مجـلهٔی علمی-تحقیقی حـوزهٔی علوم
طـبیعی پـوهنتــون کــابـل، ۲ (۳) ۱۳۹۹

د حجروي سکلېټ جوړښت او په حجره کې يې د رول څېړنه

پوهنمل محمد حامد همدرد[۱]
تقریظ‌دهند: پوهندوی فریده شعیب ویدی

لنډیز

حجروي سکلېټ د پروټیني رشتو یوه شبکه ده چې د ایوکریوټیک حجرې د سایتوپلازم په داخل کې د حجروي غشا له یوې خوا تر بلې غځېدلی دی. د حجروي سکلېټ اصلي دنده حجرې ته د ټاکلې بڼې ورکولو تر څنګ د حجروي نظم، پیاوړې ساتنې، د حجرې په داخل کې د موادو لېږدونه، حجروي وېش، د اورګانیلونو استونه او همدارنګه د حجرې د حرکت دنده پر غاړه لري. حجروي سکلېټ د درې ډوله بېلابېلو رشتو: مایکروټیوبولونو، مایکرو یا اکټین فیلامنټونو او متوسطو رشتو څخه جوړ شوی دی. د حجروي سکلېټ درې ګونې رشتې د اندازې او پروټینو د جوړښت لهٔمخې یو له بله توپیر لري. مایکروټیوبول‌یې تر ټولو لویه او مایکروفیلامېټ یې تر ټولو کوچنۍ رشته ده. مایکروټیوبول او مایکروفیلامېټ رشتې فایبري شکل لري چې د فرعي واحدونو څخه جوړ شوي دي او په چټکتیا سره د انقباض او انبساط وړتیا لري.

کلیدی اصطلاحات: مایکروټیوبول؛ منځنۍ رشتې؛ مایکروفیلامېنټ؛ سپېنډل فایبر؛ ټیوبولین

Cytoskeleton Structure and Study of Its Role in the Cell

Sr. Teaching Asstt. Mohammad Hamid Hamdard

Abstract

Cytoskeleton is a complex network of protein fiber in eukaryotic cell; it extends throughout the cell's cytoplasm from one side of cell membrane to other. The main functions of cytoskeleton are maintains its shape and gives support to the cell, transportation of vesicles inside of a cell, cell division, organelle migration and intracellular movement. Cytoskeleton composed from three types of protein filaments; microtubules, microfilaments, and intermediate filaments these filaments are distinguished by their size and proteins with microtubules being the thickest and microfilaments being the thinnest fiber in cytoskeleton. Microfilament and microtubule are made from small subunit proteins which are capable for fast contraction.

Keywords: Microtubules; Intermediate filaments; Microfilament; Spindle fibers; Tubulin

ارجاع

همـــدرد، حـــامد. (۱۳۹۹). د حجـــروي سکلېټ جوړښت او په حجــره کې یې د رول څېړنه. مجـــلهٔی علمی- تحــقیقی حــوزهٔی علـوم طـبیعی پوهنتـون کـابل، شماره ۲ (۳)، صص ۱۱۷ – ۱۲۸.

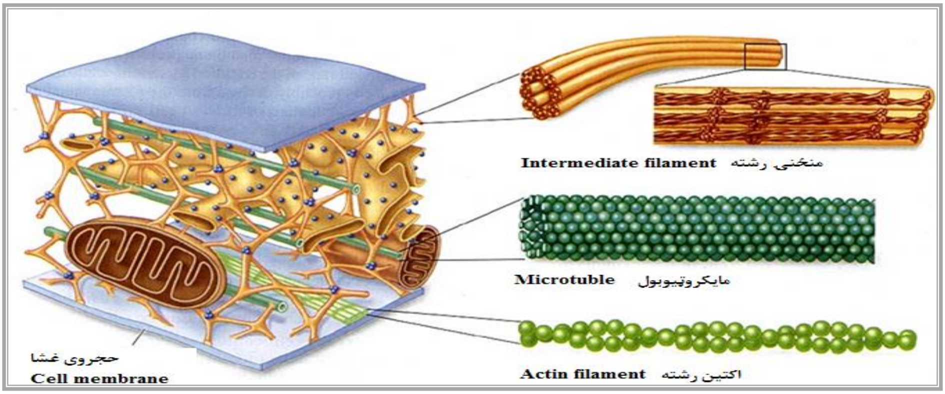
[۱] کابل پوهنتون د بیولوژي پوهـنځی استاد

