

Látogatás az Európai Molekuláris Biológiai Laboratóriumban

csoportos tanulmányút

Feiszthuber Helga, Hujter Mónika, Juhász János, Miczán Vivien, Tihanyi Dóra

Heidelberg, 2013. 05. 14-18.

Nagy öröm volt számunkra, hogy lehetőségünk nyílt meglátogatni az EMBL-t Heidelbergben, hiszen előadók olyan lelkesedéssel meséltek róla mindig. Ottlétünket egy kedves postdoktor hallgató, Gáspár Imre koordinálta, az ő segítségével volt lehetőségünk megismerkedni öt laborral illetve a doktori iskola vezetőjével, amely találkozásokról az alábbi beszámolóink íródtak.

Lénárt Péter csoportja

Lénárt Péter kutatócsoportja az EMBL Sejtbiológia és Biofizika egységén belül működik. Kutatási területük a sejtváza dinamikája és funkciója petesejtekben. A labor munkáját Somogyi Kálmán, a csoport kutatási technikusa mutatta be nekünk.

Jelenleg a laborban a sejtváznak a petesejtek meiotikus osztódásában játszott szerepét tanulmányozzák. Ehhez a tengeri csillagot használják modell állatként. A tengeri csillag több szempontból is nagyon alkalmas



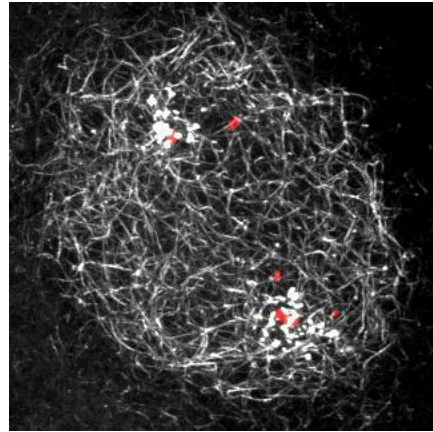
1. ábra Az egyik kísérleti állat a mi kezünkben

modell szervezet a csoport számára. Petesejtje nagy, kb. 0,2 mm, és átlátszó, így különböző mikroszkópiai és képalkotási eljárásokkal könnyen tanulmányozható. A nőstény tengericsillagokban a peteérés minden egyedben a meiosis első szakaszában reked meg, és az év jól meghatározott részében, a szaporodás időszakában indul tovább. Az inger, ami a peteérés továbbindulását előidézi, feltehetőleg a tengervíz hőmérsékletének a változása. A laborban a megfelelő időben begyűjtött tengericsillagokat akváriumban, meghatározott hőmérsékletű vízben tartják, így a petesejtek érése nem történik meg, amíg azt mesterségesen ki nem váltják, így minden nap ugyanolyan állapotban lévő petesejteket gyűjthetnek be, és megfelelő hormonnal akkor indítják tovább a petesejt fejlődését, amikor éppen szeretnék azt megfigyelni. A tengeri csillagok petéi könnyen begyűjthetőek: egy apró lyukat kell fúrni a nőstény tengeri csillag bármely karjának a közepén, és a petefészke csipesszel kiemelhető. Egy tengericsillag 10-20 ml petét tartalmaz. További előny, hogy a tengeri csillag az újszájúak közé tartozik, így közelebbi rokonságban áll az emberrel, mint más könnyen használható modell szervezetek, pl. a muslica, de nem gerinces, így nem vonatkoznak rá szigorú állatvédelmi előírások. A tengeri csillag modellként való alkalmazásának hátránya, hogy életciklusa meglehetősen hosszú, ezért nem éri meg transzgenikus állatokat készíteni. De a megfelelő jelöléseket RNS alapú anyagokkal is el tudják végezni, ezért ez nem jelent problémát.

A tengericsillag petesejtje a peteérés megkezdésekor négyszeres kromoszómakészlettel rendelkezik, tehát két meiotikus osztódáson kell keresztülmennie ahhoz, hogy megtermékenyíthető állapotba kerüljön. Mindkét osztódás aszimmetrikus, vagyis az osztódások végére az érett petesejten kívül poláris testek („polar body”) képződnek, melyek gyakorlatilag a kromoszómákon kívül nem tartalmaznak mást, és jóval kisebbek a

petesejtnél, ezek el is pusztulnak nem sokkal az osztódás után. A laborban tanulmányozzák ennek a különleges osztódási formának a mechanizmusát.

