

HUJAYRA SITOSKELETINING STRUKTURAVIY VA FUNKSIONAL TASHKIL ETILISHI

Nodirov Dostonjon Zokir o'g'li

Ilmiy rahbar. Toshkent davlat tibbiyot universiteti Gistologiya kafedrasida assistenti.

Абдурашилова Шабона Хожиакбар кизи

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti

International Faculty XF25-05B.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19950144>

Аннотация. Hujayra sitoskeleti eukariot hujayralarning ichki tayanch tizimi bo'lib, u hujayra shaklini saqlash, mexanik barqarorlikni ta'minlash, organoidlarning joylashuvini boshqarish, hujayra ichki transportini amalga oshirish va hujayra bo'linishida ishtirok etish kabi ko'plab muhim biologik vazifalarni bajaradi. Sitoskelet hujayra sitoplazmasida joylashgan murakkab oqsil tolalar tarmog'idan iborat bo'lib, asosan mikrofilamentlar, oraliq filamentlar va mikronaychalardan tashkil topadi. Ushbu strukturalarning har biri o'ziga xos molekulyar tuzilishga, dinamik xossalarga va fiziologik funksiyalarga ega.

Mikrofilamentlar ko'proq aktin oqsilidan tuzilgan bo'lib, hujayra harakati, qisqarish va membrana shakllanish jarayonlarida faol qatnashadi. Oraliq filamentlar mexanik mustahkamlikni ta'minlaydi hamda to'qimalarning strukturaviy yaxlitligini saqlaydi. Mikronaychalar esa tubulin oqsilidan tashkil topib, hujayra ichida moddalarning tashilishi, mitoz hushtagi hosil bo'lishi va kiprikchalar hamda xivchinlar harakatida ishtirok etadi.

Sitoskelet tizimi faqat tayanch apparati emas, balki hujayra signalizatsiyasi, differentsiallanish, migratsiya, immun javob, regeneratsiya va embrional rivojlanish jarayonlarida ham muhim o'rin tutadi. Zamonaviy sitologiya va molekulyar biologiyada sitoskelet elementlarining patologik o'zgarishlari saraton, neyrodegenerativ kasalliklar, mushak distrofiyalari va irsiy sindromlar bilan bog'liqligi aniqlangan.

Mazkur maqolada sitoskeletning strukturaviy komponentlari, ularning ultrastrukturasi, molekulyar tashkil topishi va hujayra hayotidagi funksional ahamiyati keng yoritiladi.

Kalit so'zlar: Hujayra, sitoskelet, mikrofilament, aktin, mikronaycha, tubulin, oraliq filament, hujayra harakati, mitoz, sitoplazma, organoid, transport, differentsiallanish, membrana, oqsil.

KIRISH

Hujayra tirik organizmlarning eng kichik strukturaviy va funksional birligi hisoblanadi.

Har bir hujayra murakkab ichki tuzilishga ega bo'lib, unda hayotiy jarayonlarni amalga oshiruvchi ko'plab organoidlar va molekulyar tizimlar mavjud. Ana shunday tizimlardan biri sitoskelet bo'lib, u uzoq vaqt davomida faqat tayanch karkas sifatida talqin qilingan.

Biroq keyingi ilmiy tadqiqotlar natijasida sitoskelet hujayra faoliyatining deyarli barcha bosqichlarida ishtirok etuvchi dinamik va yuqori darajada boshqariluvchi tizim ekani isbotlandi. "Sitoskelet" termini "hujayra skeleti" ma'nosini anglatadi.

Bu nom uning hujayra shaklini saqlovchi karkas vazifasidan kelib chiqqan. Ammo sitoskelet oddiy skelet emas.

U doimiy ravishda qayta tuziluvchi, polimerlanish va depolimerlanish xususiyatiga ega bo'lgan, tashqi hamda ichki signallarga javob beruvchi faol struktura hisoblanadi. Aynan shu dinamiklik tufayli hujayralar harakatlana oladi, shaklini o'zgartiradi, bo'linadi, boshqa hujayralar bilan aloqaga kirishadi va tashqi muhitga moslashadi.

Eukariot hujayralarda sitoskelet uchta asosiy filament tizimidan iborat: mikrofilamentlar, oraliq filamentlar va mikronaychalar. Har bir komponent o'ziga xos diametr, kimyoviy tarkib va vazifaga ega. Mikrofilamentlar eng ingichka bo'lib, aktin monomerlaridan tashkil topadi. Ular hujayra chekka qismida ko'proq uchraydi va hujayra harakatini ta'minlaydi.

