

Molnár Kinga¹, Tóth Erika¹, Varró Petra¹, Koronczai Beatrix², Zsákai Annamária¹ –
MTA-ELTE EGYK Kutatócsoport

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Biológiai Intézet

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, PPK, Pszichológiai Intézet



Szexuális nevelés elektronikus tananyag (tuti.elte.hu) – tanári segédlet 3.

A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Közoktatás-fejlesztési Kutatási Programja támogatta.

Az elektronikus tananyagot tartalmazó weboldalt a [MedInnoScan Kutatás-fejlesztési Kft.](#) készítette és üzemelteti.

Az elsődleges nemi jellegek meghatározása

Tartalom

A kromoszómaszerelvény és a kromoszómális nem	1
Milyen dominóhatást indítanak be az ivari kromoszómák?	3

A kromoszómaszerelvény és a kromoszómális nem

A kromoszómaszerelvény egy egyed (vagy faj) jellegzetes alakú kromoszómáinak sorozata. A kromoszómák alakját a kariotípus írja le és az ún. kariogram mutatja be. A kariogram összeállítása során a sejtekkel foglalkozó szakember (citológus) alakjuk alapján azonosítja és beszámozza a kromoszómákat, és minden kromoszómának megkeresi a homológ párját (azt nem tudja megállapítani, hogy a párok melyik tagja melyik szülőtől származik, hacsak nincs az egyik szülőtől származó valamilyen feltűnő, kromoszómaalakot befolyásoló örökölt mutáció).

Az emberi kromoszómakészletben 23 pár kromoszóma található. Az ember jellemzője, hogy nemet meghatározó gének közülük csak egy homológ pár tagjain vannak: ezek az **ivari kromoszómák**, hagyományos elnevezéssel az **X- és Y-kromoszóma**. Az XX páros nőnemet, az XY páros hímnemet határoz meg. X-kromoszómát mindkét szülő, Y-kromoszómát csak az apa adhat.

Van 22 pár testi kromoszómánk: a párok egyik tagja **anyai**, a másik tagja **apai** eredetű.

Ugye észrevetted, hogy a gyermek nemét az apai ivari kromoszóma határozza meg?

X-kromoszóma
VAGY
Y-kromoszóma

Anyjától mindenki kap egy X-kromoszómát.

LEÁNY FIÚ

A 23. kromoszómapár tagjai a nemet határozzák meg: **IVARI KROMOSZÓMÁK**

TUDDAD?

A tudósok szerint az Y-kromoszóma kezdetben X-kromoszóma volt, de az evolúció során egyes szakaszainak elvesztése miatt alakja megváltozott. Ez azzal a következménnyel is járt, hogy a páros két tagja között ma már olyan kicsi az egymásnak megfelelő szakasz hossza (a homológia), hogy a genetikai rekombináció rendkívül ritka. Ennek a nem meghatározásban van jelentősége: az Y-kromoszóma hordoz egy hímnemet meghatározó gént, ami ha egy hímvarsejt keletkezése közben átkerülne a homológ párt adó X-kromoszómára, akkor ezt az apai X-kromoszómát öröklő, tehát XX ivari kromoszómákat hordozó utód nemét (a két X-kromoszóma megléte ellenére) hímneműre változtatná.

Az ivari kromoszómák által meghatározott nem a **kromoszómális nem**. Az ivari kromoszómák feladata, hogy a kromoszómális nemnek megfelelően

1. beindítsák az ivarszervek fejlődését,
2. gátolják a másik nem kialakulása felé vezető fejlődési útvonal megjelenését és
3. megteremtsék az ezekhez szükséges hormonális környezetet.

Az ivari kromoszómák által meghatározott nem a **KROMOSZOMÁLIS NEM**.

Emberben csak az ivari kromoszómákon vannak olyan gének, amik a nem meghatározásában részt vesznek.

Az **Y-kromoszómán** van egy gén, ami a here fejlődését beindítja.

A herében már magzati korban megkezdődik a **tesztoszteron** szintézise.

Y-kromoszóma hiányában petefészkek alakul ki és az **ösztrogén hormonok** szintje lesz magas.

A 2 fejlődési útvonal **GÁTOLJA EGYMÁST**, a természet egyértelmű eredményre törekszik.

EMBERBEN AZ IVARMEGHATÁROZÓ GÉNEK A HORMONRENDSZER KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL ALAKÍTJÁK KI A NEMI JELLEGEKET.