Az osztódáshoz szükség van arra, hogy a kromoszómák egy helyre rendeződjenek. Testi sejteknél a kromoszómák összegyűjtése a mikrotubulusok feladata. Ám a tengericsillag petesejtjének nagy mérete miatt szükség van egy kiegészítő mechanizmusra, hiszen a mikrotubulusok nem elég hosszúak. A laborban megfigyelték, hogy az osztódás előtt a petesejtben kiépül egy aktin háló. A kromoszómák fennakadnak ezen, a háló összeszűkül, és a meiotikus orsó közelébe szállítja a kromoszómákat, ahol a mikrotubulusok már elérik őket. Ez a háló kifejezetten alkalmas arra, hogy az aktin dinamikát tanulmányozza rajta a csoport. Kutatásaikhoz biokémiai módszereket és képalkotási eljárásokat is használnak. A fluoreszcensen jelölt élő petesejtek osztódásának folyamatát konfokális és light-sheet mikroszkóp segítségével végig meg tudják figyelni.



2. ábra Aktin háló és piros fluoreszcens festékkel megjelölt kromoszómák a premeiotikus tengericsillag petesejtben

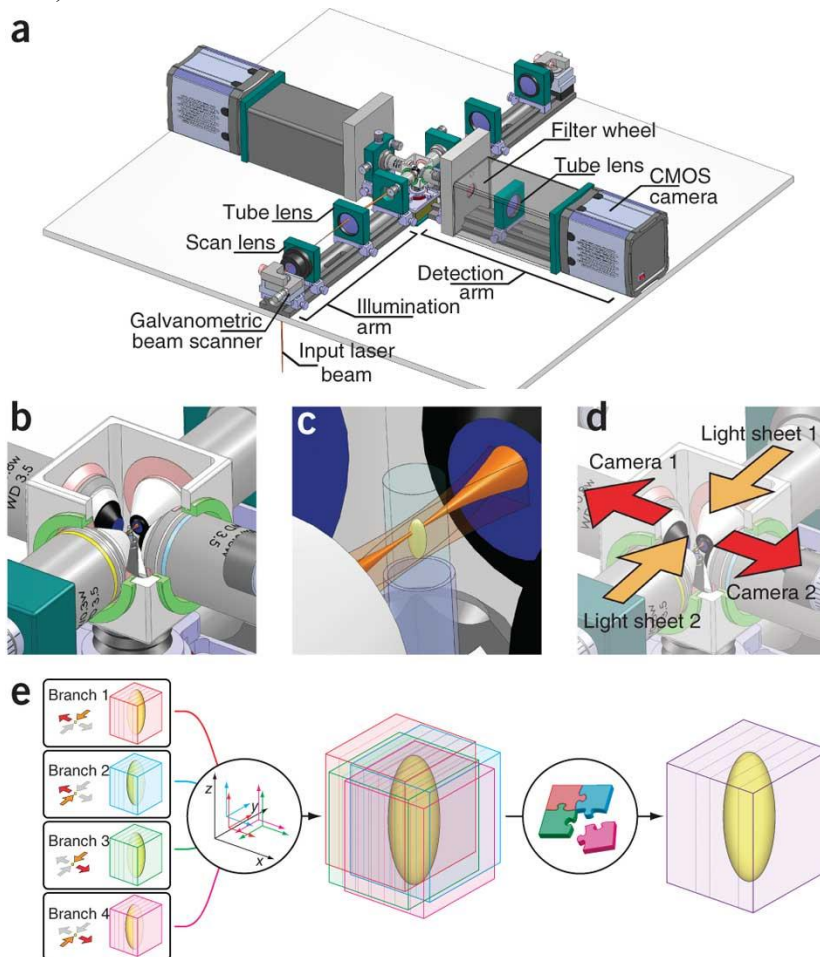
Lars Hufnagel csoportja

Az EMBL-ben töltött tanulmányutunk alkalmával megtekintettük a sejtbiológia és biofizika részlegben Lars Hufnagel csoportjának munkáját. A csoportvezető először ismertette a náluk folyó kutatásokat, majd egy mérés elvégzésében is részt vettünk. A csoport a természetes körülmények között fellépő mechanikai hatások tükrében vizsgálja a sejt növekedést, proliferációt és szövet képződést. Fő céljuk, hogy megértsék, hogyan fejlődnek ki komplex szövetek egy-egy sejtből. Erre a modern molekuláris biológiai és biofizikai technikák mellett mikroszkópiai, adatelemzési és képfeldolgozási eljárásokat is használnak valamint fejlesztenek.

A kutatás során használt fő modell organizmus a *Drosophila melanogaster*, az ecetmuslica embriója, mivel ez könnyen kezelhető, nagy mennyiségben rendelkezésre áll, hála az állatok gyors szaporodásának, fejlődésének és laborkörülmények közti tarthatóságának. Ezen kívül előny még, hogy a vizsgálatokhoz szükséges genetikai módosítások is rutinszerűen végezhetők a muslicákban. Egy embrió 0,5 mm hosszú, és a cél a sejtek azonosítása és követése ebben, az általában az 5 mikrométeres sejtmagokban lévő hiszton fehérjékhez genetikai módosítással kapcsolt fluoreszcens jelölő molekula (GFP: zöld fluoreszcens fehérje) rész alapján történik.