سریزه

د ایوکریوتیک حجرې په سایتوپلازم کې پروټینې رشتې د یوې شبکې په بڼه جوړښت لري چې د حجروي سکلېټ (Cytoskeleton) په نامه یادیږي. حجروی سکلېټ خورا مهم جوړښت دی چې د چاپېریال د بدلونونو پر وړاندې متغیر خاصیت لري. حجروي سکلېټ نه یوازې د سایتوپلازم او حجروي غشا ساتنه کوي، بلکې په ټوله کې په حجره باندې د بهرنیو فشارونو پر وړاندې د حجرې مقاومت، حجرې ته ټاکلې بڼه، د حجرې حرکت، حجروي وېش، د اورګانیلونو د سم ځای پر ځای کېدو، خوځېدو او همدارنګه د ویزیکلونو په لېږد رالېږد کې مهمه دنده سرته رسوي. په ایوکریوټیک حجرو کې پروټیني رشتې چې سکلېټ یې جوړ کړی، خورا کوچنۍ دي چې د الکترون مایکرو سکوپ (TEM) په مرسته لیدل کیږي او د الکترون مایکرو سکوپ له کشفېدو سره سم د یاد سکلېټ په ژوندۍ حجره کې د لیدلو او پېژندلو امکانیا منځته راغله او دا په ډاګه شوې چې درې ډوله پروټیني رشتو حجروي سکلېټ جوړ کړی دی. دا رشتې بېلابېلې اندازې لري چې له، مایکروفیلامېټ (microfilament)، متوسطو رشتو (intermediate filaments) او مایکروټیوبولونه (microtubules) څخه عبارت دي.

د حجروي سکلېټ د رشتو ډولونه

پوهان په دې توانېدلي چې حجروي سکلېټ د سایتوزول له نورو محتویاتو څخه جلا کړي. دغه راز دا په ډاګه شوې چې د حجروي سکلېټ جوړښت له درې ډوله پروټیني رشتو چې مایکرټیوبول، مایکروفلامېنټونه او منځنۍ رشتې یا انټرمیډیټ فلامېنټ دي، جوړ شوی دی. هره پروټیني رشته د بېلابېلو پروټیني فرعي واحدونو څخه جوړه شوې چې ځینې یې ضمیموي پروټینونه هم لري (۷). د ځینو بېلابېلو رشتو ضمیموي پروټینونه یو له بل سره وصل دي، ځینې رشتې د حجرې له نورو برخو، لکه حجروي غشا سره وصل دي، ځینې نورې یې د کش کوونکو او ټېلوونکو رشتو په توګه د حجرې په ځانګړو ځایونو کې وصل دي او د حرکت سبب ګرځي چې په لاندې توګه به بیان شي:



شکل ۱: پروټینې رشتې چې حجروي سکلېټ یې جوړ کړی دی (۸)

لومړی: مایکروټیوبول

د مایکروټیوبولونو جوړښت او دندې

مایکروټیوبولونه (microtubules) د حجروي ســـکلېټ (Cytoskeleton) له مهمو رشـــتو څخه ګڼل کېږي چې د دوو نورو رشـــتو په پرتله لويې او ډبلې دي. دا رشـــتې د حجرې په حياتي او مهمو عمليو لکه، د مايټوزېس وېش په پړاو کې د کروموزمونو د جلاوالي لپاره ســـپېنډل يا میلې ته ورته تارونه (spindle fibers) جوړوي، همدارنګه د حجرې په داخل کې د کوچنيو کڅوړو يا ويزيکولونو په لېږد کې ونډه اخلي.

مايکروټيوبول اوږدې او منځ خالي ټيوب ته ورته رشـــتې دي چې اندازه يې نږدې تر 200 مايکرومترو پورې رســـيږي. بهرنی قشرـــ يې ۲۵ نانومتره او داخلي يې بيا ۱۵ نانومتره دی. د مايکروټيوبولونو هره رشته له دوو ډايمر (Dimer) رشتو څخه جوړه شوې، هره رشته په خپل وار له دوو فرعي واحدونو چې کروي جوړښـــت لري، د الفا ټيوبولين (tubulin-α) او بيتا ټيوبولين (tubulin- β) په نامه یادیږي، څخه جوړه شوې ده. الفا او بيتا ټيوبولين او د امينو اسيدونو سلسله له يو بل سره نږدې 50 سلنه ورته والی لري او دا دواړه ډايمري رشتې يو له بل سره په مارپيچي توګه يوځای کېږي تر څو مايکروټيوبولونه جوړ کړي (۱۰). هر ټيوبولين ډايمر له يوه GTP سره د الفا ټيوبولين په نه بدلېدونکې او له بل هغه سره د بيتا ټيووبولين په بدلېدونکې توګه وصـلولو سره دوه GTP ماليکولونه وصـلوي او بيتا ټيوبولين GTP، GDP ته هايډرولايز کوي. د بيتا ټيوبولين سره تړلي ګوانين د مايکرو ټيوبولين په پای کې د ټيوبولين نورې فرعي برخې تنظيموي؛ ځکه چې هره لومړنۍ رشته د الفا او بيتا متناوبو ټيوبولينو سره د بېلابېلو يا نا ورته ډايمرونو له يوه خطي زنځير څخه جوړه شـــوې ده. د مايکروټيوبولونو د بېلابېلوالي عمده دليل د ضـــميمويو پروټينونو موجوديت دی چې د يوه مايکروټيوبول ځانګړنې ټاکي او له مايکروټيوبولونو سره ضميموي پروټينونه (MAPs) microtubule-associated proteins) د مايکروټيوبولونه د ثبات او د هغه د راغونډېدو پياوړي کول دي (٦). همدارنګه د مايکروټيوبولو نه يوه ډېره مهمه او کليدي ځانګړنه د هغوی د قطبي کېدو خاصيت دی چې دوه قطبونه يا سرونه د مثبت (+) او منفي (–) په ډول شـــتون لري، مثبت قطب يا انجام يې د ټيوبولين پروټينو په يو ځای کېدو سره د اوږدېدو ســـبب ګرځي او په همدې توګه د حجرې د اړتيا په پام کې نيولو سره بېرته د له منځه تلو وړتيا هم لري. د حجروي ســـکلېټ مايکروټيوبولونه د ســـاختماني رول په پام کې نيولو سره خورا مهم دي چې حجره د بهرنيو فشـــارونو پر وړاندې ثابته او پايداره ســـاتي. دغه راز د انتقالي پروټينونو چې د کانين (Kinesins) او

