

تولید نیروی آنتروپیک در شبکه اسکلت اسکلتی

احمد امیری

مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(این مقاله در مجموعه سمینارهای تحصیلات تکمیلی بیوفیزیک در نیمسال اول ۹۸-۹۹ ارائه گردید)

چکیده

مقدمه: اسکلت سلولی شامل فیلامن های پروتئینی و فیلامنت های اکتین، میکروتوبولها و فیلامنت های حد واسط می باشد. توانایی یک سلول یوکاریوتی در مقاومت مقابل تغییر شکل، حمل محموله داخل سلولی و تغییر شکل در حین حرکت بستگی به اسکلت سلولی که یک شبکه بهم پیوسته از پلیمرهای رشته ای و پروتئین های نظارتی می باشد، دارد. فعالیت های این ملکول ها وابسته به ATP است [3]. برای درک مدل های مکانیکی که رفتارهای سلولی پیچیده را توصیف می کنند، لازم است اصول فیزیکی اساسی که تنظیم انتقال نیرو و پویایی را در این شبکه ها تنظیم می کند را درک کردیکی از ویژگی های بارز آنتروپی می باشد.

روش ها: به طور کلی از روشهای مختلفی می توان برای سنجش و مطالعه اسکلت سلولی بهره جست. انتخاب این متدها بستگی به اهداف محققان و نوع پژوهش آنها دارد. به صورت کلی در صورتی که یک مطالعه ساختاری صورت گیرد از روش های اسپکتروسکوپی مانند فلورسانس، CD و میکروسکوپی چون AFM, SEM, TEM، استفاده می شود [3,2]. گاهی هدف محققان مطالعه و اندازه گیری ویژگی های فیزیکی خصوصا عوامل ترمو دینامیکی است برای کار های محاسباتی. انتخاب نوع مدلینگ و شبیه سازی نیز بستگی به نوع آنالیز دارد. متدها و نرم افزارهای شبیه سازی به کار رفته در این مطالعات شامل: FE Method, MD, Cytosin, Matlab است [1,5].

بحث و نتیجه: پیشرفت تجربی و نظری ترکیبی در سیستم های مدل آزمایشگاهی بینش اساسی در مورد مکانیسم های مکانیکی احتمالی پاسخ سلولی فراهم کرده است. آنها همچنین در دو ویژگی مهم فیزیکی، طول پایداری l_p و اندازه یک مونومر واحد منحصر به فرد هستند [4]. دینامیک اکتو میوزین شامل خمیدگی های ناشی از میوزین در هردو جهت Nematic و چگالی F-Actin می باشد [1]. افزایش چگالی اکتین نشان دهنده افزایش در فعالیت آن می باشد. آنتروپی و میزان تولید آن می تواند معیاری باشد برای میزان تعادل سیستم و چگونگی میزان اتلاف انرژی است. انرژی های خمشی با اضافه شدن فیلامنت های میوزین افزایش یافته که میزان فعالیت آنتروپی نیز به صورت یکنواخت با افزایش فعالیت افزایش نمی یابد [1].

استنتاج: آنتروپی و میزان تولید آن نشان دهنده میزان تعادل و اتلاف انرژی است. تولید آنتروپیک یا توسط عوامل ایجاد کننده اطراف رشته ها و یا توسط crosslinkers پخش شده محدود در هم پوشانی رشته ها ایجاد می شود. مکانیسم های آنتروپیک می توانند مکانیسم های تولید نیروی قوی تری را ایجاد کنند که از انرژی شیمیایی ناشی می شود یا می تواند عاملی برای تعادل باشد که نیروهای مخالف نزدیک به تعادل باشند [4]. مکانیسم های تولید نیروی آنتروپیک که در اینجا مورد بحث قرار می گیرد، می توانند از این رو نقش مهمی در سازماندهی شبکه های رشته ای داشته باشند و در هنگام تدوین توضیحات جامع از پویایی شبکه های رشته ای، باید به آنها توجه شود [3].

کلید واژه: آنتروپی، اکتین، میوزین، قیلامنت، اسکلت سلولی

مراجع

1. Seara, D.S., Yadav, V., Linsmeier, I., Tabatabai, A.P., Oakes, P.W., Tabei, S.A., Banerjee, S. and Murrell, M.P., 2018. Entropy production rate is maximized in non-contractile actomyosin. *Nature communications*, 9(1), p.4948.
2. Bathe, M., Heussinger, C., Claessens, M.M., Bausch, A.R. and Frey, E., 2008. Cytoskeletal bundle mechanics. *Biophysical journal*, 94(8), pp.2955-2964.
3. Fletcher, D.A. and Mullins, R.D., 2010. Cell mechanics and the cytoskeleton. *Nature*, 463(7280), p.485.
4. Braun, M., Lansky, Z., Hilitski, F., Dogic, Z. and Diez, S., 2016. Entropic forces drive contraction of cytoskeletal networks. *BioEssays*, 38(5), pp.474-481.
5. Borukhov, I., Bruinsma, R.F., Gelbart, W.M. and Liu, A.J., 2005. Structural polymorphism of the cytoskeleton: a model of linker-assisted filament aggregation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(10), pp.3673-3678.