

避免人体“内战”的免疫“安全卫士”

——2025年诺贝尔生理学或医学奖成果解读

人体免疫系统如同一支“军队”，保护我们免受外来病原体侵害。然而，“狡猾的”病原体会伪装成不同形态欺骗免疫系统，甚至进化出与人体细胞相似的特征。免疫系统是如何精准识别“敌人”，将它们与人体自身细胞区分开，以避免误打“内战”伤及人体自身呢？

2025年诺贝尔生理学或医学奖三名获奖者——美国科学家玛丽·布伦科、弗雷德·拉姆斯德尔和日本科学家坂口志文打破固有认知，发现了能在识别“敌人”同时避免自身“内战”的免疫系统“安全卫士”——调节性T细胞，为开辟外周免疫耐受这一全新研究领域奠定基础。



免疫系统必有“保安”

长期以来，许多研究人员坚信，免疫耐受，也就是人体免疫系统识别“自己人”的机制，仅仅是通过被称为“中枢免疫耐受”的筛选过程来实现的。

中枢免疫耐受是指在胸腺等中枢免疫器官中，免疫细胞在发育时会“自检”——一旦发现它们攻击自己的组织，就会被淘汰或改造，使进入血液的细胞大多数不会误伤身体，这样就防止了自身免疫性疾病的发生。

然而，20世纪80年代，坂口志文在日本爱知县癌症中心研究所就职期间却产生不同于主流的看法，并有了关键发现。坂口的灵感来自早先的另一项实验：为理解胸腺在T细胞发育中的作用，研究人员切除新生小鼠的胸腺，发现小鼠免疫系统过度活跃、失控运行，即中枢免疫耐受缺陷导致了严重的自身免疫性疾病。随后坂口将来自健康小鼠的成熟T细胞注入切除胸腺的小鼠体内，发现小鼠的自身免疫性疾病被治愈。这一实验表明，成熟T细胞具有调控免疫反应的能力，能够抑制那些失控的自身反应性T细胞。

这一结果及其他类似结果也让坂口确信，外周免疫系统——身体里负责实际防御的“前线部队”中，一定存在某种形式的调节性“安全卫士”。在随后实验中，坂口发现了一类此前未知的全新T细胞，将其命名为调节性T细胞。坂口和同事1995年在美国《免疫学杂志》发表的里程碑式论文指出，调节性T细胞是T细胞的特殊亚群，能保护机体免受自身免疫性疾病侵害。

突变导致免疫“失控”

不过，当时许多人仍对坂口的发现持怀疑态度。正是布伦科和拉姆斯德尔的后续研究提供了关键证据。

20世纪40年代，在位于美国田纳西州的橡树岭国家实验室，研究人员在进行辐射影响研究时意外发现，一些雄性小鼠生来皮肤就出现鳞屑状脱落，脾脏和淋巴结极度肿大，只能存活几周。研究人员意识到这种疾病的相关基因突变必定位于X染色体上，因为雌性小鼠能够携带突变生存，它们拥有两条X染色体，其中一条是健康的。

20世纪90年代，分子生物学工具进一步发展后，研究人员调查发现，这些小鼠的器官受到T细胞攻击，T细胞破坏了小鼠体内器官，似乎是相关突变引发了免疫系统的“叛乱”。

在科技飞速发展的今天，只需数天时间就能绘制出小鼠整个基因组图谱，锁定突变基因。但在当时，这样的工作无异于大海捞针，需要付出大量时间和耐心，以及对当时分子生物学工具的创造性应用。

经过不懈努力，布伦科和拉姆斯德尔最终找到了这些患皮屑病小鼠的突变基因。他们于2001年发表在英国《自然·遗传学》杂志上的论文指出，该基因在人体内的同源基因FOXP3突变会引起一种罕见自身免疫性疾病，进一步印证了免疫系统“叛乱”的原因。这一关键发现引发全球多个实验室竞相投入后续研究，研究人员逐渐意识到FOXP3基因可能对调节性T细胞至关重要。

推动有前景的新疗法

两年后，坂口的团队将这些发现联系起来，证明了FOXP3基因控制着调节性T细胞的发育。调节性T细胞负责监控其他免疫细胞，可以防止免疫系统错误地攻击人体自身组织，这对于外周免疫耐受机制至关重要。调节性T细胞还能确保免疫系统在清除入侵者后“冷静下来”，不再继续“全速运转”。

评奖委员会6日在一份新闻公报中说，三名科学家的发现开创了外周免疫耐受这一全新研究领域，推动了癌症和自身免疫性疾病治疗的发展。这些发现还可能推动器官移植等领域的进展。

诺贝尔生理学或医学奖评委、瑞典卡罗琳医学院临床免疫学教授、瑞典皇家科学院院士潘姆向新华社记者介绍说，这是一项具有临床意义的基础性研究。目前有超过200项相关研究正处于临床试验阶段。