Oraliq filamentlar o'rta qalinlikdagi tolalar bo'lib, mexanik chidamlilik beradi.

Mikronaychalar esa eng yirik elementlar bo'lib, ichi bo'sh naychalar ko'rinishida bo'ladi hamda transport tizimi sifatida xizmat qiladi. Sitoskeletning biologik ahamiyati juda keng.

Embrional rivojlanish jarayonida hujayralarning ko'chishi va qatlamlarga ajralishi sitoskeletsiz sodir bo'la olmaydi. Nerv hujayralarida akson bo'ylab moddalar tashilishi mikronaychalar orqali amalga oshadi.

Mushak hujayralarida aktin filamentlari qisqarish apparatining asosiy qismi hisoblanadi.

Epiteliy to'qimalarida oraliq filamentlar hujayralarning mexanik himoyasini kuchaytiradi.

Bugungi kunda sitoskelet bo'yicha tadqiqotlar tibbiyotda ham katta ahamiyat kasb etmoqda. Masalan, o'simta hujayralarining invazivligi va metastaz berishi aktin filamentlar qayta tashkil topishi bilan bog'liq.

Altsgeymer va Parkinson kasalliklarida neyron ichki transportining buzilishi mikronaychalar patologiyasi bilan aloqador. Ayrim viruslar hujayraga kirish va ko'payish jarayonida sitoskelet tizimidan foydalanadi.

Shu sababli sitoskeletni chuqur o'rganish nafaqat fundamental biologiya, balki klinik tibbiyot, farmakologiya va biotexnologiya uchun ham muhimdir. Ushbu maqolada hujayra sitoskeletining strukturaviy asoslari, tarkibiy qismlari va funksional mexanizmlari ilmiy jihatdan izchil bayon qilinadi.

ASOSIY QISM

Hujayra sitoskeleti sitoplazmada joylashgan filamentli oqsillar tizimi bo'lib, hujayra ichki arxitekturasi belgilaydi. U sitoplazmaning oddiy suyuq muhit emas, balki tartibli va muvofiqlashtirilgan strukturaga ega ekanligini ko'rsatadi.

Sitoskelet elementlari doimiy ravishda bir-biri bilan o'zaro ta'sirda bo'lib, hujayra ehtiyojiga qarab qayta tashkil topadi.

Mikrofilamentlar

Mikrofilamentlar diametri taxminan 5–7 nanometr bo'lgan eng nozik sitoskelet elementidir. Ularning asosiy oqsili globulyar aktin bo'lib, u polimerlanib filamentli aktinga aylanadi. Aktin filamentlari hujayra membranasiga yaqin joylarda ko'p uchraydi va hujayraning periferik zonasini mustahkamlaydi.

Aktin filamentlar hujayra harakatining asosiy mexanizmini tashkil etadi. Fagotsitoz vaqtida leykotsitlar bakteriyani qamrab olishi, fibroblastlarning yara tomon siljishi, embrional hujayralarning migratsiyasi aktin tizimiga bog'liq. Shuningdek, mikrovarsinkalar tarkibida ham aktin tolalari mavjud bo'lib, ular ichak epiteliysida so'rilish yuzasini oshiradi. Aktin filamentlari miozin oqsili bilan birikib qisqaruvchi tizim hosil qiladi.

Mushak hujayralarida aynan aktin va miozin o'zaro siljishi natijasida mushak qisqaradi. Mushaksiz hujayralarda ham kontraktil halqa hosil bo'lib, sitokinez vaqtida hujayra ikkiga bo'linadi.

Oraliq filamentlar

Oraliq filamentlar diametri 8–12 nanometr bo'lib, mexanik mustahkamlik beruvchi tolalardir. Ular aktin va mikronaychalar oralig'idagi qalinlikka ega bo'lgani uchun shunday nomlangan. Oraliq filamentlar turli hujayralarda turlicha oqsillardan tashkil topadi. Epiteliy hujayralarida keratin filamentlari uchraydi. Ular teri, soch, tirnoq kabi tuzilmalarning chidamliligini ta'minlaydi.

Mushak hujayralarida desmin mavjud bo'lib, miofibrillalarni bir tartibda ushlab turadi.

Nerv hujayralarida neyrofilamentlar akson diametrini saqlaydi va impuls tezligini ta'sir qiladi. Yadro pardasi ostida esa lamin oqsillari yadro shaklini ushlab turadi.

