

香山科学会议第 790 次学术讨论会上, 专家们认为—— 挖潜“蓝色药库”需要新突破

● 本报记者 赵宇彤

3.6 亿平方千米。这是地球海洋总面积, 约占地球总面积的 71%。

在这颗名副其实的“蓝色星球”中, 海洋一直是人类探索的重要领域, 生物量占地球总生物量 87%。以海洋资源为基础, 开发、生产、应用于人民健康的海洋药物, 已成为全球科技与产业竞争的战略高地。

“迄今我国已发现 1.4 万个结构新颖的海洋天然产物, 形成了完整稳定的科研平台和研究体系。”近日, 中国科学院院士、中国科学院昆明植物研究所研究员郝小江在香山科学会议第 790 次学术讨论会上表示, 海洋药物研发是系统工程, 多学科交叉、多技术集成是其内在要求, 还有诸多问题亟待推进。

本次香山科学会议聚焦“海洋药物发展科学问题与技术创新”的主题, 50 余位多学科跨领域专家学者参会, 围绕海洋生物医药研发科学问题与研究策略、海洋生物医药技术突破与体系建设等议题开展深入研讨。

探索“深蓝宝藏”

为什么要将目光投向海洋, 探索“深蓝宝藏”?

“海洋生物资源有其特殊性和成药潜力。”北京大学药学院教授林文翰表示, 由于海洋生物长期面对低温、高压、高盐的极端环境, 为应对捕食和被捕食, 争夺生存空间, 海洋生物已进化出完整的化学防御体系, 其产生的高活性天然分子有独特的生物活性。

“采用现代化学手段从海洋资源中获得新型小分子化合物, 为新药研发提供了物质基础。”青岛海洋生物医药研究院教授杜冠华表示, 目前从海洋资源中发现并开发的现代药物有 20 多种, 不仅为特定疾病提供了治疗药物, 更为疾病治疗提出新策略。

此外, 海洋药物的化合物来源多样, 结构新颖, 具有不同于陆地药物的优势。中国海洋大学医药学院教授张峻峰以壳聚糖为例介绍, 由于其性质独特, 壳聚糖基可吸收手术止血材料

被广泛应用于促进伤口愈合、加快组织修复、降低炎症反应等治疗场景中。

在抗肿瘤领域, 多种来自海洋的抗癌药物也被批准上市, 包括以阿糖胞苷、艾瑞布林等为代表的细胞毒类药物, 以帕比司他为代表的表观遗传调节剂等。

在免疫抗肿瘤方面, 海洋药物也有“用武之地”。沈阳药科大学临床药学院教授王立辉介绍称, 凭借结构新颖、多靶点调控的优势, 海洋药物在重塑肿瘤免疫微环境方面有重要作用, 可以通过逆转免疫抑制网络、激活抗肿瘤免疫、直接靶向免疫检查点等方式, 实现“肿瘤 - 微环境 - 微生物组”多维度调控。

而在我国传统的中医药领域, 海洋药物的发展也为其注入新的活力。2025 年发布的《中华人民共和国药典》收录了 11 个直接来源于海洋的药物品种, 收载含有海洋中药的方剂 150 余个。

“采用现代药理学方法, 研究海洋中药材物质的提取物和化学成分, 不仅能认识海洋中药的药理作用和机制, 也为现代新药研发提供新视角。”杜冠华说。

面临多重挑战

向“蓝色药库”的进军中, 仍然面临多重挑战。海洋生物医药的开发和应用还需要更深层次的科学探索和技术融合。

“目前海洋生物来源的医药用材料开发和应用还处于起步阶段, 缺乏专业认识和科学探索。”杜冠华指出, 海洋生物资源开发的关键环节是海洋活性分子的可及性。

“但海洋生物产生的天然分子获取困难, 往往缺乏足够的量来支撑药物研发, 这是限制海洋药物研发的重要瓶颈。”中国科学院院士、中国科学院上海有机化学研究所研究员俞飏指出, 这类分子通常含量低、生物量有限、结构复杂且机制不明, 在化学合成中需要较高的时间和经济成本。