A vizsgálatokhoz a kellő felbontást a széles körben alkalmazott konfokális mikroszkópia biztosítja, ahol minden egyes pontot lézerténnyel gerjesztünk, majd mérjük a kisugárzott fluoreszcens jelet. Mivel azonban nem csak egy pontot gerjeszt a fényforrás, a kijövő jelek egy részét ki kell szűrni, így minden egyes sejtet többször feleslegesen is gerjeszt a rendszer egy embrió végigpásztázása során. Ez egyrészt károsítja a sejteket, másrészt kimeríti a jelölő molekulákat is. Végeredményben ezzel a módszerrel egy mérés körülbelül 800 másodpercig

tart, és egy embrió csak egyszer mérhető le, így a fejlődés nem követhető nyomon. Tehát a csoportnak gyorsabb és főként a sejteket kevésbé károsító, de ugyanilyen jó felbontású mérési módszert kellett keresniük a vizsgálataikhoz. A választott módszer az SPIM (sensitive plane illumination microscopy) volt, ekkor a pásztázó lézernyaláb szűkítésével a mintának csak egyszerre egy szeletét világítják meg, ezzel csökken a fototoxicitás, nő az embrió élettartama, így a fejlődése is vizsgálhatóvá válik. A kijövő jelek jel-zaj aránya is jobb lesz, így egy nagy felbontású CCD kamerával valós időben detektálható a sejtek által emittált fluoreszcencia. A mintában ez a kijövő jel szóródik, így annál rosszabb lesz a felvétel, minél nagyobb a mintában a detektor felé megtett út. Azért, hogy egyaránt jó minőségű képet alkothassanak a minta egészéről, az embrió hossz tengelye mentén egymással szemben helyeztek el két lézerforrást és rájuk merőlegesen két detektort, és az ezekbe az egyes pontokból érkező legjobb információkból alkotja meg a rendszer az egész embrió sejt szintű felbontású képét. (3. ábra)



3. ábra A SPIM felépítése és képalkotása. (Multiview light-sheet microscope for rapid in toto imaging. Krzic, U., Gunther, S., Saunders, T.E., Streichan, S.J. & Hufnagel, L. Nat Methods. 2012 Jun 3;9(7):730-3. doi: 10.1038/nmeth.2064. PubMed)

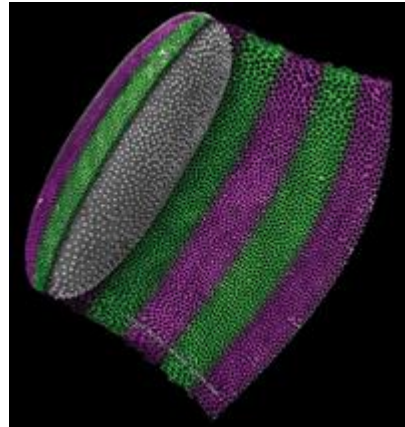
Ezzel az új módszerrel egy felvétel elkészítési ideje csupán 3 másodperc, és mivel jóval kevésbé károsodik a minta, több órányi természetes, szinte zavartalan embriófejlődés is megörökíthető (ez 1-2 terra byte adatot jelent). Ilyen léptékben már nyomon követhető, melyik sejt mikor osztódik, hová vándorol, utódai a későbbiekben milyen szövetek kialakításában vesznek részt. Ennyi adat kezelése, elemzése már automatizálást igényel,

komoly informatikai feladat. Az egyes sejteket először a kivilágított sejtmagok alapján meg kell találni, és el kell különíteni egymástól, ez egyszerűbb rész, majd az egymást követő képeken követni kell a megtalált sejtek vándorlását, osztódását, esetleges elpusztulását. Ezt csak akkor lehet kellő pontossággal megtenni, ha a két felvétel közt eltelt idő kevesebb, mint ami alatt a sejt annyira elmozdulhatna, hogy az új helyzete ne legyen jelentős átfedésben az előző pozíciójával. A csoport által épített mikroszkóp rendszer képes erre, tehát alkalmas a fejlődő embrióban az összes sejt migrációjának térbeli és időbeli vizsgálatára. (4. ábra)

Az elért eredményeik közül megemlítették, hogy a sejtek egyedi követésével sikerült eldönteniük, hogy a *Drosophila* embrió tápcsatornájának kialakulásakor tapasztalható betűrődést, a betűrődő sejtek befelé húzó vagy a környező sejtek egymás összetoló hatása idézi-e elő. A betűrődés kezdete előtt egyik oldalon kissé távolabb elroncsolták a sejteket (hogy ne osztódjanak tovább), és a fent leírt módon készítve a felvételeket azt látták, hogy a folyamat ferdén csak az ép oldalon ment végbe, tehát a környező sejtek a középvonal felé történő nyomulása okozza a betűrődést. A sejtmag helyett a sejtmembrán is jelölhető, ekkor a fejlődés során fellépő mechanikai stressz, nyomásviszonyok hatása vizsgálható a sejtek alakjára, geometriájára.