Oraliq filamentlarning asosiy xususiyati ularning yuqori mexanik barqarorligidir. Shu sababli ular cho'zilish, bosim va ishqalanishga duch keladigan to'qimalarda ko'proq rivojlangan.

Mikronaychalar

Mikronaychalar diametri taxminan 25 nanometr bo'lgan ichi bo'sh silindrsimon tuzilmalardir. Ular alfa va beta tubulin dimerlaridan tashkil topadi. Mikronaychalar hujayraning markaziy qismida joylashgan sentrosomadan o'sib chiqadi. Mikronaychalar hujayra ichki transport yo'llari hisoblanadi.

Kinezin va dinein kabi motor oqsillar ular bo'ylab harakatlanib, vezikulalar, mitoxondriyalar, lizosomalar va boshqa yuklarni kerakli joyga tashiydi. Ayniqsa neyronlarda uzoq akson bo'ylab moddalar yetkazilishida bu tizim nihoyatda muhimdir. Mitoz vaqtida mikronaychalar bo'linish hushtagini hosil qiladi.

Ular xromosomalarga birikib, ularni qutblarga ajratadi. Agar mikronaychalar faoliyati buzilsa, hujayra bo'linishi to'xtaydi. Shu sababli ayrim o'smaga qarshi dorilar tubulin polimerlanishini to'xtatish orqali ta'sir qiladi.

Kiprikchalar va xivchinlar ham mikronaychalardan tashkil topgan. Nafas yo'llari epiteliyidagi kiprikchalar shilliqni tashqariga haydaydi. Spermatozoid xivchini esa harakatni ta'minlaydi.

Sitoskeletning integrativ xususiyati

Sitoskeletning barcha komponentlari mustaqil ishlamaydi. Ular bir-biri bilan bog'lanib yagona funksional tarmoq hosil qiladi. Hujayra shaklining o'zgarishi, migratsiya, bo'linish, signal uzatish kabi jarayonlar turli filamentlarning muvofiqlashtirilgan faoliyati natijasidir.

Masalan, hujayra siljiyotganda old qismida aktin polimerlanadi, orqa qismida esa qisqarish yuz beradi. Shu paytda mikronaychalar yo'nalishni belgilaydi, oraliq filamentlar esa hujayrani mexanik himoya qiladi.

Sitoskelet va patologiya

Sitoskelet oqsillaridagi mutatsiyalar ko'plab kasalliklarga sabab bo'ladi. Keratin genlari shikastlanganda epidermoliz kabi teri kasalliklari rivojlanadi. Dinein yoki kiprikcha oqsillari nuqsonida nafas yo'llari tozalanishi buziladi.

Tau oqsilining patologik fosforillanishi mikronaychalarni izdan chiqarib, neyrodegenerativ jarayonlarga olib keladi.

Saraton hujayralarida sitoskelet qayta tashkil topib, invaziya va metastaz imkoniyati ortadi. Shu sababli zamonaviy onkologiyada sitoskeletga ta'sir qiluvchi preparatlar alohida ahamiyatga ega. Sitoskelet hujayraning oddiy tayanch apparati emas, balki hujayra hayot faoliyatining markaziy boshqaruv tizimlaridan biri hisoblanadi.

U hujayra ichki muhitini tartibga soladi, shaklni belgilaydi, harakatni ta'minlaydi va tashqi muhitdan kelayotgan signallarga mos javob shakllantiradi. Shu sababli sitoskeletning funksional ahamiyati faqat strukturaviy vazifalar bilan cheklanmaydi.

Zamonaviy sitologiya ma'lumotlariga ko'ra, hujayra metabolizmi, differensiallanishi, proliferatsiyasi va apoptotik jarayonlar ham sitoskelet holatiga bog'liq.

Sitoskeletning hujayra shaklini saqlashdagi roli

Har bir hujayra turi o'ziga xos shaklga ega bo'ladi. Nerv hujayralari uzun o'simalari bilan, eritrotsitlar ikki tomoni botiq disk shakli bilan, epiteliy hujayralari esa ko'p qirrali tuzilishi bilan ajralib turadi. Ana shu shaklni saqlashda sitoskelet elementlari muhim rol o'ynaydi. Aktin filamentlari plazmatik membraning ichki yuzasida joylashib, hujayra qobig'ining mustahkamligini oshiradi.

Mikronaychalar hujayraning ichki qismida organoidlarni ma'lum tartibda ushlab turadi.

