

“验血”不“抽血”，无针诊断迈出重要一步

■本报记者 陈彬 通讯员 赵晖

作为一种常见的医疗检查手段，血液检测在大量疾病的检测与治疗中均扮演着重要角色。而无论是检测血液中的何种成分，“抽血”几乎都是最基本的“第一步”。

抽血行为看似简单,但除了刺破血管引发的疼痛与不适外,如果操作不当,还可能造成患者血管损伤,增加感染风险及血液浪费等一系列问题,特别是对于某些因身体原因不适合抽血的病人,此类问题更加明显和棘手。

那么,有没有一种方式可以做到“验血”不“抽血”呢? 近日,天津大学精密仪器与光电子工程学院教授田震团队、副教授李娇团队合作取得的一项科研成果试图给出答案。

团队人员开发出一种新型太赫兹光声系统,可以实现在不做任何血液采集的前提下,对活体小鼠血液中钠离子水平的实时测量。相关人体实验也初步验证了该系统走向临床应用的潜力与可行性。近日,相关研究成果发表于《光学》。

不刺破血管，“看”到血液

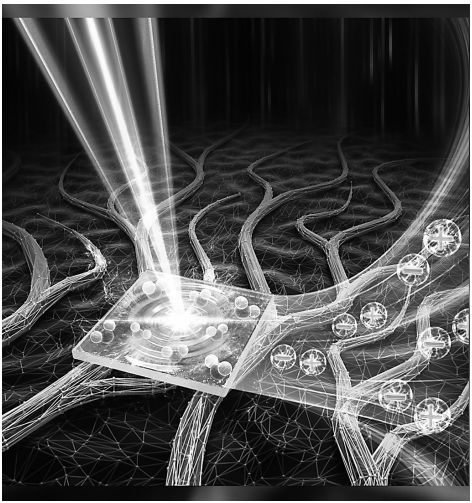
在人体血液中,钠离子的含量并不算高,其作用却十分重要。

“钠离子是维持人体正常生理功能的关键电解质,其含量异常,如过高或过低,均可能通过影响渗透压、细胞功能及器官代谢,引发神经系统、心血管系统、肾脏等多器官的疾病,严重时可危及生命。”李娇告诉《中国科学报》。

然而,由于每个人的体质不同,钠离子在人体内的吸收速率并不相同。

以低血钠症为例。李娇说,该病患者需要通过补钠维持体内的钠平衡,但在同样速率、同样计量之下,有些人体内钠水平会快速上涨,甚至导致患上神经脱髓鞘等疾病,造成神经系统受损;与此同时,有些人钠水平却上升很慢,以至延误治疗。

“因此,对人体血液中钠水平的实时监控



无标记检测血钠离子的太赫兹光声技术示意图。研究团队供图

就显得十分重要。”李娇说。

对此,传统方式是对病人进行频繁的抽血检测。然而,对于一些肾病患者、危重病人或老年病人来说,这种方式除了费时费力外,还容易引发感染等后续问题,而且这些病人血液中的钠含量本就不足,频繁抽血更会加剧这种不足。

这种情况下,如果可以实现无针刺前提下的实时监测,无疑会对病人的治疗起到重要作用。但什么东西可以在不刺破血管的情况下,“看”到血液的情况?

替代办法

李娇团队想到的是太赫兹波。据介绍,太赫兹波是一种位于微波与中红外波段之间的电磁波,具有低能量、组织

无害性、弱散射性等优势,并能敏感捕捉生物结构功能变化,是一种理想的生物医学检测工具。

不过,太赫兹波监测也有其局限。它太容易被水吸收了,而血液的主要成分恰恰就是水。这使得太赫兹波即便穿透皮肤和血管进入血液,大部分能量也会被血液中的水分子所吸收,能与钠离子作用并反射回收收装置的能量过低,很难起到检测作用。

这几乎是一个无法解决的问题。也正因为如此,相关的监测并没有在医疗实践中大规模应用。对此,科研团队一时间也没有想到好的解决办法。

不过在摸索中,他们想到了一个“替代办法”。

“既然无法解决太赫兹信号被水吸收的问题,那我们是不是可以不再接收太赫兹信号,而接收别的信号呢?”田震说。他口中的“别的信号”就是超声信号。

田震告诉《中国科学报》,目前的科技手段很难阻止水分子对太赫兹信号的吸收和干扰,却可以做到让水分子在这一过程中不发出超声波信号,从而使太赫兹波在作用于钠离子时,后者发出的超声信号变得更加清晰。