Az elméleti előadás után Stefan Günther a csoport egyik posztdoktor tagja mutatta be egy mérés előkészítését és elvégzését, aminek számos mozzanatát mi is kipróbálhattuk. Először élesztőt és almalevet tartalmazó elegyet kentünk a muslicák agaróz gél táptalajára, mivel táplálékgazdag környezetben több petét raknak, majd kicseréltük a régi már petéket tartalmazó csészét az újra (5. ábra). Ez előbbiről lesöpörtük a petéket, kémiai úton leválasztottuk a nem átlátszó, képalkotást zavaró burkukat. Emellett üveg kapillárist vágunk és töltöttünk meg géllal, amibe egy kiválasztott embrió került bele hosszanti irányban. Az átlátszó gélben fixált minta került a mikroszkópba. Technikai okokból a narancssárga színű lézerek fix sítot világítanak meg, így a minta mozog a gépben. A mérést számítógépes rendszer vezérli, ahol az eredmények is azonnal láthatók.

Összegzésül elmondható, hogy nagyon sok érdekeset és hasznosat láttunk, hallottunk ennél a kutatócsoportnál is, és remekül rávilágítottak a modern fejlődésbiológiában és biofizikában az új technológiák fejlesztésének szükségességére és a multidiszciplináris szemlélet fontosságára.



4. ábra Sejtre pontosan rekonstruált *Drosophila* embrió képe. (<http://www.embl.de/research/units/cbb/hufnagel/>)



5. ábra Hujter Mónica a *Drosophilák* táptalaját cseréli.

A fiatal kutató az ELTÉ-n szerzett PhD fokozatot, majd Bethesda-ban töltött hosszabb időt postdoktori kutatással. 2009-től csoportvezető az EMBL-ben, ahol laborja elsősorban röntgenkristallográfiás módszerekkel foglalkozik, így ebbe a nagyon izgalmas és titokzatos tudományterületbe nyerhettünk általa betekintést.

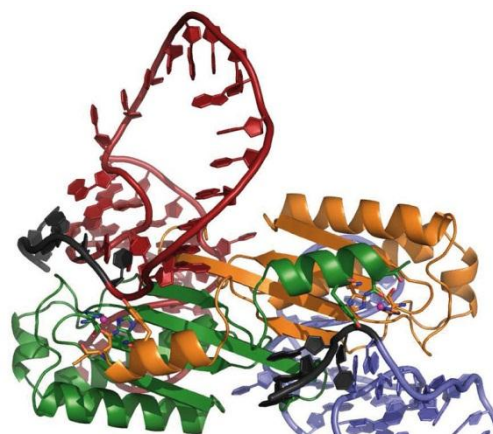
Egy fehérje térbeli szerkezetének, kinézetének felderítése nagyon sokat adhat a funkciójának megértéséhez vezető úton, ezáltal megteremti annak is a lehetőségét, hogy esetlegesen beavatkozzunk a fehérjék funkciójába, gyógyszereket, vakcinákat tervezzünk rájuk. A protein kristallográfia első és

önmagában is kihívást nyújtó része az adott fehérje megfelelő mennyiségben való előállítása és tisztítása, ez után jöhet majd csak a sebességmeghatározó lépés: a kristályosítás. Mondják, hogy ez a fajta kutatás már-már nem is tudomány, hanem művészet, hiszen a fizikai és kémiai paraméterek rendkívül széles skálán változhatnak, ám csak egy szűk optimális sáv van, amelyben valóban értékelhető kristályokra lehet szert tenni. A kutató doktoranduszai is megerősítették, szerencsésnek érezhetik magukat, hogyha egy-egy kísérlet jól sikerül, hiszen hosszú munka vezet el odáig. Maga a röntgennel történő struktúrafelderítés csak egy kis szeletét képezi a feladatoknak, a későbbi fázisokban inkább az elektronsűrűség-felszínből történő modellépítés és finomítás dominál.

A csoportban mobilis DNS-elemek, transzpozonok szerkezetének és funkcióinak vizsgálatával foglalkoznak, amelyek lehetséges alkalmazási területe lehet például a génterápia kapcsán.

A témáról tartott nagyon tanulságos előadás után betekintést nyerhettünk a röntgenkristallográfia rejtelmeibe -jócskán felgyorsítva. Egy könnyen és már jól ismert körülmények között kristályosítható proteint, a lizozimot figyelhattuk mikroszkóp alatt, míg szinte szemmel is láthatóan növekedésnek indult. Ez után már előkészített mintán gyakorolhattuk a kristályok helyes kezelését, transzferjét és mosását, és lehetőség nyílt arra is, hogy ezek közül egynek a valódi röntgendiffrakciós képét is elkészíthessük a laborban.