Oraliq filamentlar esa mexanik kuchlanishlarga qarshi turg'unlik beradi.

Agar sitoskelet buzilsa, hujayra o'z shaklini yo'qotadi, deformatsiyalanadi va normal faoliyat yurita olmaydi. Masalan, eritrotsitlarda spektrin va aktin tizimi membrana osti skeletini hosil qiladi. Ushbu oqsillar nuqsonida eritrotsit shakli o'zgarib, irsiy sferotsitoz kasalligi yuzaga keladi. Natijada qizil qon tanachalari mo'rtlashadi va tez parchalanadi.

Hujayra ichki transport tizimi sifatida sitoskelet

Hujayra ichida organoidlar va molekulalarning tasodifiy harakati yetarli emas. Moddalar aniq manzilga, kerakli vaqtda, kerakli miqdorda yetkazilishi zarur. Bu jarayon sitoskelet, ayniqsa mikronaychalar va aktin filamentlar yordamida amalga oshiriladi. Mikronaychalar "ichki temiryo'l" vazifasini bajaradi.

Ular bo'ylab motor oqsillar — kinezin va dinein harakat qiladi.

Kinezin odatda yukni hujayra markazidan periferiyaga olib boradi, dinein esa periferiyadan markazga yo'naladi. Shu yo'l bilan sekretsiyon pufakchalar, lizosomalar, endosomalar, mitoxondriyalar va boshqa tuzilmalar ko'chiriladi. Nerv hujayralarida bu jarayon ayniqsa muhimdir.

Neyron aksoni ba'zan bir metr va undan uzun bo'lishi mumkin. Akson uchiga mediatorlar, fermentlar va membrana komponentlari yetkazilishi mikronaychalarsiz mumkin emas. Agar aksonal transport buzilsa, neyron degeneratsiyasi boshlanadi. Aktin filamentlar esa ko'proq hujayra chekkasida qisqa masofali tashishda qatnashadi. Endotsitoz va ekzotsitoz pufakchalari membranaga yaqin hududda aktin yordamida harakatlanadi.

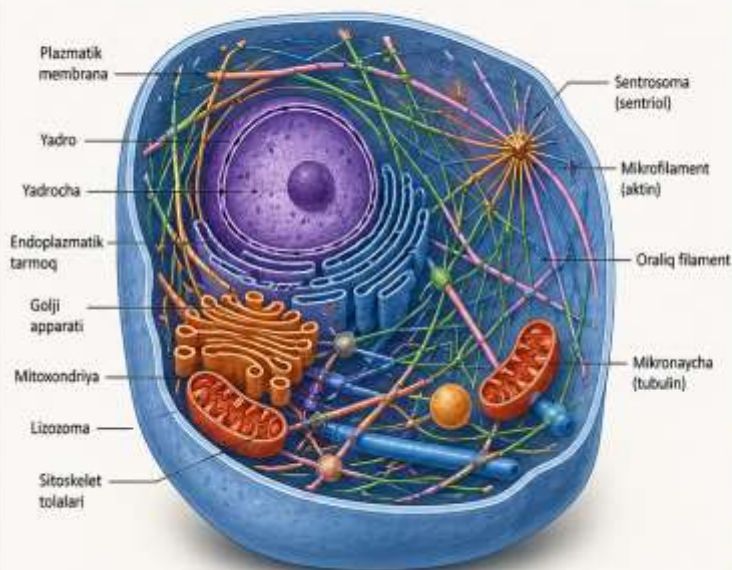
Hujayra bo'linishida sitoskeletning ahamiyati

Hujayra bo'linishi tirik organizmlar hayotining asosiy jarayonlaridan biridir. O'sish, regeneratsiya, embrional rivojlanish va to'qima yangilanishi hujayra bo'linishiga bog'liq. Bu murakkab jarayonda sitoskelet barcha bosqichlarda faol qatnashadi.

Mitoz davrida sentrosomalar ikki qutbga ajraladi va ulardan mikronaychalar o'sib chiqadi.

HUJAYRA SITOSKELETINING STRUKTURAVIY VA FUNKSIONAL TASHKIL ETILISHI

Sitoskelet – hujayra sitoplazmasida joylashgan oqsil tolalar tizimi bo‘lib, hujayra shaklini saqlash, tayanch, transport, harakat, bo‘linish va boshqa ko‘plab funksiyalarni ta‘minlaydi.