دیانین (Dyneins) په نامه یادیږي، د موادو په لیږدونه کې هم مهم رول لري. د دې ترڅنګ د فلاجیل (Flagella) او سېلیا (Cilia) په حرکي جوړښتونو کې هم مایکروټیوبولونه شته (۵).

د مایکروټیوبول د تنظیم مرکز

په حجرو کې مایکروټیوبولو نه د ځانګړو تنظیموونکو مرکزونو څخه چې د مایکروټیوبول د تنظیم مرکزونو (MTOCs) یا (Microtubule organizing centers) په نامه یادیږي، تنظیمیږي او وده کوي. په حیواني حجرو کې سنټروزوم (centrosome) د MTOC د مایکرو ټیوبولونو د تنظیم مرکز) دی. سنټروزوم استوانه ډوله جوړه سنټریولونو تولیدوي چې بې شکله او د الکترون تراکم لرونکو پري سنټریولر موادو (pericentriolar material) (PCM) له خوا را چاپېر دی. سنټریولونه استوانه یي یا سلنډري جوړښتونه دي چې نږدې ۰,۲ مایکرومتره قطر او ۰,۴ مایکرومتره اوږدوالی لري. سنټریولونه نهه مساوي فاصله لرونکي فیبریلونه یا نازکې رشتې لري، چې هره یوه یې له دریو مایکروټیوبولونو څخه جوړه شوې چې دA، B او C ټیوبولونو په نامه یادیږي. یوازې د A ټیوبول یو پوره مایکرو ټیوبول دی چې د سنټرویول له مرکز سره د څرخ د وړانګیزې میلې په وا سطه و صلیږي. په دې سره د سنټریول د تقاطع برخې ته د څرخ د فرو شکل ورکوي.

ټول MTOCs یا د مایکرو ټیوبول د تنظیم مرکزونه په ټولو هغو حجرو کې ورته او یو شان دندې لري چې دوی یې د مایکروټیوبولونو شمېر، د مایکرو ټیوبول قطبیت، د هغو لومړنیو رشتو یا فیلامنټونو شمېر چې د مایکرو ټیوبول دېوالونه جوړوي او همدا راز د مایکروټیوبول د راغونډېدو وخت او ځای کنټرولوي. د مایکروټیوبول د تنظیم ټول مرکزونه (MTOCs) د پروټینو عمومي برخې یا اجزاوې لري چې د ګاما ټیوبولین (γ-tubulin) بلل کېږي.

په حجرو کې ۸۰ سلنه ګاما ټیوبولین د ۲۵ Sکامپلېکس برخه ده چې د ګاما ټیوبولین کړۍ نومول شوې ده، دا یوه کړۍ ډوله جوړښت دی چې د یوه مایکروټیوبول د ودې لپاره د پیل د ټکي یا هستې د ساحې په توګه فعالیت کوي.د الفا او بیتا ټیوبولین ډایمرونه د ګاما ټیوبولین کړۍ ته په یوه ځانګړي مسیر کې ور زیاتیږي، داسې چې وروستۍ پایله یې دا ده چې د هر مایکروټیوبول منفي پای په سنټروزومونو کې ځای پرځای کېږي، په داسې حال کې چې د هر مایکروټیوبول جمع (+) هغه له بهر سره مخ کېږي چې کېدای شي لا نوره وده (پولیمیرایزېشن) صورت ومومي. په یوه نارمل حجره کې MTOCsیا د مایکروټیوبول د تنظیم مرکزونه په دوامداره توګه ټولو لورو ته د مایکروټیوبولونو په لېږلو او بېرته رانیولو سره د هغه په ناڅاپي توګه لیدنه کوي. دغه پروسه هغه وخت دریږي، کله چې د جمع پای له یو بل مالیکول یا حجروي ساختمان سره د تړاو له لارې تر یوې کچې ثابت وي او د ساختمان

او سنټروزوم ترمنځ نسبتاً یوه ثابته اړیکه جوړېږي. دغه ناڅاپي موندنه او انتخابي ثبات MTOCs یا د مایکرو ټیوبول د تنظیم مرکزونو ته د دې وړتیا ورکوي چې د مایکرو ټیوبولونو یو په لوړه کچه منظم سیستم چې د حجرې ځانګړې برخې سره وصلوي، جوړ کړي (۱۰).