“这就如同用探照灯照大海上的一艘小船,小船固然可以反射灯光,但由于大海反射的灯光更强烈,导致人们看不到小船。”田震说,但如果将大海用黑布屏蔽掉,即便小船反射的灯光再小,也能看到。

更重要的是,相较于接收太赫兹信号的设备,人类对超声探测仪的研发历史要长得多,目前相关设备的灵敏度也要高得多,足以接收血液中钠离子发出的微弱超声波信号。

“通过引入光声技术,我们首次实现了太赫兹波在人体离子检测中的应用,这是临床转化的重要突破。”田震说。

“接地气”的项目

虽然涉及很多“高科技”,但李娇依然觉得他们所研发的太赫兹光声系统是一项很“接地气”的项目。正如她所说,“科学研究最终是要改变现实的,而这项研究最终改变的‘现实’,可能与我们每个人的健康都息息相关”。

这项研究还需要多久才能应用到普通百姓身上?

李娇表示,目前相关样机离临床试用已不远,但如果要实现真正意义上的大规模应用,还需要上游技术的支撑。

“目前这项技术大规模应用的最大障碍在于太赫兹源技术的突破。坦率地说,现有能够发射太赫兹射线的设备存在造价过高、发射强度不够等问题。如果这些问题能够解决,‘无针诊断’的普及将大大加快。”她说。

在这方面,李娇很是乐观。“需求决定供给。之前太赫兹源技术之所以发展不够快,一个很重要的原因是尚未找到足够大的应用场景,一旦产生足够的需求,甚至形成一定的市场空间,相关技术的突破就是值得期待的。”她说。

这一“市场”的形成并非遥不可及。据田震介绍,人体血液中含有种类多样的元素离子,比如钠离子、钾离子等,此外还包括各种糖类、胰岛素,甚至一些大的白蛋白。这些物质都在太赫兹波段上有非常丰富的吸收谱。这意味着只要有足够的技术支撑,对这些物质的检测都可以实现“无针化”。

“要知道,相较于钠离子异常所引发的疾病,与血液钾离子、各种糖类有关的疾病,其涉及人群的规模和数量要大得多,这就意味着相关技术有广阔的探索及应用空间。”田震说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1364/OPTICA.559182>

按图索技

“薄片”折叠机器人能帮人捡拾物品

本报讯 韩国科学家开发了一种柔性机器人薄片,能抓取物体并在物体表面移动。这一进展可改进自主系统在探索、触觉显示(帮助用户“感知”虚拟刺激的技术)和智能医疗等领域的应用。近日,相关研究成果发表于《自然-通讯》。

类似折纸的折叠变形是一种成熟的方法,但传统方法采用固定铰链结构,限制了结构配置的范围和适应性。韩国科学技术院的 Jung Kim 和同事制作的机器人折叠薄片由密集分布的热敏元件构成,受热可改变形状。

研究人员用一张 40 平方厘米的薄片展示了这一方法。该薄片由 308 个兼具加热器和感受器功能的电阻构成。双功能的构成使机器人可以实现精确控制移动,系统可根据感受器反馈作出持续调整。

通过让机器人爬过物体表面及抓抬各种物品,

如培养皿、塑料包装和木棍等,研究人员展示了这一机器人薄片的灵活性。Kim 和同事表示,这款机器人可实现 -87 度至 109 度之间的折叠角度,并在 30℃到 170℃的温度范围内保持性能一致性。系统还能快速、精确响应环境变化,以保障稳定性和效率的提升。

研究人员表示,这一可编程折叠薄片能提升自主系统的多功能性和可适应性,使之更有效地在不可预测的地形上发挥功能。未来,随着材料技术和结构设计的进步,该技术潜力才能得到充分挖掘。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-61838-3>

薄片机器人正在抓起物体。研究人员供图



以彼之道：破解技术伦理风险的工程学方案

■李伦

如何防范算法歧视、算法黑箱、“幻觉”和“失控”等人工智能风险?以往人们常常采用加强道德教育、实行伦理审查等非技术方法,现在这些方法对防范人工智能风险是否奏效?