SITOSKELETNING ASOSIY KOMPONENTLARI

1. MIKROFILAMENTLAR (aktin filamentlar)

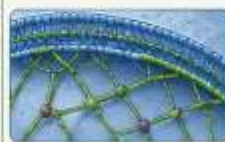


5–7 nm

Tuzilishi:
Globulyar aktin (G-aktin) monomerlarining polimerlanishi natijasida hosil bo‘ladi.

Funksiyalari:

- Hujayra shaklini saqlash
- Hujayra harakati va migratsiyasi
- Mushak qisqarishi
- Sitokinez (qisqaruvchi halqa)
- Mikrovorsinkalar va lamellipodiyalar hosil bo‘lishi
- Endo- va eksozitobozda ishtirok



2. ORALIQ FILAMENTLAR (intermediate filamentlar)



8–12 nm

Tuzilishi:
Turli xil oqsillardan tuzilgan barqaror tolalar (keratin, vimentin, desmin, neyrofilamentlar, laminlar va b.)

Funksiyalari:

- Mexanik mustahkamlikni ta‘minlash
- Hujayra va to‘qima yaxlitligini saqlash
- Organelmani joyida ushlab turish
- Yadro qobig‘ining shaklini saqlash (laminlar orqali)



3. MIKRONAYCHALAR (tubulin naychalar)



25 nm

Tuzilishi:
 α va β tubulin dimerlarining polimerlanishi natijasida bo‘sh naycha shaklida hosil bo‘ladi.

Funksiyalari:

- Hujayra ichki transporti
- Mitoz hushtagini (bo‘linish iparini) hosil qilish
- Kiprikcha va xivchinlar harakati
- Organellar va vezikulalarni harakatlantirish
- Hujayra polaritesini ta‘minlash



SITOSKELETNING ASOSIY FUNKSIYALARI

1. Hujayra shaklini saqlash



Sitoskelet hujayraga shakl va mexanik barqarorlik beradi.

2. Hujayra harakati va migratsiyasi



Aktin filamentlar polimerlanishi hujayraning oldinga siljishini ta‘minlaydi.

3. Hujayra ichki transporti



Mikronaychalar bo‘ylab motor oqsillar vezikulalar va organoidlarni tashiydi.

4. Hujayra bo‘linishi (mitoz)



Mikronaychalar bo‘linish hushtagini hosil qiladi, aktin esa sitokinezni amalga oshiradi.

5. Kiprikcha va xivchinlar harakati



Mikronaychalar asosida tuzilgan kiprikchalar va xivchinlar harakatini ta‘minlaydi.

6. Hujayralararo aloqa va birkish



Sitoskelet tolalari hujayralararo kontaktlarni mustahkamlaydi.

SITOSKELET ELEMENTLARINING MAJOR OQSILLARI

- Aktin – mikrofilamentlar asosiy oqsil
- Keratin, vimentin, desmin, neyrofilamentlar, laminlar – oraliq filament oqsillari
- α / β tubulin – mikronaychalar asosiy oqsil
- Kinezin, dinein, miozin – motor oqsillar

SITOSKELET – HUJAYRA HAYOTINING DINAMIK ASOSI: u shakl, harakat, transport, bo‘linish, aloqa va moslashuv jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi.

Natijada bo‘linish hushtagi hosil bo‘ladi. Ushbu hushtak xromosomalarga birikib, ularni metafaza plastinkasiga tizadi, keyinchalik esa qarama-qarshi qutblarga tortadi. Anafaza bosqichida mikronaychalar qisqarishi va motor oqsillarning harakati natijasida genetik material teng taqsimlanadi. So‘ng telofazada yangi yadrolar shakllanadi. Sitokinez vaqtida aktin va miozin filamentlari hujayra ekvatori bo‘ylab qisqaruvchi halqa hosil qiladi. Halqa torayib borishi natijasida bitta hujayra ikkita qiz hujayraga bo‘linadi. Agar sitoskelet bo‘linish paytida buzilsa, xromosomalarning noto‘g‘ri taqsimlanishi, aneuploidiya yoki hujayra o‘limi yuzaga kelishi mumkin. Bu esa ko‘pincha o‘smalar rivojlanishiga zamin yaratadi.

Hujayra harakati va migratsiyasi

Ko‘plab hujayralar faol harakatlana oladi. Leykotsitlar yallig‘lanish o‘chog‘iga boradi, fibroblastlar yara tomon siljiydi, embrional hujayralar rivojlanish jarayonida joy almashadi. Ushbu migratsiya sitoskeletga bog‘liq.