موټور یا خوځنده پروټینونه

حجرې کولای شي د ځینو لاملونو له کبله د خپلو مایکروټیوبولونو خوځنده بې ثباتي اصــلاح کړي. د بېلګې په توګه، کله چې حجره د مایټوزېس دوران ته دننه کېږي، مایکروټیوبولونه ډېر خوځنده کېږي، د نارمل حالت په پرتله ډېره وده کوي (خورېږي) او کوچني کېږي چې په دې سره دوی ته د دې اجازه ورکوي ترڅو په چټکۍ سره جلا او په یوه میتوزي میله کې بیا راټول شي. په هر صـورت، جلا شـوې حجرې غالباً د مایکروټیوبولونو له پای یا په اوږدو کې د پروټینو په وصــلولو سره د دوی د مایکرو ټیوبولونو خوځنده بې ثباتي له منځه وړي تر څو دوی ته ثبات ور وبښي. ثابت شوي مایکروټیوبولونه کولای شي چې د حجرې نظم او جوړښـت وســاتي. ډېرې جلا شـوې حجرې قطبي دي؛ په دې مانا چې د حجرې یو پای د حجرې له بل هغه څخه د جوړښـــت او د ندې له مخې توپیر لري. د مایکروټیوبولونو قطبي ســیســتمو نه د یوې حجرې قطبیت ټاکي، په حجره کې د بین الحجروي اورګانیلونو په ځای پرځای کولـو کې مرسته کوي او د حجرو تـرمنځ خوځښت یا حـرکت ته لارښوونه کوي (۴).

د بېلګې په توګه، په یوه عصبي حجره کې د مایکرو ټیوبولونو ټول جمع سرونه (قطب) په اکسون کې د اکســون د وروستي پای پر لور دلالت کوي. عصـبي حجرې د دې وړتیا لري چې په اکســون کې د دغه مایکرټیوبول د مسیرونو په اوږدو کې د ترشـح لپاره له تولیدي ســاحې (حجروي جســم) څخه د اکســـون پای ته توکي ولېږدوي، لکه د غشـــا کوچنۍ کڅوړې او پروټینونه (۷). د مایکروټیوبولونو په اوږدو کې د ذرو خوځښـــت یا حرکت له آزاد خپراوي څخه ډېر اغېزمن او چټک دی. د مایکرو ټیوبولونو په اوږدو کې د حجروي توکو لارښــول شـوی بین الحجروي خوځښـت د موټور پروټینو له خوا ترسره شوی دی. د اکټین کوچنۍ رشتې یا فیلامېنټونه هم ورته حالت لري. موټور پروټینونه د اوبو په واسطه د ATP د تجزیې یا هایډرولایز له تکراري دوران څخه خپله انرژي لاسته راوړي.

د موټور پروټینونو دوې لویې کورنۍ چې د ســـایتوپلازمي مایکروټیوبولونو په اوږدو کې خوځېږي، کینسینونه (Kinesins) او ډاینینونه (dyneins) دي. کینسینونه معمولاً د یوه مایکروټیوبول د جمع پای پر لور (بېرون، له سنټروزوم څخه لرې) خوځېږي، په داسې حال کې چې ډاینینونه د منفي پای پر لور (دننه، د ســنټروزوم پر لور) خوځېږي. دواړه له ATP سره وصــل دوه کروي سرونه او یوه لکۍ لري،

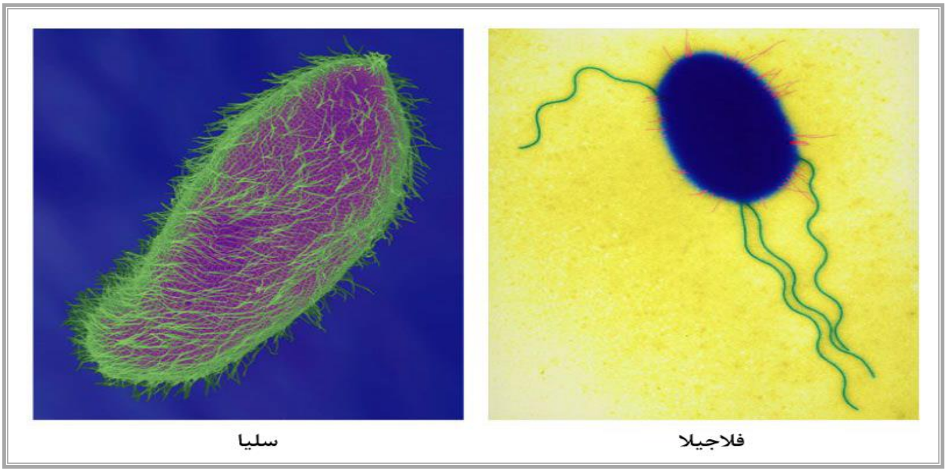
دغه سرونه دا ټاکي چې کوم مایکروټیوبول د تعامل له لارې د ځانګړي لوري له مایکروټیوبولونو سره وصل شي، په داسې حال کې چې د لېږد لپاره لکۍ د ځینو ځانګړو حجروي توکو سره په محکم ډول تړل کېږي. د دواړو کینسینونو او ډاینینو سرونه د اوبو په واسطه د ATP (ATP-hydrolyzing) د تجزیه کولو (ATPase) انزایم له فعالیت سره انزایمونه دي. د اوبو په واسطه د ATP تجزیه کول په یاد سر کې د ترکیبي بدلونونو د یوه دوران لپاره انرژي برابروي چې د وصلېدو، آزادېدو او له مایکروټیوبول سره د بیا وصل کېدو په دوران سره یاد سر ته د دې وړتیا ورکوي چې د مایکروټیوبول په اوږدو کې حرکت وکړي (۸).

