中国科学: 生命科学 2026 年 第 56 卷 第 6 期: 1297 ~ 1299
SCIENTIA SINICA Vitae lifecn.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS

编者按 溶酶体生物学专辑

溶酶体生物学, 恰逢其时

杨崇林*, 李巍*

首都医科大学附属北京儿童医院, 国家儿童医学中心, 儿科重大疾病教育部重点实验室, 北京 100045
* 联系人, E-mail: clyang@bch.com.cn; liwei@bch.com.cn

收稿日期: 2026-05-22; 接受日期: 2026-05-22; 网络版发表日期: 2026-06-02

溶酶体是真核细胞内最重要的细胞器之一, 由Christian de Duve等人于20世纪50年代通过分级离心、电镜观察和酶活性分析而发现. 溶酶体由单层膜包裹, 内部呈酸性(pH为5.0左右), 含有近70种水解酶类, 是细胞降解外源性物质(包括小分子、膜受体、凋亡细胞或病原菌等)以及内源性物质(来源于细胞自噬的细胞质组分、受损线粒体及其他细胞器等)的主要场所, 是真核细胞稳态维持与应激反应的重要膜性细胞器. 一方面, 溶酶体大批量降解的产物经转运到细胞质后, 可被循环利用以维持细胞合成或分解代谢. 另一方面, 溶酶体降解通过内吞作用而抵达溶酶体的多种细胞膜上的受体, 终止信号的持续激活, 从而在信号传导调节中发挥关键作用. 此外, 溶酶体可以通过与细胞膜的融合而分泌内含物, 或特化为分泌型溶酶体等溶酶体相关细胞器, 参与细胞的非经典分泌途径, 在机体发育和生理代谢中发挥至关重要的作用. 在过去十五年里, 溶酶体的研究一直处于极度活跃状态, 是细胞生物学及相关学科的前沿研究热点之一. 国内外的前沿性研究发现, 细胞生长代谢的主要开关——mTORC1复合体及其多种调控元件均定位于溶酶体上. 溶酶体内或细胞质中的氨基酸通过多种感受蛋白, 产生级联的蛋白互作或修饰, 使附着于溶酶体上的mTOR的活性得以精确调控, 进而控制蛋白质合成、细胞自噬和溶酶体发生等重要的细胞生命活动. 细胞的能量感受器——AMPK在溶酶体和细胞质之间发生位置转换, 感受细胞的能量水平, 通过对mTOR等进行磷酸化而控制细胞代谢. 此外, 介导不同信号的多种蛋白激酶也附着于溶酶体上而发挥功能. 溶酶体还与线粒体、内质网等多种细胞器之间存在相互作用与交互调控, 在这些细胞器的稳态和功能维持中发挥重要作用. 由此可见, 作为细胞的核心膜性细胞器, 溶酶体不仅是细胞合成代谢和降解代谢转换的主要场所, 亦是细胞生长和代谢的重要信号中枢.

溶酶体在细胞的应激性反应中发挥重要作用. 细胞在响应外界信号或应激时, 溶酶体相应地对自身数量、形态、体积、分布、内部酸性环境与离子稳态, 以及膜完整性等做出适应性改变, 这些统称为“溶酶体适应”. 溶酶体的数量控制可以在转录水平上发生, 由“溶酶体-细胞核”交流而调控转录因子TFEB/TFE3等的激活状态, 进而调节溶酶体基因的表达. 溶酶体mRNA在内质网翻译成蛋白质, 后者通过内吞体-溶酶体运输后, 正确定位于溶酶体. 溶酶体的形态变化涉及融合-分裂, 由特异的融合和分裂因子介导. 溶酶体内腔的离子稳态由多个离子通道或转运蛋白协同作用而维持. 溶酶体可因病原侵染、异常代谢、药物内吞等而受损, 造成膜完整性破坏. 受损伤的溶酶体通过多种修复机制而恢复膜完整性, 或通过溶酶体自噬而被清除. 在特定的细胞或组织中, 溶酶体特化形成分泌性溶酶体或溶酶体相关细胞器, 如黑色素小体、Weibel-Palade小体等, 从而赋予细胞特殊的生理