Harakat jarayoni odatda quyidagicha kechadi:

1. Hujayra old qismida aktin polimerlanadi va membrana tashqariga suriladi.
2. Yangi yopishish nuqtalari hosil bo‘ladi.

3. Orqa qismida aktin-miozin qisqarishi yuz beradi.
4. Hujayra tanasi oldinga tortiladi.

Bu mexanizm koordinatsiyalangan tarzda takrorlanib turadi. Saraton hujayralari ham aynan shu tizimdan foydalanib atrof to'qimalarga kirib boradi va metastaz beradi.

Sitoskelet va hujayralararo aloqa

Hujayralar bir-biri bilan mexanik va kimyoviy aloqa qiladi. Epiteliy qatlamlarida hujayralar desmosoma, gemidesmosoma va adherent kontaktlar orqali birikadi. Ushbu kontaktlarning ichki qismi sitoskelet filamentlariga ulanadi. Desmosomalarga keratin filamentlari birikadi va to'qimaga chidamlilik beradi. Ichak yoki teri epiteliysi kabi kuchli ishqalanishga uchraydigan joylarda bu juda muhim. Adherent kontaktlar esa aktin filamentlari bilan bog'lanib, hujayralarning birgalikdagi harakatini ta'minlaydi. Masalan, embrional rivojlanishda hujayralar qatlam holida ko'chadi. Bu jarayonda alohida hujayralar emas, butun qatlam birgalikda harakat qiladi. Bunda sitoskelet va kontakt tizimlari o'zaro uzviy ishlaydi.

Sitoskelet va signal uzatish

Avvallari sitoskelet faqat mexanik apparat deb qaralgan. Hozirgi ma'lumotlarga ko'ra u signal transduksiyasida ham qatnashadi. Membranadagi retseptorlar faollashganda sitoskelet oqsillari qayta tashkil topadi. O'z navbatida sitoskelet holati ham yadrodagi gen ekspressiyasiga ta'sir qiladi. Masalan, hujayra qattiq substratga yopishganda aktin stress tolalari hosil bo'ladi. Bu esa proliferatsiya genlarini faollashtirishi mumkin. Yumshoq muhitda esa boshqa genlar ishga tushadi. Demak, hujayra atrof muhit mexanik xususiyatlarini sitoskelet orqali "sezadi". Bu hodisa mexanotransduksiya deb ataladi va regenerativ tibbiyot hamda biomateriallar yaratishda katta ahamiyatga ega.

Sitoskelet va immun tizim

Immun hujayralar faoliyati sitoskeletsiz amalga oshmaydi. Neutrofillar bakteriyaga tomon kimyotaksis qiladi, makrofaglar fagotsitoz bajaradi, T-limfotsitlar nishon hujayraga immun sinaps hosil qiladi. Bularning barchasida aktin filamentlar qayta tuziladi. Fagotsitoz vaqtida hujayra membranasi aktin yordamida mikroorganizmlarni o'rab oladi. Keyin fagosoma ichkariga kiradi va lizosoma bilan qo'shiladi. Shu tariqa mikroblar parchalanadi.

Sitoskelet va rivojlanish biologiyasi

Embrion rivojlanishida hujayralarning ko'payishi, ko'chishi, shakllanishi va organlar hosil bo'lishi sitoskelet ishtirokida sodir bo'ladi. Nerv nayining yopilishi, yurak nayining bukilishi, oyoq-qo'l kurtaklarining shakllanishi kabi jarayonlarda hujayra skeleti muhim ahamiyatga ega.

Agar embrional davrda sitoskelet oqsillarida genetik nuqson bo'lsa, tug'ma rivojlanish anomaliyalari yuzaga kelishi mumkin.

Eksperimental ahamiyati

Sitoskelet biologiyada keng o'rganiladi. Aktin filamentlarni buzuvchi sitoxalazin, mikronaychalarni parchalaydigan kolxisin, taksol kabi moddalar laboratoriyada qo'llaniladi. Ular yordamida hujayra harakati, bo'linishi va transport mexanizmlari tadqiq qilinadi. Shuningdek, ba'zi sitoskeletga ta'sir qiluvchi moddalar klinik amaliyotda dori sifatida ishlatiladi. Masalan, taksanlar ko'krak bezi va tuxumdon saratonida qo'llanadi. Sitoskeletning hujayra hayotidagi ahamiyatini to'liq anglash uchun uning molekulyar boshqaruv mexanizmlarini ham ko'rib chiqish zarur.

