学院，利用脑网络图谱思路，绘制出灵长类大脑顶小叶跨物种脑连接图谱，并研究揭示人类与非人灵长类顶小叶不对称性的进化差异。

据中新社报道，这项重要研究进展既为人类语言和工具使用的起源与演进提供新的线索，也为阐明“人类为什么成为人类”的本源研究提供了新证据。该成果论文近期已在国际学术期刊《电子期刊·生命科

学》发表，中科院自动化所蒋田仔和樊令仲研究员为共同通讯作者，电子科技大学博士生程禄祺为第一作者。

蒋田仔介绍说，与现存的非人灵长类动物例猴和猿相比，人类在很多高级认知功能方面具有显著优势，尤其是语言和复杂工具使用的能力，这可能构成“人之所以为人”的基础。为解决“人为何成为人”这一长期悬而未决的问题，可通过解析和比较人类与其他非人灵长类动物脑结构和功能上的差异性和相似性，来部分回答和阐释这一难题。

程禄祺说，科研团队首先利用磁共振成像技术获得人类、黑猩猩、以及猕猴的结构磁共振和弥散张量磁共振成像数据，并以语言和工具使用最相关的顶小叶为研究对象，通过结构磁共振成像分析3种灵长类顶小叶结构上的不对称性。结果显示，在黑猩猩和人类中发现相似的结构不对称性，但在猕

猴中未发现类似模式，这说明顶小叶结构分离出现在3个物种的共同祖先之后，而在黑猩猩和人类共同祖先之前。

研究人员进一步利用弥散磁共振成像，绘制出人类、黑猩猩和猕猴顶小叶的亚区尺度的脑连接图谱，发现在3个灵长类物种间，解剖连接模式的不对称性呈现梯度式的进化模式，即与人类亲缘关系较远的猕猴中没有脑连接的不对称，但在与人类亲缘关系较近的黑猩猩中开始出现脑连接的不对称，而且这种不对称性在人类大脑中更加广泛。

樊令仲表示，中科院自动化所科研团队绘制跨物种脑网络图谱是推动非人灵长类动物模型到人类大脑研究的桥梁，这不但是破解人类大脑特有高级认知功能的一个重要突破口，也对建立重大脑疾病的非人灵长类动物模型、深入研究人类脑疾病的致病机制等，具有重要的科学和临床意义。（孙自法）

# 慢性疼痛会带来哪些“痛”

——探秘人类第五大生命体征（下）

□ 高永静 张旭

及对疼痛刺激的感觉增强，且在伤口愈合后还会持续疼痛。

周围神经系统中的感觉神经元发生可塑性变化后，可能会改变它们发送给脊髓的信号或分子信号，这又会触发脊髓神经元中受体和化学递质的基因表达变化，从而形成慢性疼痛状态。脊髓神经元活动增强，进而增强了向脑干和大脑的疼痛信号的传递，这种中枢敏化很难逆转，使疼痛持续超过其保护作用。因此，我们需要在疾病的早期有效控制疼痛，防止疼痛传导通路发生神经可塑性变化。临床医生常说的“疼痛不能忍，要早发现早治疗”，就是这个道理。

慢性疼痛带来的持续性、伤害性的感觉，在给患者情绪和身体健康造成损害的同时，也严重影响了生活质量。大约25%的慢性疼痛患者会继续患有慢性疼痛综合征，产生超出疼痛本身的症状，如抑郁、焦虑、易怒、内疚、疲劳感、失去兴趣、失眠或产生自杀念头等，甚至发生吸毒、酗酒、药物依赖等行为，严重干扰了日常生活。而患者的健康状况也与疼痛的严重程度紧密相关，疼痛严重时更需要医疗保健措施。

基于慢性疼痛的普发性与严重性，世界卫生组织于2018年在第十一版《国际疾病分类》中首次收录了慢性疼痛，

其疾病分类号为MG30，该版本将于2022年在WHO成员国执行。我国确定每年10月的第三周为“中国镇痛周”。

在临床治疗中，应对轻度疼痛一般使用对乙酰氨基酚、布洛芬等非阿片类药物缓解；中重度疼痛通常采用吗啡、可待因、氢可酮等阿片类药物，再辅以针灸和电刺激等方式。心理咨询、物理治疗和放松技巧等多种方法也能够辅助缓解慢性疼痛和随之而来的其他症状。也就是说，如果更多的慢性疼痛患者了解疼痛的原因，并保持积极乐观的心态配合治疗，他们的病症虽无法彻底治愈，但起码可以得到有效缓解。

不过，科学家们相信，神经科学的进步将在未来几年中带来更多更好的方法，用以治疗慢性疼痛。几个世纪以来，科研工作对疼痛的不断研究使我们对疼痛的原因和机制有了进一步的了解，改善了某些疼痛性疾病的诊断和治疗方法。在明确疼痛的神经传导通路的基础上，我们对疼痛的细胞、分子、环路机制也有了更深的认识。

早期研究发现，疼痛的传导由三级神经元完成，而且神经元的可塑性变化在慢性疼痛的发生发展中起着重要作用。近年来的研究揭示了非神经细

胞，如胶质细胞、免疫细胞、肿瘤细胞等也参与疼痛的调节，并促进神经元可塑性变化，表明了神经免疫调节可能作为疼痛治疗的途径之一。

基因遗传、化学遗传技术和多种功能的病毒结合，使疼痛传递和调制的微环路逐步得以揭示，脊髓背角局部环路、脑部核团之间的环路、脑部核团向脊髓的下行投射对疼痛的调节报道逐渐增多，为神经调控镇痛奠定了基础。

尽管在疼痛研究方面，学界已经取得了许多进展，但仍有很多慢性疼痛不能得到有效缓解，还有待更广泛的研究。深入探索疼痛神经传导和疼痛感知机制、神经生理性疼痛和炎症性疼痛的机制、急性疼痛到慢性疼痛的转变机制；研究疼痛的性别差异、年龄差异、种族差异的机制；研究阿片类药物耐受和成瘾的机制，寻找减少阿片副作用的途径等。只有突破这些研究“痛点”，我们才能探索出更有效的疼痛治疗方法，开发出疼痛治疗的新靶点。

（第一作者系南通大学特种医学研究院和疼痛医学研究院院长，第二作者系中国科学院院士、中国科学院上海高等研究院研究员）  
（本文原载于《前沿科学》2021年第2期）