人工智能等新兴技术的伦理风险有些是源于技术的内在属性,无法用纯粹的非技术方法有效防范,而技术方法则对防范此类风险具有得天独厚的优势。我们将通过技术方法防范技术伦理风险的方案称为伦理工程学。由于人工智能具有适合“技术-伦理”互嵌式方法的技术特征,伦理工程学对防范人工智能伦理风险具有特别重要的意义。

技术伦理风险溯源:从人源性到技源性

现代技术,尤其是人工智能技术具有明显的不确定性,存在发育不成熟、安全隐患或技术缺陷等问题。这些技术的内在属性本身蕴含着伦理风险。

除了人的因素,技术伦理风险还可源于技术本身。这意味着现代技术伦理风险源于人和技术两大因素。前者可称为人源性伦理风险,即人不当使用技术引发的伦理风险;后者可称为技源性伦理风险,即技术内在缺陷蕴含的伦理风险。

技源性伦理风险是技术的先天风险。这些风险蕴含在技术的内在属性之中,防范这些风险只能依靠技术的改进。技术得不到改进,无论人们如何合理地使用它,这些风险都无法消除。人源性伦理风险是技术的后天风险,是人在使用技术过程中产生的风险,而非技术内在属性决定的。这些风险不是技术先天带来的风险,而是人们不当使用或滥用技术产生的风险,消除此类风险的关键在于规范人使用技术的行为。

对算法黑箱和算法黑幕进行区分,有助于我们更清晰地理解区分人源性风险和技源性

风险的意义。算法黑箱是指由于技术的复杂性和不成熟,算法内部工作原理或中间处理逻辑缺乏可解释性。简言之,算法黑箱是技术因素导致的。算法黑幕则不同,是人为因素导致的,是人为达到某种目的恶意设计算法,故意掩盖算法真相。对算法黑箱和算法黑幕不加区分势必难以解决问题,尤其是将算法黑幕说成算法黑箱,实际上是逃避责任的一种方式。解决算法黑箱问题,必须通过改进算法技术,解决算法黑幕则需规范人的算法设计行为。

技术伦理风险防范：从非技术方法到技术方法

技术伦理风险溯源具有人源性和技源性,与此相应防范技术伦理风险有技术方法和非技术方法。技术方法主要包括改进技术的内在属性、增强技术的鲁棒性、提高技术的可解释性等。非技术方法主要包括制定伦理规范、实施伦理审查、加强伦理教育和监管,以及增强人的伦理意识等。

我们不妨将通过技术方法防范伦理风险或解决伦理问题的方案称为伦理工程学。以往防范技术伦理风险,人们常常采用非技术方法,而技术方法没有引起足够的重视。时至今日,现代技术,尤其是人工智能技术的不确定性日益明显,技源性伦理风险大幅提升,技术方法获得了空前的关注。世界科技巨头纷纷提出各自的可信人工智能工具,宣称“利用人工智能防范人工智能伦理风险”,其实质就是利用技术方法来解决可解释性、公平性、隐私和安全等问题。

为了防范人工智能伦理风险,欧盟发布的《可信人工智能伦理指南》(以下简称《指南》)除了提出加强监管、制定行为准则和标准、实施认证制度、通过教育培训培养伦理意识和伦理观等非技术方法,还特别提出了构建可信人工智

能架构、将伦理和法律要求融入设计中、运用解释方法、进行测试和验证、制定服务质量指标等技术方法。

换言之,《指南》特别重视伦理工程学方法,强调改进人工智能技术、优化算法、提高可解释性,是实现可信人工智能的关键技术方法。

实际上,人工智能与伦理工程学具有极强的亲和性。人工智能的自主性或自为性等特性,以及代码、算法设计的灵活性,为伦理工程的“良芯”设计提供了前所未有的便利,可以方便地将伦理规范和伦理价值嵌入代码、算法设计中。人工智能算法迭代升级周期短,也为算法的及时纠偏提供了技术便利。