Chunki sitoskelet elementlari statik tuzilma emas, balki hujayraning ehtiyojiga qarab tez va aniq qayta tashkil topuvchi tizim hisoblanadi. Bu qayta tashkil topish polimerlanish, depolimerlanish, fosforillanish, motor oqsillar faolligi hamda regulyator oqsillar ishtirokida amalga oshadi.

Sitoskelet dinamikasi

Aktin filamentlari doimiy ravishda hosil bo'lib va parchalanib turadi. Hujayraning old qismida aktin monomerlari qo'shib yangi filamentlar o'sadi, boshqa qismida esa eski tolalar qismlarga ajraladi. Shu jarayon tufayli hujayra yo'nalgan harakat qila oladi. Agar aktin tizimi statik bo'lganida, hujayra membranasi o'zgaruvchan shakl hosil qila olmas edi. Mikronaychalar ham "dinamik beqarorlik" xususiyatiga ega. Ular bir payt tez o'sadi, keyin to'satdan qisqaradi.

Aynan shu xususiyat mitoz davrida xromosomalarga yetib borish va ularga birikishda muhim rol o'ynaydi. Tubulin dimerlaridagi GTP gidrolizi mikronaycha barqarorligini boshqaradi.

Oraliq filamentlar nisbatan barqaror bo'lsa-da, ular ham hujayra bo'linishi yoki differentsiallanish vaqtida qayta tashkil topadi. Masalan, mitoz vaqtida yadro laminlari fosforillanib parchalanadi, natijada yadro qobig'i vaqtincha yo'qoladi.

Regulyator oqsillar

Sitoskelet faoliyati ko'plab yordamchi oqsillar orqali boshqariladi. Aktin bilan ishlovchi oqsillarga profilin, kofilin, fimbrin, gelsolin va spektrin kiradi. Ular filament hosil bo'lishi, tarmoqlanishi, qisqarishi yoki membranaga birikishini nazorat qiladi. Mikronaychalarda esa MAP-oqsillar (microtubule associated proteins) muhim ahamiyatga ega. Ular mikronaycha barqarorligini oshiradi va motor oqsillar harakatini boshqaradi. Neyronlarda tau oqsili ana shunday MAP-oqsil hisoblanadi. Tau oqsilining patologik o'zgarishi Altsgeymer kasalligi rivojlanishida muhim omillardan biri sanaladi. Motor oqsillar — kinezin, dinein va miozin — hujayra ichidagi faol transportni ta'minlaydi. Bu oqsillar ATP energiyasi hisobiga harakat qiladi.

Shu sababli sitoskelet energiyaga bog'liq faol tizimdir.

Yadro va sitoskelet o'rtasidagi bog'lanish

Hujayra yadrosi mustaqil joylashgan organoid emas. U sitoskelet bilan maxsus oqsil komplekslari orqali bog'langan. Ushbu bog'lanish yadroning hujayra markazida joylashishini, bo'linish vaqtida harakatini va mexanik signalni qabul qilishini ta'minlaydi. Yadro laminlari ichki tayanch tizim hosil qiladi. Lamin oqsillari nuqsonlarida progeriya, mushak distrofiyasi va boshqa irsiy kasalliklar kuzatiladi. Bu holat sitoskelet va yadro o'rtasidagi munosabat organizm sog'lig'i uchun qanchalik muhim ekanini ko'rsatadi.

Sitoskelet va saraton

O'smalar biologiyasida sitoskelet alohida ahamiyatga ega. Saraton hujayralari normal hujayralardan farqli ravishda shaklini tez o'zgartiradi, atrof to'qimalarga kiradi, qon tomirlarga o'tadi va uzoq organlarga metastaz beradi. Bu jarayonlar aktin filamentlar qayta tashkil topishi bilan chambarchas bog'liq. Metastatik hujayralarda invadopodiya deb ataluvchi maxsus chiqindilar hosil bo'ladi. Ular hujayradan tashqari matriksni parchalovchi fermentlar ajratadi va to'qimalarga kirib borishni yengillashtiradi. Invadopodiyalar hosil bo'lishida aktin tizimi asosiy rol o'ynaydi. Kimyoterapiyada qo'llanadigan ko'plab preparatlar mikronaychalarga ta'sir qiladi.

