亮点

Augmin 通过募集 γ -TuRC 启动植物间期细胞周质微管成核

杨志霞, 张东*

南京医科大学, 生殖医学国家重点实验室, 南京 210029

* 联系人, E-mail: dong.ray.zhang@njmu.edu.cn

收稿日期: 2014-12-09; 接收日期: 2014-12-19; 网络版发表日期: 2014-12-30
doi: 10.1360/N052014-00335

微管是一种高度动态(dynamic)的细胞骨架, 在细胞周期运行、细胞分裂、细胞形态维持、细胞迁移、细胞内物质运输及细胞内信号传导中起至关重要的作用. 在细胞内不同生物过程或细胞周期的不同阶段, 微管通过其高度动态性组织成不同的结构来高效完成相应的功能. 这种动态性包括聚合(polymerization)、解聚(depolymerization)、切割(severing)、集束(bundling)及成核(nucleation)等过程, 这些动态性都要通过数百种来自不同家族的微管结合蛋白(microtubule-associated proteins, MAPs)来实现, 其中微管成核极为重要, 因为它可以从少量种子(seeds)微管起始, 使得微管迅速增多. 在植物的间期细胞中, 微管通过成核在质膜下形成一组植物特异的周质微管(Cortical MTs, CMTs), 并通过指导细胞壁纤维素微纤丝的沉积方向来调控植物细胞的生长及极性. 植物细胞缺乏类似动物细胞的微管组织中心(microtubule organization center, MTOC)来启动成核, 但已知散在胞内的 γ -微管环状复合体(γ -TuRC, MTOC 的重要组成部分之一)可以启动成核, 然而散在的 γ -TuRC 是如何被募集到细胞周质区而启动成核还不清楚. 已知在细胞有丝分裂中, 微管结合蛋白augmin复合体是将 γ -TuRC募集到纺锤体上的关键因子, 但鉴于植物细胞有多种特有的 MAPs, 在植物细胞间期中是否有类似机制还难以类推^[1]. 最近, 中国

图1 Augmin 募集 γ -TuRC 并起始微管成核的作用模式图

A: Augmin 先结合到种子微管, 然后募集 γ -TuRC; B: 微管成核. γ -TuRC 开始由负极向正极以分支或平行方式起始微管成核, Augmin 继续稳定结合在微管上; C: 成核结束. Augmin 从微管上脱离, 而 γ -TuRC 继续结合在微管负极起稳定微管的作用.

科学院微生物研究所植物基因组学国家重点实验室的孔照胜研究组通过先进的活细胞成像技术, 揭示了微

引用格式: 杨志霞, 张东. Augmin 通过募集 γ -TuRC 启动植物间期细胞周质微管成核. 中国科学: 生命科学, 2015, 45: 96–97

Yang Z X, Zhang D. Augmin initiates cortical microtubule nucleation by recruiting γ -TuRC in interphase plant cells. SCIENTIA SINICA Vitae, 2015, 45: 96–97, doi: 10.1360/N052014-00335

管结合蛋白 Augmin 复合体的确在其中起重要作用^[2].

首先, 作者通过全息的四维动态电影技术证明, Augmin 确实在周质微管上持续存在且这种持续存在通常导致微管成核的起始; 研究还发现一小部分 Augmin 相关的成核发生在微管交叉(crossover, 类似 MTOC 中微管的组织方式)的位置, 有意思的是 γ -TuRC 也定位于此, 上述结果强烈暗示 Augmin 相关的微管成核起始与 γ -TuRC 可能是耦联的.

接下来, 作者通过对共表达红色荧光标记 Augmin(AUG1-2xTagRFP)和绿色荧光标记 γ -TuRC(GCP3-GFP)进行双通道同步动态电影捕捉和精细的动力学分析, 证实 Augmin 与 γ -TuRC 共定位, 而且 Augmin 先于 γ -TuRC 出现在微管成核位点, 在成核结束时也先于 γ -TuRC 脱离微管成核位点, 这些证据有力支持了 Augmin 募集 γ -TuRC 到微管成核位点的设想.

最后, 作者建立含特异针对 AUG6(Augmin 复合体中关键组分之一)的人工干扰微小 RNA(artificial microRNA, amiRNA)敲降质粒的植株来研究 Augmin 丧失功能后对微管成核的影响, 发现 Augmin 被显著

敲降后植株发育严重迟缓, 而导入抗 amiR-AUG6 的构建又能将生长恢复回完全正常的水平. 通过对敲降后植株的微管动力学分析, 发现分支成核和平行成核均被显著抑制且两种成核方式的比例发生显著改变, 导致周质微管也由完善的网络状变成平行的微管束状. 这一系列实验有力证实了 Augmin 在间期中的微管成核活性.

综上所述, 作者运用大量全息动态电影技术及抑制-挽救实验, 有力地证实了植物间期细胞中 Augmin 在募集 γ -TuRC 并启动微管成核中的关键作用, 并且对成核的构象也具有重要调控作用. 结合其他研究者关于 Augmin 在有丝分裂中功能及调节的研究^[3,4]及 Augmin 复合体结构^[5]的研究, 上述研究为未来的相关研究提出多个有意思的问题. 例如, Augmin 募集 γ -TuRC 是否需要其他因子(如植物特异的 MAPs)的参与? Augmin 在微管成核启动前后活性如何被调节? 除微管成核外, Augmin 是否有其它功能? 等等. 总之, 本文是本领域的一个重要突破, 为未来更进一步的研究打下了坚实的基础.

参考文献

- 1 Hamada T. Microtubule organization and microtubule-associated proteins in plant cells. *Int Rev Cell Mol Biol*, 2014, 312: 1–52
- 2 Liu T, Tian J, Wang G, et al. Augmin triggers microtubule-dependent microtubule nucleation in interphase plant cells. *Curr Biol*, 2014, 24: 2708–2713
- 3 Petry S, Groen A C, Ishihara K, et al. Branching microtubule nucleation in *Xenopus* egg extracts mediated by augmin and TPX2. *Cell*, 2013, 152: 768–777
- 4 Goshima G, Mayer M, Zhang N, et al. Augmin: a protein complex required for centrosome-independent microtubule generation within the spindle. *J Cell Biol*, 2008, 181: 421–429
- 5 Hsia K C, Wilson-Kubalek E M, Dottore A, et al. Reconstitution of the augmin complex provides insights into its architecture and function. *Nat Cell Biol*, 2014, 16: 852–863