مایکروټیوبولونه او د دوی ملګري موټور پروټینونه په یوه حجره کې د داخلي اورګانیلونو (لکه غشاوو) په ځای پرځای کولو کې مهم رول لوبوي. د بېلګې په توګه، د اندوپلازمیک ریټیکولم عادي ځای پرځای کول د هغه د غشا په آخذو پورې اړه لري چې له کینسین سره وصلېږي او باالآخره د مایکروټیوبولونو په اوږدو کې د بېرون پر لور ټېله کېږي او د یوې شبکې په څېر کش کېږي، خو که ګولجي د ستګاه وي، نو په دې حالت کې د مایکروټیوبولونو په اوږدو کې د ډاینین له خوا کش کېږي تر څو د یوې حجرې په منځ کې خپل ځای ونیسي. په دې سره د حجرې د داخلي غشا تنظیم چې د یوې حجرې په ښه فعالیت پورې اړه لري، رامنځته کېږي او ساتل کېږي.

په سلیا او فلاجیل کې مایکروټیوبولونه

د سایتوپلازمي مایکروټیوبولونو خلاف، په سلیا او فلاجیل کې مایکروټیوبولونه په ښه شان او مشخصو بېلګو کې تنظیم دي چې د الکترون مایکروسکوپ په واسطه ښودل شوي دي. د یوې سلیا یا فلاجیل د تقاطع برخه په مرکز کې د واحد مایکروټیوبول له یوې جوړې سره د نهو دوه ګونو مایکروټیوبولونو یوه کړۍ ښیي. دغه «۹+۲ لیکه» له پروتوزوا څخه نیولې تر انسان پورې په ټولو ایوکریوټیک ډوله سلیا او فلاجیل کې لیدل شوې ده (۳).

د یوه سلیم یا فلاجلیم حرکت د هغوی د هستې په‌خم کېدو (کږېدو) سره پیلېږي، داسې چې مایکروټیوبولونه د یو بل پر وړاندې ښویېږي. د هستې د خم کېدو حرکت له سلیایي ډاینین څخه چې یو موټور/خوځنده پروټین دی او په دواړو جوړښت او دنده کې سایتوپلازمي ډاینین ته ورته دی، رامنځته شوی دی. د سلیایي ډاینینو لکۍ له یوه مایکروټیوبول او سر یې له بل هغه سره وصل دی، ترڅو د دوه رشتو یا فیلامېنټونو ترمنځ د ښویېدلو یوه قوه رامنځته‌کړي (۴).

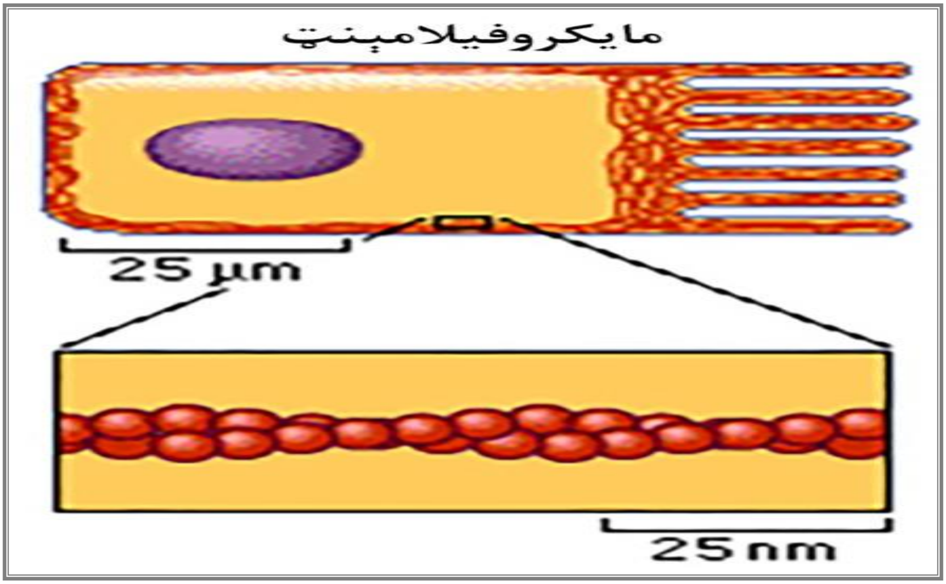


شکل ۲: فلاجیل او سلیا (۷).