Később abba is belekóstolhattunk, hogy a diffrakcióból nyert adatok hogyan nyerik el végleges formájukat, és hogyan lesz olyan dekoratív egy fehérjeszerkezet, mint amelyet a proteinadatbázisokban látunk, így megismerkedtünk a Coot szoftverrel, amelynek alap feladataira tanítottak meg minket: szerkezeten belüli navigálás, oldalláncok manipulálása stb. Jó tapasztalat volt látni, mennyi munka is van egy-egy ilyen három dimenziós protein modell mögött.



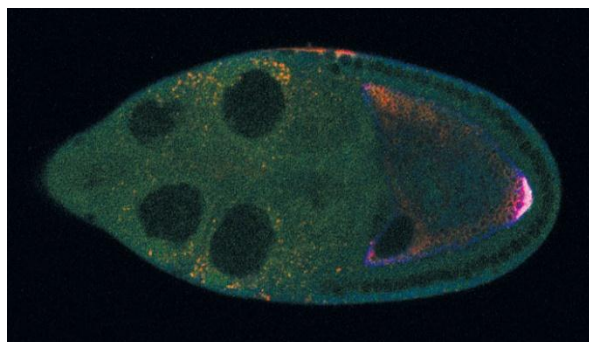
6. ábra az IS608 transzpozon
röntgenkristallográfiával nyert modellje
(www.embl.de/research/units/scb/barabas)

A fejlődésbiológiai csoportok osztályvezetője, Anne Ephrussi az Egyesült Államokban alapozta meg kutatásának tematikai motivációját: 1985-ben megszerzett PhD fokozata után számos kiváló postdoc. állást töltött be Massachusetts egyetemein. Amellett, hogy 1992 óta vezet csoportot az EMBL-ben, az Intézet szakemberek számára szervezett, többszintű integrált képzési programjainak egyik koordinátora. Csoportja az alapvető sejtszintű folyamatok szabályozásmechanizmusainak jellegzetességeit próbálja megérteni, elsősorban a fejlődésben betöltött szerepük aspektusában.



Az eukarióta sejtek egyik alapvető tulajdonsága a polaritásuk, amely kulcsfontosságú szerepet tölt be a sejtek későbbi sorsával kapcsolatos események alakításában, valamint a legfontosabb celluláris funkciók és fejlődési folyamatok irányításában. A sejt polarizáció felel a citoszkeleton speciális struktúráinak megszervezéséért továbbá a különböző molekulák és organellek regulációjáért, a megfelelő targeteik (pl. RNS-sel) lokalizációjáért. Ennek megfelelően az intracelluláris RNS transzport kiegészítve a térben jól definiált transzlációs kontrollal, egy nagyon erőteljes, konzervált és hatásos közreműködési mechanizmus a sejtek funkcionális polarizációjának szempontjából.

A gyümölcsmuslica esetében a petében aszimmetrikusan lokalizálódó sejtösszetevők speciálisan határozzák meg a későbbiekben kifejlődő embrió testének növekedési tengelyeit és jellegzetes mintázatát. Az oogenezis során igen nagy szerepet játszó tényezők – mint a biocid, a gurken és az oscar – mRNS-ek formájában



7. ábra A muslica petében szépen látható az oscar mRNS és a Staufén fehérje kolokalizációja, valamint a mikrotubulus polaritási markere az oocita poszterior oldalán (http://www.embl.de/research/units/dev_biology/ephrussi/)

az oocita megfelelő helyeire kerülnek, ahol kihorgonyozva helyi fehérjeszintézissel biztosítják aktivitásuk térbeli korlátait. A citoszkeleton valamint a speciális motorfehérjék az mRNS transzportban és kikötődés folyamatában is közvetítő feladatokat látnak el.

Ezen RNS-eket modellként használva közelebb kerülhetünk annak megértéséhez, hogy vajon hogyan valósul meg a lokalizációs és transzlációs reguláció időben és térben egyaránt. A *Drosophila ampelophaga* kétségtelenül ideális modellorganizmus a különböző genetikai, biokémiai és sejtbiológiai vizsgálódások során. A kutatócsoport elsősorban az alábbi területekre fókuszál a modellrendszer használatával:

- a citoszkeletonális polarizáció kialakulása
- a DNS transzport komplex tagjainak összegyűjtése
- a transzport komplex sejtmotorokkal és a citoszkeleton által irányított mozgatási funkciókkal való kapcsolatának felderítése
- a transzláció sejten belüli térbeli kontrollmechanizmusának vizsgálata

A csoport jövőbeni tervei között szerepel a vizsgálatok további széles spektrumának elvégzése különösen tekintettel a képzőképzési eljárásokra. Ezen metodikai módszerekkel ugyanis folytatódhat az olyan alapvető kérdéskörök felderítése, mint:

- a sejt polarizáció kialakításáért felelős mechanizmusok működése
- a motormolekulák és a citoskeleton mRNS transzportban betöltött szerepe
- az RNP transzport felépítése
 - a keresztkötő RNS elemek és interakciós fehérjék kapcsolata
 - és annak megértése, hogy összegyűlve, majd motorfehérjékhez asszociálva hogyan formálódnak végül RNS transzport komplexek
 - az mRNS transzport transzlációs kontrollal való együttműködésének megismerése
 - és végül annak vizsgálata, hogy az említett kontrollmechanizmusok miként fejtik ki hatásukat a fejlődő embrió mintázatának jellegzetességeire.