数据显示，包括1型糖尿病、类风湿性关节炎和多发性硬化症等在内的自身免疫性疾病影响着全球约十分之一的人口。英国免疫学家萨曼莎·巴克特劳特对《自然》杂志表示，如果没有这些初步发现以及这些人开创的整个领域，“我们永远不会走到现在这个地步，即可以谈论一系列自身免疫性疾病的治疗方法”。

据新华社

脑机接口产业明确路线图

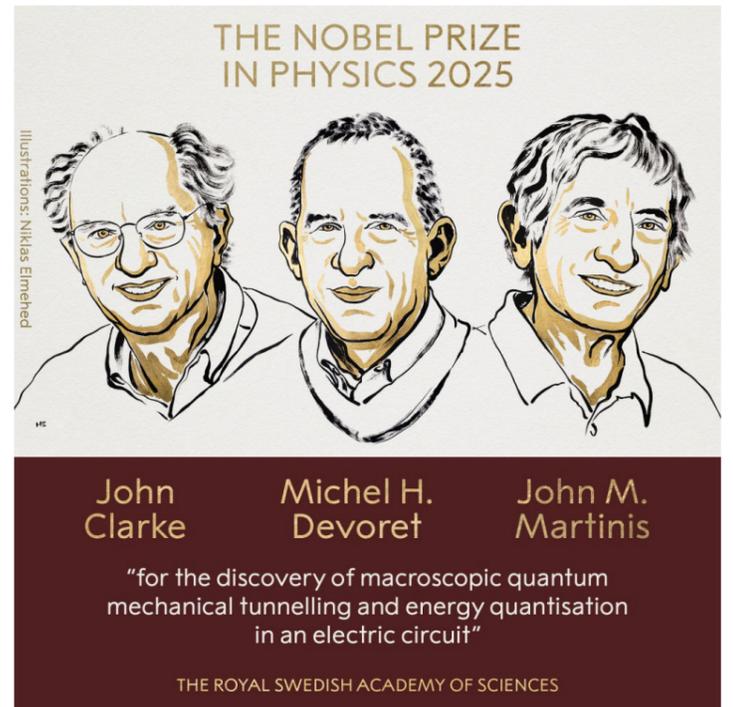
国家药监局日前批准发布《采用脑机接口技术的医疗器械术语》行业标准，明年1月1日正式实施，这是我国第一部脑机接口医疗器械标准。此前，工信部等7部门印发《关于推动脑机接口产业创新发展的实施意见》，提出到2030年，脑机接口产业创新能力显著提升，形成安全可靠的产业体系，培育2至3家有全球影响力的领军企业和一批专精特新中小企业，构建具有国际竞争力的产

业生态，综合实力迈入世界前列。伴随各项政策的出台，脑机接口产业发展日趋标准化、体系化。

脑机接口通过在脑与机器之间建立信息通道，实现生物智能与机器智能的协同交互，是一项生命科学和信息科学融合发展的前沿技术。近年来，随着创新成果持续涌现，脑机接口产业加速壮大。公开数据显示，2024年中国脑机接口市场规模为32.0亿元，预计到2028年将达到61.4亿元。据《经济日报》

因量子力学领域贡献

3名科学家获颁2025年诺贝尔物理学奖



10月7日，2025诺贝尔物理学奖揭晓，三位美国科学家约翰·克拉克(John Clarke)、麦克·H·德沃雷特(Michel H. Devoret)、约翰·M·马蒂尼(John M. Martinis)共同获奖，以表彰他们“发现电路中的宏观量子力学隧道效应和能量量子化”。

据《央视新闻》

我国水下机器人成功开展北冰洋冰底环境观测

新华社北京10月6日电(记者刘诗平)中国第15次北冰洋科学考察队近日运用冰下双运动模式AUV(简称“双模AUV”),成功开展北冰洋高纬度海域冰底形态和冰下海洋环境综合观测。

“双模AUV是具备水下巡游与冰底爬行两种运动模式的水下机器人,本次考察期间共完成12次下潜,顺利完成多项指标测试验证,同步开展了冰下海洋环境观测,获得了包括电导率、温度、盐度、溶解氧、叶绿素及冰底视频在内的水文—生态数据。”科考队员、中国科学院沈阳自动化研究所研究员王健说。

双模AUV是“十四五”期间在国家重点研发计划支持下,围绕北极海冰及冰下海洋环境立体观测

需求研制的水下机器人装备。

王健表示,双模AUV可在海水中以2至3节的速度航行观测,也可贴附在冰底近距离爬行观测,满足不同学科的多样化观测需求。本次科考期间,双模AUV完成了我国首次在北冰洋100%密集冰区的海冰冰底形态观测试验,获得了高精度的冰底冰形冰貌数据。

中国第15次北冰洋科学考察队首席科学家林龙山表示,本次考察期间,双模AUV为多项国家科技项目实施提供了重要装备支撑,表现出优异的冰下观测能力,标志着我国北极水下机器人装备实用化水平进一步提高,为我国北冰洋科学考察提供了一种实时、大范围、多参数同步的冰底精细观测技术手段。