دویم: مایکروفیلامېنټ

مایکروفیلامېنت (microfilament) چې د اکټین فیلامېنټ (Actinfilament) په نامه هم یادیږي، د حجروي سکلېټ تر ټولو نازکه رشته ده، نږدې اووه نانومتره ډبلوالی لري او په ټولو ایوکاریوټیک حجرو کې شته. مایکروفیلامېنټ د کوچنیو اکټینی پروټینی واحدونو څخه جوړ شوی چې له همدې کبله ورته اکتین فیلامېنټ هم ویل کیږي. یادې رشتې هم مارپېچي شکل لري او هم په منظمه توګه کوچني واحدونه یو د بل سره وصل شوي دي او د مایکروټیوبول په شان قطبي دي. اکتین رشتې اکتینی شبکه جوړوي، دا رشتې د مایکروټیوبول په شان په بېلابېلو حجرو کې ورته جوړښت لري او بېلابېلوالی یې هم د ضمیمه یي پروټینو موجودیت دی. مایو سین (myosin) د ضمیمه یي پروټینو له مهمو ډولونو څخه دی چې د عضلې په انقباض کې مهم رول لري. په یوه حجره کې د اکتین کوچنیو رشتو د تنظیم دوه عام ډولونه شته چې، د کوچنیو رشتو یا فیلامنټونو بنډلونه او شبکې دي (۹). الکترون مایکروسکوپ یا ایمیونو فلورسنس مایکروسکوپ ښیي چې بنډلونه د حجرې د سطحي غشا له را وتلو جوړښتونو څخه پیلیږي او د دوی پراخوالی ادامه مومي تر څو د کوچنیو رشتو یا فیلامنټونو یوه شبکه جوړه کړي. په بنډلونو کې د اکتین کوچنۍ رشتې یا فیلامنټونه په موازي لیکو کې ټینګ تړل شوي دي، په داسې حال کې چې په یوه شبکه کې د اکتین کوچنۍ رشتې یا فیلامنټونه په متقاطع لیکو او غالباً په ښې زاویو کې په کمزوري ډول بسته بندي شوي دي. اکتین دوه ډوله شبکې لري؛ یوه یې دوه بعدي ده، لکه یوه شبکه یا تار او له پلازمایي غشا سره تړلې ده. بله هغه یې درې بعدي ده چې په حجره کې موندل کیږي او سایټوزول ته د ژېل یا مایع ته ورته ځانګړتیاوې ورکوي. د اکتین د متقابل

پیوســـتوالي پروټینونه په ټولو بنډلونو او شـــبکو کې کوچنۍ رشـــتې یا فیلامېنټونه یو له بل سره ټینګ ساتي. د متقابل پیو ستوالي هر پروټین د اکتین د و صلولو دوې ساحې لري چې هره ساحه یې د یوې کوچنۍ رشـــتې یا فیلامېنټ لپاره ده. د اکتین موازي کوچنۍ رشـــتې یا فیلامېنټونه په بنډلونو کې د لنډ متقابل پیو ستوالي د پروټینو په وا سطه یو له بل سره نږدې ساتل شوې دي، په دا سې حال کې چې د اکتین عمودي کوچنۍ رشتې په شبکو کې د اوږدو او ارتجاعي متقابل پیوستوالي پرټینونو په واسطه سره تړل شوي دي. د دندو او فعالیت له مخې، دواړه بنډلونه او شبکې د پلازمایي غشا ملاتړ کوي او د یوې حجرې د شکل په ټاکلو کې مرسته کوي (۱۰).



شکل ۳: مایکروفیلامېنټ یا اکټین رشتې (۷).

اکتین رشـتې په حجره کې مهمې دندې سرته رسـوي، د حیواني حجرې په وېش کې هم اکتین د یوې نازکې کړۍ په شکل یوه ا سانچاري منځ ته راوړي او د حجرې په دوو لوېو حجرو د وېش لپاره زمینه برابروي. اکتین د مایوسین سره یو ځای په عضلاتو کې د رشتو یو ګډ جوړښت منځته راځي چې یو له بل سره د انقباض او انبســاط زمینه برابروي (۱). اکتین رشـــتې همدارنګه په حجره کې د موادو د لېږد زمینه برابروي، د پروټیني ویزیکلونو او اورګانیلونو په لېږد کې برخه اخلي. اکتین رشتې په چټکۍ سره یو ځای کېدای شي او بېرته له منځه ځي او دا ځانګړتیا یې د حجرې په حرکت کې مهم رول لوبوي. اکتین ر شتې د آمعا په پو ښ شي برخه کې، د سایتوپلازم په‌وېش، د ع ضلاتو په انب ساط او انقباض او همدارنګه د مایکروټیوبول سره یوځای حجرې‌ته په ټاکلې بڼه ورکولو کې مهمه دنده ترسره کوي (۵).

د اکتین د ډېروالي یا پولیمیرایزېشن میکانېزم

اکتین او ټیوبولین د ورته میکانېزمونو په واسطه ډېروالی مومي. په ویټرو (vitro) کې، د G – اکتین پر محلول باندې د Mg^{2+}، K^{+} یا Na^{+} ایونونو ور ډېرول د G – اکتین ډېروالی یا پولیمیرایزېشن د F – اکتین کوچنیو رشـــتو یا فیلامېنټونه تحریکوي، چې له حجرو څخه د جلا شـــوو مایکرو فیلامېنټونو (اکتین) سره یې توپیر نه شي کېدای. دا یو تکرار پېدونکی بهیر دی، کله چې په یاد محلول کې د یوه ایون غلظت را ښــکته شي، د F – اکتین کوچنۍ رشـــتې یا فیلامېنټونه G – اکتین ته ډیپولیمیرایز یا په مونو میرونو سره تجزیه کېږي. د اکتین دغه تکرارېدونکي راغونډېدل د ډېرو حجروي خوځښتونو پر هسته تکیه کوي. د F – اکتین ته د G – اکتین را غونډېدل ADP او Pi ته د اوبو په واسطه د ATP د تجزیې یا هایدرولایز په واســطه پر مخ وړل شـــوي دي، سربېره پر دې چې د پولیمیرایزېشـــن د رامنځته کولو لپاره د اوبو په وا سطه د ADP تجزیې ته اړتیا نشته. د اکتین کوچنیو ر شتو یا فیلامېنټونو په ډېروالي یا پولیمیرایزېشـــن کې درې ترتیبي پړاوونه شـــته. په لومړي پړاو (lag state) کې G – اکتین په لنډو او نا ثابتو اولیگومیرونو (oligomer) سره تراکم مومي، تر هغې پورې چې یاد اولیگومیرو نه یوه ټاکلي اوږدوالي (درې یا څلورو فرعي برخو/واحدونو) ته ورسېږي (۱۱).