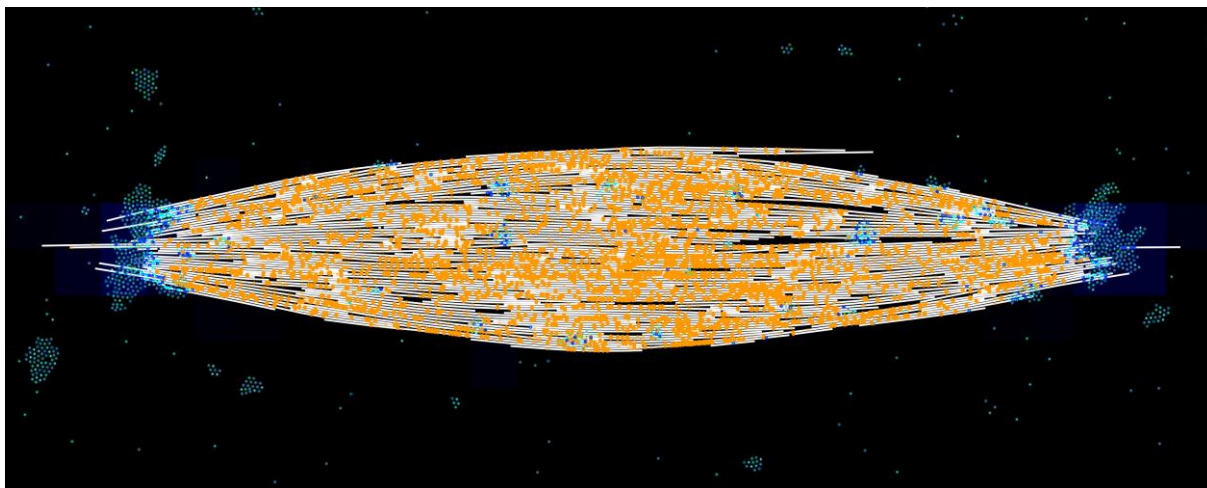
Francois Nédélec csoportja

A Nédélec csoport in vitro kísérletek és modellek segítségével próbálja feltárni a komplex intracelluláris folyamatokat, mint amilyen a mitózis. A laborban töltött néhány óra alatt ebbe a folyamatba kaptunk egy kis betekintést, azon belül is a meiotikus orsó kialakulásának folyamatát ismerhettük meg.

A mitokondriumok nagy dinamikájú fehérjeszálak, így folyamatosan növekednek, zsugorodnak és átrendeződnek, fenntartva vagy éppen megváltoztatva a sejtek alakját, miközben mégis fenntartanak egy sejten belüli folyamatos rendezettséget.

Francois Nédélec csoportja számítógépes szimulációk és kísérleti megközelítések segítségével feltárta, hogy mi az új mikrotubulusok létrejöttének dinamikája, illetve az újonnan keletkezett mikrotubulusok hogyan hoznak létre kapcsolatokat a már meglévő rendszerrel. Ezek a mikrotubulusok az építőelemei az úgynevezett meiotikus orsóknak, amik a sejtosztódás során töltnek be központi szerepet.

A mikrotubulusok jellemzői, hogy alfa és béta tubulinból épülnek fel, polaritással rendelkeznek, illetve van egy úgynevezett rugalmassági modulusuk. A meiotikus orsó szimulációja során az egyik fő kérdést a pozitív és negatív végek megkülönböztetése jelentette, ugyanis a különböző polaritással rendelkező végeknek nincs specifikus markerük. Újabb kérdést vetett fel a mikrotubulusok hosszának meghatározása.