通过对算法歧视溯源的分析,我们可以更清晰地认识到风险防范方法与伦理风险类型相匹配的重要性。算法歧视至少包括两种情形,一种是算法偏差导致的算法歧视,另一种是恶意利用算法导致的算法歧视。前者是因为技术的不成熟或技术缺陷而产生的,要解决算法偏差导致的算法歧视,必须依靠算法技术的改进。后者是人为因素导致的,其中的算法在技术上并不存在偏差,也不存在技术瓶颈,而是有些机构通过算法设计故意不公正地对待用户,“大数据杀熟”就属于这种情况。前者不涉及人的不良动机,后者与人的不良动机直接相关。可以说,前者是因为“技术蠢”,后者是因为“人坏”。防范恶意利用算法导致的算法歧视并不一定依靠算法技术上的创新,通过规范算法设计行为就能做到;算法偏差导致的算法歧视则必须依靠技术创新才能得到有效解决。

伦理工程学：“技术－伦理”互嵌式方法

伦理工程学可以追溯至美国华盛顿大学芭提亚·弗里德曼在上世纪 90 年代提出的价

值敏感设计。价值敏感设计的核心理念是将道德想象力融入技术的设计和制造中,主张在设计的前期和整个设计过程中主动影响技术设计,将人类价值嵌入设计过程。价值敏感设计通过技术设计将人类价值嵌入技术之中,其实质是利用技术方法解决伦理问题。我们将价值敏感设计视为伦理工程学的一种重要方法。伦理工程学通过技术方法防范伦理风险或解决伦理问题,但它不只是利用技术方法改进技术内在属性,降低技术伦理风险,还包括利用技术方法规范人的行为,防范人使用技术引发的伦理风险。技术方法是在价值观的指引下改进技术的内在属性,或者将价值观嵌入技术设计。

这意味着,伦理工程学是通过技术方法防范伦理风险,但它不是纯粹的工程学,也不是纯粹的伦理学,而是“技术－伦理”互嵌式方法或“代码－价值”互嵌式方法。它通过技术方法将伦理规范或价值观嵌入技术或代码之中。

例如,价值对齐和隐私设计就是人工智能伦理工程学的重要方法。为了防范人工智能大语言模型的“幻觉”“失控”等风险,美国 OpenAI 公司启动了“超级对齐”项目,提出通过一个大型语言模型监督另一个模型的方法,将与对齐相关的工作交由自动系统完成,确保人工智能系统的行为与人类的价值观或伦理原则保持一致。“超级对齐”实质上就是典型的利用技术方法防范技术伦理风险的方法。隐私设计是将隐私保护前置性地嵌入算法设计的工程方法,也是一种典型的伦理工程学方法。隐私设计从算法设计最初阶段起,预先将保护个人隐私、尊重用户权利等伦理规范嵌入算法系统中。通过隐私设计这一技术方法,可以实现保护个人隐私的目的。

(作者系湖南师范大学人工智能道德决策研究所教授)

■集装箱

治疗炎症性肠炎化药 1 类新药获准开展临床试验

本报讯 (见习记者江庆龄)近日,治疗中重度溃疡性结肠炎化药 1 类新药 DC411151 获得国家药品监督管理局颁发的临床试验通知书, 获准开展临床试验。

DC411151 由中国科学院上海药物研究所(以下简称上海药物所)、杭州民生药业股份有限公司联合申报,已获得中国、澳大利亚等国专利授权。上海药物所研究员柳红课题组设计合成了系列结构新颖的 S1P 受体调节剂,并开展了系统的构效关系研究和成药性研究;上海药物所研究员谢岑课题组对此类化合物开展了全面的药效学评价。

临床前研究结果显示,DC411151 具有良好的 S1P 受体激动作用,对 S1PR1 的激动活性达到纳摩尔级,优于现有上市药物辛诺莫德和奥扎尼莫德。同时,DC411151 展现出良好的亚型选择性,选择性较辛诺莫德和奥扎尼莫德提高 5 倍以上。在多种溃疡性结肠炎动物模型中,DC411151 均表现出明显的治疗效果,具有良好的药代动力学性质和安全性。