وروسته له دې اولیگومیرونه کولای شي چې د یوه ثابت کېښت یا هستې په توگه عمل وکړي. په دویم پړاو (اوږدېدلو حالت) کې هسته خپلو دواړو سرونو ته د اکتین د مونومیرونو (monomer) د ورډېرېدو له کبله په چټکۍ سره په یوې کوچنۍ رشـــتې یا فیلامېنټ سره اوږدوالی مومي، تر هغې پورې چې د G– اکتین مونومیرونو غلظت په کافي اندازه را ښــکته شي، ترڅو له کوچنۍ رشـــتې یا فیلامېنټ سره د توازن خپل حالت ته ورســـېږي. په درېیم پړاو (ثبات حالت) کې د G – اکتین مونومیرونو یوازې د کوچنیو رشتو یا فیلامېنټونو په سر او پای کې د فرعي برخو/واحدونو سره بدلېږي، خو د کوچنیو رشتو یا فیلامېنټونو په ټوله کتله کې خالص بدلون نه راځي. د نا یوځای شـــوو آزادو فرعي برخو د ډلې د تعادل غلظت د بحراني غلظت (Critical concentration) (Cc) په نامه یادېږي. ځینې زهري توکي په آسـانۍ سره کولای شي چې د F او G – اکتین ترمنځ تعادل ته سرخوږی جوړ کړي. سـایټوکلاســین Cytochalasin چې یو فنگسي – الکلوېډ دی، د F – اکتین له جمع پای سره په وصـــل کېدو د اکتین کوچنۍ رشتې یا فیلامېنټونه ډیپولیمیرایز یا په مونومیرونو سره تجزیه کوي او د فرعي برخو نور یوځای کېدل بندوي. د دې خلاف، لاټرنکیولین (Latrunculin) چې د سفنجونو په وا سطه تر شح شوي یو ډول زهر دي، له G – اکتین سره یوځای کېږي او د کوچنۍ رشـــتې یا فیلامېنټ له پای سره د وصـــل کېدو مخه یې نیسي. دواړه زهري توکي د پولیمیرایزېشن مخه نیسي، نو د همدې لپاره په دغه ځای کې

د یادو دوو زهري توکو په موجود یت سره د اکتین حجروي ســکلېټ له منځه ځي او د حجرو د خوځښـــت مخنيوی کېږي. دریېمه زهري ماده فلویډین (phalloidin) په اکتین باندې برعکس اغېز لري. د F- اکتینونو ترمنځ د تقاطع په کرښه کې وصلېږي، گاونډ فرعي برخې يوه له بلې سره تړي او په دې ترتیب د اکتین کوچنۍ رشــتې یا فیلامېنټونه له ډيپوليميرايزېشـــن یا په مونومیرونو باندې له تجزیې څخه ساتي آن تر هغې چې G – اکتین تر خپل بحراني غلظت را ښکته رقیق شوی وي (۲). یوه حجره اکتین پولیمیرایزېشن یا په مونومیرونو سره تجزیه د څو اکتین وصلوونکو پروټینو له لارې تنظیموي چې یا پولیمیرایزېشـــن پیاوړی کوي او یا یې مخنیوی کوي. د بېلگې په توگه، تایموســـین $\beta 4$ (Tβ۴) ، یو پراخ ســـایتوزولیک پروټین د ۱:۱ ترکیب کې د ATP-G-actin وصـــلوي، بلکه نه د. (F-actin) په ترکیب کې G-actin نه شي کولای په مونومیرونو سره تجزیه شي. په دې ترتیب، تایموســـین ۴ β د مونومیري اکتین لپاره د ســـپر په توگه کار کوي او د اکتین د راغونډېدو مخنیوی کوي. له بلې خوا، یو بل سایتوزولیک پروټین پروفیلین د اکتین را غونډېدل پیاوړي کوي. سربېره پر دې چې هغه همدارنگه د ATP–actin مونومیرونه په ۱:۱ یوه ثابت ترکیب کې و صلوي. د اکتین و صلوونکي ځینې پروټینونه د اکتین کوچنیو رشـــتو یا فیلامېنټونو سره په وصـــل کېدو د هغه اوږدوالی کنټرولوي او هغه په کوچنیو ټوټو سره ماتوي. د پروټینو بل گروپ کولای شي چې د اکتین کوچنیو رشتو یا فیلامېنټونو پای وپوښي او هغې ته ثبات ور وبښي (۱۰).