8. ábra Meiotikus orsó szimulációja (Loughlin R, Heald R and Nedelec F A computational model predicts xenopus meiotic spindle organization *Journal of Cell Biology*, vol. 191 no. 7 1239-1249; Dec 2010)

Ezekre a problémákra egy lehetséges megoldást biztosított az úgynevezett “Speckle microscopy”, ami fluoreszcensen jelölt tubulin molekulák segítségével lehetővé teszi azok mozgásának követését. A mikrotubulusok mellett fontos szerepet töltenek be az úgynevezett motormolekulák, a kinezinek. Ezen motormolekulák sebessége szintén mérhető, kicsiny eltérést mutatva a mikrotubulusok sebességéé képest. Egy speciális fehérje (End-Binding-Protein, EBP) felhasználásával a szimuláció egy újabb eleme is a helyére került, ugyanis meghatározhatóvá vált a fehérje növekedésének sebessége. Mindezen tényezők mellett figyelembe véve a dinamikus instabilitást és azt, hogy a nukleációs, azaz a keletkezési pontok nem csak a kromoszómán, hanem azon kívül is megjelenhetnek, két alapvető modellhez jutottak, a Pull és a Cut modellhez. Bizonyos megfontolásokat eszközölve a Cut modell bizonyult relevánsnak a meiotikus orsók kialakulása során. Ez a modell volt az utolsó eleme a meiotikus orsók kialakulását szimuláló programnak. A szimuláció egyes lépései, így az egyes paraméterek fontossága kiválóan be lett mutatva az interaktív előadás keretében, aminek a végén érdekes matematikai kérdésekre is sikerült választ találni.

Bepillantás az EMBL Nemzetközi Programjaiba -- Helke Hillebrand tolmácsolásában

Tanulmányutunk során lehetőségünk volt meghallgatni egy frappáns, érdekes és kellően széleskörű előadást az EMBO és konkrétan EMBL gondozásában zajló nemzetközi képzési programokról. Helke Hillebrand - aki látogatásunk megszervezésében is hatalmas segítségünkre volt -, nagyon kedvesen, őszintén és példamutató nyitottsággal mesélt nekünk az EMBL kutatási és képzési filozófiájáról, a programokra való bekerülési lehetőségek módjáról, feltételeiről valamint az egész szervezet globális tudományos mentalitásáról egyaránt.



Az EMBL tudományos életének szinte példátlan erőssége, hogy rendkívül nagy figyelmet fordítanak a nemzetközi programok eredményes koordinálására. A tudományos ismeretek, a kutatócsoportok szabad mozgása, folyamatos megújulási potenciálja ebben az aspektusban rendkívüli előnyöket rejt, amelyek kibontakoztatására jól szervezett, igényes és teljes mértékben versenyképes kezdeményezéseket valósítottak meg. A legfontosabb programokat szeretném röviden összefoglalni.

EMBL International Centre for Advanced Training (EICAT) – Nemzetközi Képzési Centrum

- integrált képzési tevékenységeket koordinálnak tudományos kutatók számára
- előadássorozatok, képzési kurzusok különböző szinten, eltérő tematikában

International PhD Programme – Nemzetközi PhD program

- az 1983-ban alapított kezdeményezés az EMBL “zászlós hajója”, mert szépen kifejezi, hogy az intézmény mennyire elkötelezett az első osztályú képzés és oktatás mellett
- nemzetköziség, elkötelezett mentorálási környezet és a korai kutatási függetlenség jellemzi a programot
- az EMBL PhD hallgatók kétségkívül kiváló kiindulási platformmal rendelkeznek a sikeres tudományos karrier felé vezető úton
- Eeyedülálló a jelentkezők kiválasztásának folyamata
 - a körülbelül 1000 jelentkezőből mindössze 150-et hívnak be az interjúk hetére
 - ez idő alatt teljes ellátást biztosítva megteremtik annak lehetőségét, hogy a jelentkezők és a kutatócsoportok kölcsönösen megismerjék egymást
 - végül 50 jelentkező nyer felvételt minden évben
- a kutatási lehetőségek tárháza szinte korlátlan, kiváló technikai háttérrel
- különböző kutatási területek szervezeti egységekre osztottak:
 - Bioinformatika (EMBL-EBI, Hinxton, Egyesült Királyság)
 - Sejtbiológia és Biofizika (EMBL Heidelberg, Németország)
 - Fejlődésbiológia (EMBL Heidelberg, Németország)
 - Genombiológia, Genomika (EMBL Heidelberg, Németország)
 - Egérbiológia (EMBL Monterotondo, Olaszország)
 - Rendszerbiológia és Számítógépes Biológia (EMBL Heidelberg, Németország; EMBL Frankfurt, Németország; valamint EMBL Grenoble, Franciaország)
- a felvettek a kutatási időszak megkezdése előtt, egy két hónapos sejtbiológiai alaptréningen vesznek részt Heidelbergben.
 - gyakorlati, metodikai képzés
 - háttérismeretek közös szintre hozása, bővítése
- ajánlott/várt végzési idő 3-4 év (projektfüggetlenség)
- egyetemi regisztráció szükséges a doktori fokozat megszerzésére
 - a Heidelbergi Egyetem
 - más társegyetemek is választhatók (gazdag lista)
- nyitott kollegiális kapcsolat: a témavezetők hathatós segítségük mellett meghallgatják az ifjú kutatók véleményét és ötleteit
- számos publikálási, konferencialátogatási lehetőség