Vinblastin va vinkristin tubulin polimerlanishini to'xtatadi, paklitaksel esa mikronaychani haddan tashqari barqarorlashtirib yuboradi. Har ikkisi ham mitozni to'xtatib, o'sma hujayralarini nobud qiladi.

Neyrodegenerativ kasalliklar

Nerv tizimi hujayralarida sitoskelet ayniqsa muhimdir, chunki neyronlar uzoq o'simalarga ega. Akson va dendritlar shakli, ichki transporti va sinaps faoliyati sitoskeletga bog'liq.

Altsgeymer kasalligida tau oqsilining giperfosforillanishi natijasida neyrofibrillar tugunlar hosil bo'ladi. Bu mikronaycha tizimini buzadi va neyron transporti izdan chiqadi.

Parkinson kasalligida ham hujayra ichki transport tizimlarining buzilishi qayd etiladi.

Amyotrofik lateral skleroz, periferik neyropatiyalar va boshqa ko'plab nevrologik kasalliklarda sitoskelet komponentlarining o'zgarishi kuzatilgan.

Mushak tizimidagi ahamiyati

Mushak hujayralarida aktin filamentlari miozin bilan birga qisqarish apparatini tashkil etadi. Har bir sarkomer ichida aktin va miozin tolalari muvofiqlashgan ravishda siljiydi. Shu sababli mushak qisqarishi sodir bo'ladi. Desmin tipidagi oraliq filamentlar miofibrillalarni bir tartibda ushlab turadi. Agar desmin oqsilida nuqson bo'lsa, mushak tolalarining tuzilishi buziladi va miopatiyalar yuzaga keladi.

Zamonaviy ilm-fandagi istiqbollar

So'nggi yillarda sitoskeletni sun'iy intellekt, superrezolyutsion mikroskopiya va molekulyar modelirovka orqali chuqur o'rganish boshlandi. Hujayra ichki mexanikasi, o'sma migratsiyasi, regeneratsiya va ildiz hujayralar differensiallanishida sitoskeletning yangi rollari aniqlanmoqda. Biotibbiyot muhandisligida hujayralar uchun biomaterial yuzalar yaratilayotganda sitoskelet reaksiyasi hisobga olinadi. Chunki hujayra qattiq yoki yumshoq substratga qarab turlicha rivojlanadi. Regenerativ tibbiyotda esa sitoskeletni boshqarish orqali to'qimalar tiklanishini tezlashtirish ustida tadqiqotlar olib borilmoqda.

XULOSA

Hujayra sitoskeleti eukariot hujayralarning eng muhim ichki tizimlaridan biri bo'lib, u strukturaviy tayanch, funksional boshqaruv va dinamik moslashuv apparati sifatida xizmat qiladi.

Uning asosiy tarkibiy qismlari mikrofilamentlar, oraliq filamentlar va mikronaychalardan iborat bo'lib, har biri o'ziga xos molekulyar tuzilish va biologik vazifaga ega. Mikrofilamentlar hujayra harakati, qisqarish va membrana shakllanishini ta'minlaydi. Oraliq filamentlar mexanik chidamlilik beradi. Mikronaychalar esa hujayra ichki transporti, mitoz va kiprikchalar faoliyatida ishtirok etadi. Ushbu elementlarning birgalikdagi faoliyati hujayraning yashashi va moslashuvi uchun zarur. Sitoskeletning buzilishi saraton, neyrodegenerativ kasalliklar, mushak distrofiyalari, irsiy sindromlar va immun nuqsonlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli sitoskeletni o'rganish nafaqat sitologiya, balki klinik tibbiyot, farmakologiya va biotexnologiya uchun ham katta ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Kelajakda sitoskeletga yo'naltirilgan dori vositalari, regenerativ usullar va individual terapiya yo'nalishlari yanada rivojlanishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Alberts B. Molecular Biology of the Cell. New York: Garland Science.
2. Lodish H. Cell Biology. W.H. Freeman and Company.

3. Junqueira L.C. Basic Histology. McGraw-Hill Education.
4. Cooper G.M. The Cell: A Molecular Approach. Sinauer Associates.
5. Pollard T.D. Cell Biology Textbook. Elsevier.
6. Karp G. Cell and Molecular Biology. Wiley.
7. Ross M.H., Pawlina W. Histology: A Text and Atlas.
8. Sadava D. Life: The Science of Biology. Oxford University Press.
9. De Robertis E.D.P. Cell and Molecular Biology.
10. Zamonaviy sitologiya va molekulyar biologiya ilmiy maqolalari.