系列研究表明,DC411151 是一类安全、有效、质量可控的治疗新型溃疡性结肠炎的临床候选药物,有望为炎症性肠病患者的临床治疗提供安全有效的治疗新选择。

北京发布科技赋能文化“揭榜挂帅”项目榜单

本报讯 (记者田瑞颖)8 月 8 日,北京市 2025 年度科技赋能文化“揭榜挂帅”项目榜单正式发布。

今年 1 月,北京市有关单位联合印发《北京市科技赋能文化领域创新发展行动计划(2025—2027 年)》,并组织开展“揭榜挂帅”项目征集工作,围绕“关闭博物馆之城”“演艺之都”“书香京城”和“北京大视听”四大方向凝练形成 6 项需求榜单,分别是基于国产人工智能(AI)大模型的博物馆“智能伴游”导览系统研发及示范应用、博物馆 AI 互动剧场体验系统研发及示范应用、首钢园工业遗产人工智能数字博物馆关键技术研发及示范应用、面向音乐类节目的总谱解析与 AI 辅助智拍系统研发及示范应用、古代档案文献遗产样式雷图档沉浸式交互体验系统研发及示范应用,以及基于 AI+ 光场的超高清沉浸式空间视频生成平台研发及示范应用。

北京市科委、中关村管委会相关负责人表示,希望通过这批“揭榜挂帅”项目,进一步深化构建市区协同、供需协同的多方协作机制。

第十一届国际发明展览会将在广州举办

本报讯 (记者高雅丽)8 月 11 日,中国发明协会与广州市人民政府在京召开新闻发布会。记者从会上获悉,第十一届国际发明展览会、第 33 届广州博览会和“一带一路”暨金砖国家技能发展与技术创新大赛将于 8 月 22 至 24 日在广州同期举办,为海内外发明创新成果、促进国内国际双循环搭建高规格的展示交流转化应用平台。

国际发明展览会是我国发明创新领域最高规格的国际性展会之一。本届国际发明展吸引了来自全球 30 多个国家和国际组织的 300 多位嘉宾参与,展出 2000 多项中外发明成果,将全面呈现我国在新一代信息技术、人工智能、新能源、新材料、生物医药等重点领域的创新成果,凸显发明创造对产业升级和民生改善的引领作用。

今年的国际发明展将突出“湾区”特色,主题为“发明汇湾区,创新联全球”,规划总面积约 2 万平方米,将设立多个特色主题展区,集中展示国际国内优秀的发明创新成果,包括国际展区、新质生产力发展展区、国防科技创新展区、高等院校科研成果展区、创新大师(工匠)发明成果展区、绿色生产和新材料创新展区、青少年发明创新展区、中医药传承创新专题展区以及纪念中国发明协会成立 40 周年历程展区等。同期还将举办中国隐形角兽 500 强大会、知识产权双向路演对接会等专题活动。

第四届合成生物学创新赛在深圳举办

本报讯 (记者刁雯雯)日前,第四届合成生物学创新赛(以下简称创新赛)新闻发布会在深圳理工大学举行。记者从会上获悉,自 2022 年创办以来,合成生物学创新赛参赛队伍数量连年翻番,今年已达到 265 支,并吸引了来自日本、俄罗斯、新加坡、马来西亚、泰国等多个国家和地区的近 1900 位青年选手参与角逐。

本届赛事于 8 月 6 日开赛,持续到 8 月 9 日,设置了七大赛道:白色赛道聚焦工业应用,绿色赛道涵盖农业与环境,红色赛道专注健康与医疗,细菌博弈赛道利用基因编辑技术操纵微生物进行策略博弈,蛋白设计赛道利用机器学习模型优化蛋白质功能,合成细胞赛道专注于生命从无到有所依赖的底层构建技术,负责任的生命科技创新赛道重点关注伦理安全风险与可持续发展议题。

创新赛鼓励团队从基础研究到应用转化全链条布局,既关注科学问题和前沿技术的原创性,又强调技术方案的可实施性,旨在推动合成生物学研究成果切实服务社会发展需求。同时,赛事依托深圳合成生物研究重大科技基础设施,通过自动化实验平台向多个赛道提供实验及数据处理支持,以智能化基础设施推动合成生物技术创新和生物制造产业升级。