

用科技手段体验“透视眼”

柠檬黄可以让皮肤变透明？

人与水母有什么区别？最直观之处就在于我们的身体是不透明的。

但现在，正有一项开创性研究向人们展示，其实哺乳动物的皮肤也有变透明的可能。甚至只需要通过将水和一种常见食用色素——柠檬黄的混合物涂在身上，再静等几分钟，便可看到体内纵横交错的血管、怦怦跳动的的心脏及持续蠕动的肠道，而冲洗掉染料后，这块如同被开了“天窗”一般的皮肤又可恢复如常。

2024年9月6日，一项近乎魔法般的发现诞生，研究团队来自美国得克萨斯大学达拉斯分校与斯坦福大学等。这项研究成果发表在著名的《科学》杂志上。

皮肤真的是一道屏障

在尝试解释“魔法”之前，我们恐怕必须了解一下，哺乳动物的身体究竟为什么不能像水母一样透明。

本质上讲，身体不透明的根本原因在于皮肤组织是一种散射介质。当外界有光线照到上面时，它的第一反应是阻挡、拦截，将光反射出去，而不是任由其穿行无阻。

即便有部分光线能够侥幸“躲过此劫”，可人体组织的构成成分之复杂——由水、脂肪、蛋白质等多种物质构成，光也很难在这种复杂情况下“占到便宜”——这些成分彼此间各异的折射率会以不同的方式减缓光在其中的传播速度。例如，对可见光来说，水的折射率约为1.33，而脂肪和蛋白质则更高。在人体大多数组织中，这些成分都紧密地交织在一起，使得当可见光在穿过时必会发生散射。而这种效应最终最大的影响就是告诉我们的眼睛，皮肤就是一种不透明的有色生物材料。

但同时，这也给了研究人员以遐想：如果能够精确调控细胞的折射率，使其与周围介质的折射率完美匹配，从而避免光线在两者的边界发生散射，岂不是就可以让皮肤变成透明的？

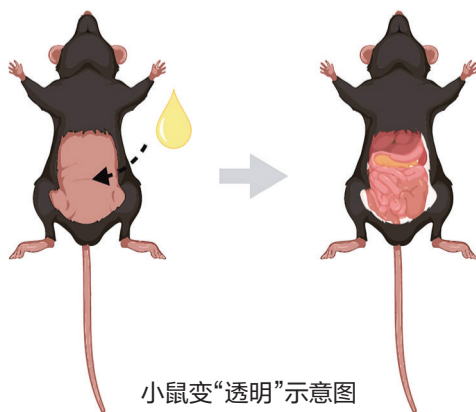
理论上讲，完全正确。但若想找到一种方法来减少不同成分的折射率差异，何其困难。而令这支来自美国斯坦福大学的研究团队也没有想到的是，最终实现理想的物质竟然就在眼前。

天赋异禀的柠檬黄

有多近呢？这么说吧，作为美国食品药品监督管理局(FDA)认证的9种食用颜色添加剂之一，柠檬黄被广泛添加在鸡精、膨化食品、汽水、配制酒等食品饮料中。不只是餐桌，在梳妆台、洗手台上的口红、牙膏、洗发水、洗涤剂等化妆品和日用品当中，也完全不难找到它的身影。

那么，这种无孔不入潜藏在你我身边的色素，到底是如何“逆天改命”的？

首先要引入一个重要的光学概念，即克拉默斯-克勒尼希(Kramers-Kronig)关系。它表明光的颜色不是相互独立的，而是相互关联的：如果一种材料更多地吸收了某种颜色的光，那么这种吸收就会改变另一种颜色的光通过它的方式。而柠檬黄恰好能吸收大部分的可见光，尤其是蓝光和紫外光。



“透明技术”该何去何从？

研究人员表示，他们尚且无法预测它在人类皮肤上能发挥怎样的作用。因为人类的皮肤比小鼠的厚10倍，对于需要多大的剂量及使用何种递送方法才能穿透人类皮肤，仍是未知的。

在未来的医学领域，医生们或许可以通过局部涂抹柠檬黄，实现对患者活体组织的高分辨率成像，为疾病诊断和治疗提供更准确有效的手段。比如在肿瘤诊断中，透明化肿瘤组织可更清晰地观察

肿瘤形态和结构，为制定治疗方案提供依据；在神经科学研究中，利用柠檬黄透明化大脑组织，可观察神经元活动，深入了解大脑工作机制。当然，柠檬黄在光学透明领域的应用也面临一些挑战，如进一步提高光学透明性和成像分辨率，确保在不同组织中的稳定性和安全性等，这些都需要科学家们进一步深入研究。

除了柠檬黄，还有其他物质也能使生物组织变透明。尿素和甘油的混合物，通过逐步渗透改变组织折射率，减少光的散射，使组织透明。在处理一些软组织如脑、肝脏等方面效果较好，相对温和，对组织损伤较小，但处理过程较慢。水溶性四氧化钼能使生物组织中的脂质变透明，在处理富含脂质的神经组织时效果较好，可以特异性地针对脂质进行处理，提高透明效果，但具有一定毒性，使用时需严格控制实验条件且处理后要充分清洗。丙烯酸胺类单体可通过聚合反应形成透明凝胶包裹生物组织使其变透明，可实现较厚组织的透明化并可与免疫标记等技术结合，但丙烯酸胺具有神经毒性，操作时需注意安全防护。苯甲醇和苯甲酸苄酯的混合物，能使生物组织快速变透明，处理速度快，但对一些对有机溶剂敏感的组织可能造成损伤，且因其具有挥发性和刺激性气味，使用时需注意通风。

总之，柠檬黄作为食品工业中的合成色素，如今在科学领域展现出巨大潜力。它的光学透明性为生物医学研究提供了新的思路和方法，打开了一扇了解生命奥秘的新窗户。而其他物质也在生物组织透明化领域各有优势和挑战。相信在不久的将来，随着科学技术的不断进步，这些方法将在更多领域发挥重要作用，为人类的健康和发展做出更大贡献。在这个充满挑战和机遇的时代，科学的进步从未停止，每一次新发现都可能带来意想不到的变革，让我们共同期待更多的科学奇迹，见证人类对世界的不断探索和创新。

综合科普中国、澎湃新闻报道



△研究的第一作者手持一管柠檬黄溶液。