درېیم: منځنۍ رشتې

پـــه ایـــوکریوټیک حجـــرو کې د حجـــرو ي سکلېټ درېیم ډول منځنۍ رشـتې دي چې د (Intermediate filaments) په نامه یادېږی. منځنۍ رشـــتې یوازې په پېچلي کثیرالحجروي ژوندیو موجوداتو کې پیدا کیږي. همدارنگه د ډېریو حیواني حجرو د سـایتوپلازم سراسر یوه شـبکه جوړوي. د دې رشتو منځنی ډېلوالی له (۸-10 nm) پورې رسیږي (۱۰). منځنۍ رشتې په حجره کې یوه شبکه جوړوي چې هسته او نور اورگانیلونه یې چاپېره کړی دي. منځنۍ رشتې د بېلابېلو پروټینو څخه جوړې شوې دي چې له هغې جملې یو هم کریټین (keratin) رشتوي پروټین دی چې په وېښتانو، نوکانو او پوستکي کې هم پیدا کیږي (۷).

منځنۍ رشتې د دوو نورو رشتو په شان په چټکې سره د یوځای کېدو او اوږدېدو وړتیا لري. په حجره کې دایمي، مهم او ضروری ســاختماني رول لوبوي. ځانگړې دنده یې د بیرونیو فشـــارونو پر وړاندې مقاومت، حجرې ته د ټاکلي شکل ورکول او د اورگانیلونو ثابت ساتل دي.

پایله

حجروي سکلېټ د انسان د بدن سکلېټ ته ورته د ایوکریوټیک حجرې لپاره خورا مهم او ضروری ارزښت لري چې په حجره کې مهمې دندې سرته رسوي، لومړنۍ دنده یې د حجرې میخانیکي ساتنه او هغې ته د ټاکلي شکل ورکول دي. د حجرې په داخل کې د موادو د لېږدونې ترڅنګ د مجاورو حجرو سره د پیوستون په برخه کې هم مهم رول لوبوي همدارنګه حجروي نظم، حجروي وېش، د حجرې حرکت یې هم له ډېرو مهمو دندو څخه شمېرل کېږي. حجروي سکلېټ د درې ډوله پروټیني رشتو یوه پېچلي شبکه ده چې د مایکروټیوبول، مایکروفیلامېنټ او انټرمیدیټ فیلامېنټ یا منځنیو رشتو څخه جوړه شوې ده. هره پروټیني رشته د ځانګړو کوچنیو واحدونو څخه په خاص نظم او ترتیب جوړه شوې چې تر ټولو ډبله رشته‌یې مایکروټیوبول او تر ټولو نازکه یې مایکروفیلامېنټ ده. مایکروټیوبول او مایکروفیلامېټ رشتې فایبري شکل لري چې په چټکتیا سره د انقباض او انبساط وړتیا لري، خو منځنۍ رشتې د فیبروس پروتینو له واحدونو څخه جوړې شوې او د دوو نورو رشتو په پرتله سختې او محکمې رشتې دي.

منابع

(1) D. A. Fletcher and R. D. Mullins, “Cell mechanics and the cytoskeleton,” Nature. 2010, doi: 10.1038/nature08908.

(2) G. Forgacs, S. H. Yook, P. A. Janmey, H. Jeong, and C. G. Burd, “Role of the cytoskeleton in signaling networks,” J. Cell Sci., 2004, doi: 10.1242/jcs.01122.

(3) H. L. May-Simera and M. W. Kelley, “Cilia, Wnt signaling, and the cytoskeleton,” Cilia. 2012, doi: 10.1186/2046-2530-1-7.

(4) J. Rajeswari and G. Pande, “The significance of α5β1 integrin dependent and independent actin cytoskelton organization in cell transformation and survival,” Cell Biol. Int., 2002, doi: 10.1006/cbir.2002.0964.

(5) J. W. Gooch, “Cytoskelton,” in Encyclopedic Dictionary of Polymers, 2011.

(6) K. Weber and M. Osborn, “The cytoskeleton,” National Cancer Institute Monograph. 1982, doi: 10.3109/9780203503249-22.

(7) P.S.VERMA and V.K.AGARWAL, Cell Biology, Genetics, Molecular Biology. Evolution and Ecology, First. New Delhi: S.CHAND, 2008.

(8) P. H.Raven, G. B.Johnon, J. B.Losos, and S. R.Singer, Biology, 7th ed. New Delhi: Tata McGrew-Hill, 2007.

(9) R. G. White and D. A. Barton, “The cytoskeleton in plasmodesmata: A role in intercellular transport,” Journal of Experimental Botany. 2011, doi: 10.1093/jxb/err227.

(10) S. D. Li Yao, Wu Chaoqun, CELL BIOLOGY, Second. Fudan press, 2012.

(11) W. Choi, J. Yi, and Y. W. Kim, “Fluctuations of red blood cell membranes: The role of the cytoskeleton,” Phys. Rev. E - Stat. Nonlinear, Soft Matter Phys., 2015, doi: 10.1103/PhysRevE.92.012717.