“现有微生物培养、活性物质发现

等技术和策略都源于对陆源生物的理解和优化, 而针对海洋特色微生物培养和代谢产物分离、鉴定等研究的方法学尚未建立。”中国海洋大学医药学院教授李德海指出, 这直接阻碍了对海洋微生物在自然生境中真实代谢产物的挖掘与识别, 使海洋微生物来源天然产物的研究遭遇了认知困境。

从海洋生物材料的获得、认识到产业化, 是一个严谨的科学研究和转化过程。“新药研发是一项从实验室的科学构想到惠及患者的临床应用的系统性工程, 核心在于跨越基础研究与实践的‘死亡之谷’。”中国科学院上海药物研究所研究员耿美玉表示。

而海洋药物的临床转化也存在生物利用度低、规模化生产的技术瓶颈。尽管人们已充分重视海洋生物医药资源, 但已上市药物数量有限, 研发进度缓慢。

作为海洋生物医药研发的特色方向, 海洋中药尚不能满足中医药产业发展需求, 其开发和利用还处于起步阶段。广东医科大学教授罗辉指出, 海洋中药在炮制工艺、药性评价、质量标准、药理机制、药效价值及市场开发等方面存在诸多限制, 例如一药多炮对药性、生物利用度和成方功效的影响仍待进一步研究, 目前存在缺少关于炮制的统一、标准化规定, 以及理论创新不足等问题。

“海洋药物研发已经进入新的历史时期。开发海洋药物, 推动海洋生物医药全面发展, 无论技术应用、研究方法还是发展策略, 都需要根据海洋生物医药的研发特点开拓创新, 实现新的突破。”杜冠华总结道。

新技术、新机遇

围绕当前海洋药物发展存在的诸多科学问题, 与会专家就技术突破和体系建设等方面展开讨论。

“海洋糖类药物的研发是我国的特色优势方向, 但面临规模制备和体内药代动力学分析技术瓶颈。”中国海洋大学教授于广利表示, 可以通过定向提取、定位修饰改构, 采用生物工程发酵

技术, 从海洋动植物和微生物中规模化获得结构与活性独特的糖类化合物, 并通过酶法降解与高分辨质谱联用、糖酶联免疫等技术, 实现体内原型多糖药代动力学的检测。

而针对海洋生物材料获取难、效率低的问题, “人工智能(AI)技术正为海洋药物研发破局”。中国科学院上海药物研究所研究员郑明月表示, AI 可以对海量结构新颖的化合物的化学分子进行识别和鉴定, 多模态模型则在靶点发现和分子设计方面发挥着重要作用。

杜冠华介绍, 传统药物发现通量低、耗时长、成本高、系统性差, 而计算机辅助药物设计和 AI 药物发现, 虽然通量高, 但对研发人员经验、高质量标注数据的依赖性强。

随着技术的飞速发展, 未来大模型药物发现有望实现专家认知和大模型推理相结合。

在产业转化环节, 郑明月指出, 应借鉴“算法开发—靶点确证—临床转化”范式, 构建海洋天然产物专属数据库和 AI 工具。同时, 聚焦“药物重定向”和“新分子快筛”的双路径, 构建“AI 预测—实验验证—临床评估”的闭环, 加速海洋药物从发现到应用的全链条创新。

针对海洋中药的瓶颈, 罗辉提议, 以炮制加工体系建设为核心, 保留传统炮制的核心逻辑, 引入近红外光谱、多维核磁、指纹图谱等分析技术, 以全产业链创新推动海洋中药高质量发展。

广西中医药大学中药学教授邓家刚建议加强海洋中药质量标准研究, 加强统一规范管理, 提升海洋中药资源的利用率。此外, 积极开发新的海洋中药, 扩大研发范围、优化研发策略。

除了技术上的突破与应用, 体系建设也至关重要。

“要鼓励包括理论、技术、产品在内的创新, 为海洋生物医药研发创造良好环境。”杜冠华表示, 同时加强人才队伍建设, 培养一批高水平的海洋生物医药产品研发和产业转化优秀人才, 并建立符合海洋生物医药发展的监管政策, 促进其健康有序发展。