引用格式: 杨崇林, 李巍. 溶酶体生物学, 恰逢其时. 中国科学: 生命科学, 2026, 56: 1297–1299
Yang C L, Li W. Lysosome biology, right on time (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2026, 56: 1297–1299, doi: 10.1360/SSV-2026-0134

© 2026《中国科学》杂志社

https://www.sciengine.com/doi/10.1360/SSV-2026-0134

功能.

作为协调细胞降解、代谢、分泌的重要细胞器, 溶酶体的稳态失衡和功能缺陷导致多种疾病, 其中包括70多种溶酶体贮积症(总体发病率达数千分之一)、病原感染性疾病、肿瘤和神经退行性疾病(如肌萎缩侧索硬化症、阿尔茨海默病、帕金森病)等. 溶酶体贮积症和溶酶体相关代谢性疾病源于溶酶体功能缺陷, 表现为发育迟缓和神经发育缺陷. 病毒入侵细胞后, 往往"劫持"细胞的内吞体-溶酶体通路. 而病原感染性疾病则是与溶酶体功能下降以及病原逃逸溶酶体通路紧密相关的. 在肿瘤的发生发展中, 过度激活的溶酶体通过自噬性降解为肿瘤细胞生长提供营养. 而溶酶体外泌可降解胞外基质, 从而促进肿瘤转移. 在神经退行性疾病中, 溶酶体损伤或活性降低导致变性蛋白形成聚集体或使受损线粒体累积, 引发神经元死亡. 溶酶体相关细胞器的发生缺陷与多种罕见病相关, 表现为白化病、出凝血疾病、神经内分泌疾病、免疫缺陷等.

揭示溶酶体的稳态调控机制及其与发育、衰老和疾病发生之间的因果关系, 是细胞生物学和发育生物学研究的重大挑战. 随着我国生命科学研究的持续发展和研究队伍的日渐强大, 溶酶体生物学研究的重要性日益彰显. 我国科学家在溶酶体介导的细胞自噬机制、溶酶体生物发生机制、溶酶体分裂机制、溶酶体离子稳态、溶酶体与疾病相关性等多个研究方向取得了令人瞩目的重要进展. 中国生物物理学会于2023年和2025年分别召开了第一和第二届全国溶酶体生物学大会. 在此基础上, 《中国科学: 生命科学》组织出版本期"溶酶体生物学"专辑, 撰稿人均为活跃在溶酶体生物学研究一线岗位的中青年科学家. 我们相信, 本专辑的出版将进一步推动我国溶酶体生物学研究的持续蓬勃发展.

致谢 感谢云南大学生命科学中心尹秋媛博士与李美娇博士为本专辑设计封面.

Lysosome biology, right on time

YANG ChongLin* & LI Wei*

MOE Laboratory of Major Diseases in Children, National Center for Children's Health, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100045, China
* *Corresponding authors, E-mail: clyang@bch.com.cn; liwei@bch.com.cn*

doi: 10.1360/SSV-2026-0134

https://www.sciengine.com/doi/10.1360/SSV-2026-0134



杨崇林, 国家儿童医学中心/首都医科大学附属北京儿童医院教授、博士生导师. 获国家杰出青年科学基金项目资助, 被评为“全国优秀科技工作者”, 入选国家“百千万人人才工程”. 长期从事溶酶体与线粒体稳态维持机制研究.



李巍, 国家儿童医学中心/首都医科大学附属北京儿童医院教授、博士生导师. 长期从事遗传病发病机制研究及遗传诊断和遗传咨询工作. 主要研究方向: (ⅰ) 白化病等遗传性罕见病的基因鉴定与发病机制; (ⅱ) 溶酶体相关细胞器与疾病.

https://www.sciengine.com/doi/10.1360/SSV-2026-0134