- a tudományos tevékenység mellett számos szociális program is várja a résztvevőket (zenei klub, filmes klub, nemzetközi est, szervezett sportolási lehetőségek, stb.)
- a szlogenmondatuk igazán sokatmondó: „*Unique in the world and waiting for you!*”

Postdoctoral Programme – Posztdoktori Program

- EMBL büszke arra, hogy posztdoktori ösztöndíjasaival már több generáción át hozzájárult a tudományos fejlődéshez
- sokan már vezető egyetemek és az ipar keretein belül színesítik a kutatási palettát
- az együttműködő partnereknek hála, nemzetközileg is kulcsfontosságú szerepet tölt be kutatási programuk sikeressége
- EMBL elkötelezett arra, hogy az erőforrások megosztása révén hozzáférést biztosítson a kiemelkedő nemzetközi tudományos hálózat számára
- dinamikus kutatói közösség a több mint 1000 tudóssal, amelynek egyötödét is posztdoktori ösztöndíjasok teszik ki (elosztva az öt EMBL intézetben).
- élénk nemzetközi hangulat elsősorban az interdiszciplináris kutatás keretében.

Undergraduates – Diploma előtt állók

- EMBL üdvözlí egyetemi hallgatókat természettudományok minden kiterjesztett tudományágából: a biológia, a kémia, a fizika és a matematika az orvostudomány, az informatika területéről, valamint a mérnöki képzésekből.
- Egyetemi hallgatók végezhetnek kutatás EMBL a laboratóriumok egyikében
- Egyetemi szakmai gyakorlat általában részét képezi a hallgató diplomaszerzésének, vagy alkalmas Bachelor vagy Masters fokozatok tézisének más intézményekben is
- A diákok az EMBL-ben már több mint 40 nemzetet képviselnek, és így jelentős mértékben hozzájárulnak a színes életet megteremtéséhez laboratóriumok szerte.

Visitors and Scholars – Vendégkutatók és kutatási pályázatok, ösztöndíjak, Collaborative Training Programmes – Együttműködési képzési programok

- EMBL egyik legnevesebb tudományos laboratórium egész Európában, mely folyamatos ösztönzést jelent még a tudományos kiválóságok számára is.
- Kiterjedt vendég-és ösztöndíjas programok rendszeresen indulnak, lehetővé téve, hogy a világ minden tájáról kutatók és a diákok, részesülhessenek az új technológiák és a modern berendezések nyújtotta páratlan lehetőségekben.
- Gyakran érkeznek vendégkutatók is az intézetekbe, hogy együttműködve az EMBL személyzetével haladjanak tovább saját kutatási témájukban, kihasználva a EMBL kutatói környezetét. A tudósok további képzésben is részt vehetnek egy adott területen, vagy indíthatnak hosszú távú együttműködést igénylő projekteket is.
- Az EICAT logisztikai és szervezeti támogatást biztosít az idelátogatók számára
- EMBL rendkívül nyitott a kollaborációs partnerekkel való együttműködések kiépítésére., melyet széleskörű specializált programokkal is kifejeznek (**Collaborative Training Programmes**)

És végül az EMBL egyik igen nemes missziója:

Science for Schools

- Tanárképzés
 - Az oktatást a Life Sciences (Ells) európai laboratóriuma biztosítja
 - középiskolai természettudományos tanárok elmélet és gyakorlati továbbképzése.
- Science in School
 - Science in School egy neves európai folyóirat a természettudományokat oktató tanárok számára. Jellemző hírei a legújabb tudományos felfedezések, oktatási anyagok, inspiráló tanárokkal és tudósokkal foglalkozó interjúk, és még sok más. Science in School szabadon elérhető online és nyomtatott formában. A kiadott és finanszírozott EIROforum, Európa nyolc kormányközi kutatási szervezetének együttműködési partnere.
- iNEXT
 - az iNEXT - interaktív hálózat kísérleti képzés, és egy 3 éves projekt kidolgozása taneszközök használatára a molekuláris biológia emelt szintű oktatására a német iskolákban.
- SET-Routes
 - a SET-Routes egy pán-európai hálózat, melynek tagjai női tudósok, PhD hallgatók, és intézetigazgatók.
 - Legfontosabb céluk az, hogy felébresszék a fiatal lányok érdeklődését a tudomány felé, és hogy ösztönözzék a fiatal diplomások nőket a tudományos szakmai pályára, a technika és a technológia világa felé.

Az előadás végén személyes kérdéseket tehattünk fel Hillebrand Asszonynak, aki mindenre készségesen válaszolt. Igazán pozitív volt látni egy ilyen nagy szervezett precíz, lépésről lépésre felépített, pontos működését, ugyanakkor az innovációra, új kihívásokra őszintén nyitott atmoszféráját.

Budapest, 2013. 05. 27.

Feiszthuber Helga

Hujter Mónika

Juhász János

Miczán Vivien

Tihanyi Dóra