TUDDAD?



TUDDAD?

Emberben csak az ivari kromoszómákon vannak olyan gének, amik az ivarmeghatározás első lépéseit irányítják. Az állatokban ez nem így van: ivarmeghatározásban résztvevő gének a testi kromoszómákon is lehetnek, de olyan fajokat is találni, amikben nem is sikerült ivari kromoszómát azonosítani: bennük az ivar kialakításában sok gén vesz részt és ezek több kromoszómán, „elszórva” helyezkednek el.

Milyen dominóhatást indítanak be az ivari kromoszómák?

A magzati fejlődésünk elején egyforma szervkezdeményeink (más szóval szervtelepeink) vannak. Ezek közé tartozik az **ivarmirigy telep**, ami nemi hormonokat és ha kifejlődik, ivarsejteket termel majd (az elnevezése: ivar + mirigy, csak az itt elsőként említett funkcióját emeli ki). Szintén egyformák a járulékos ivarszervek telepei, azaz az ivarvezetékek és a külső nemi szervek. A vezetékek az ivarsejteket és - megtermékenyülés esetén - az embriót vezetik a külvilág felé. Nőkben a hímvarsejteket és a fejlődő embriót is befogadják, lehetővé teszik majd a közösülést.

Elérkezik az idő, amikor a fiú és leány magzatokban az ivarszervek felépítése eltérővé válik. Ha a magzatban jelen van az **Y-kromoszóma** (ivari kromoszómái: XY), akkor az azon lévő ún. **here-fejlődést beindító gén** működni kezd és az ivarmirigy telepet herévé alakítja. A fejlődő herében már nagyon korán kétféle, csak erre a szerve jellemző sejttípus jelenik meg: az egyik a hímvarsejtek speciális igényeit kiszolgáló dajkasejt, a másik egy tesztoszterontermelő sejt. A **tesztoszteron** hatására a járulékos ivarszerveket adó szervkezdemények a férfiakra jellemző szerveket hozzák létre.

Ha a magzatban **nincsen Y-kromoszóma**, azaz a gyermeknek **XX-kromoszómái** vannak, akkor az ivarmirigy telepből **petefészek** fejlődik. A petefészekben ugyancsak megjelennek dajkasejtek, de ezek egyrészt a petesejtek igényeinek kielégítésére képesek, másrészt női nemi hormonokat, ösztrogéneket termelnek. **Ösztrogének** jelenlétében női ivarvezetékek és külső nemi szervek fejlődnek.



A here felé vezető fejlődési útvonal időben kicsit hamarabb aktiválódik, mint a petefészek felé vezető út. Így, ha van jelen Y-kromoszóma, akkor ez az ivarmirigy szervtelepét hamarabb kezdi el herévé alakítani, mint ahogy a petefészek felé vezető fejlődés egyáltalán beindulna. Ne feledd, a fiú magzatokban is van egy X-kromoszóma, ami petefészeket alakítana ki, de az Y-kromoszóma génei ezt gátolják. Ha viszont nincs jelen Y-kromoszóma, akkor időben egy picit később, de elindul a petefészek kialakulása. Jegyezd meg, hogy **a két fejlődési útvonal kölcsönösen gátolja**

egymást: ha az egyik beindult, akkor gátolja a másik megjelenését. Ez azért van így, mert a természet egyértelmű nem meghatározásra törekszik!

HASONLAT: Képzeld el, hogy rendeznek egy mérkőzést – az mindegy, melyik csapatsportra gondolsz, válaszd a kedvenced. A két csapat az öltözőben készül. A szabályok különösek: a pályára hamarabb kifutó csapat lesz biztosan a győztes – hm, ezért a meccset tulajdonképpen le sem kell játszani. *Ha hivatalos a meccsre, az Y-kromoszóma csapata mindig hamarabb érkezik, mint az ellenfél, és csapatkapitánya a here-fejlődést beindító gén: megbízza egyik csapattársát, hogy zárja be az ellenfél öltözőjének ajtaját, ezzel biztosítja, hogy csapata kapjon pontot.* Ha az Y-kromoszóma csapata nem játszik aznap meccset, el sem jön, így a másik csapat is kifuthat az öltözőből. A helyzet persze sajátos, mert így sincs ellenfél, azaz a meccset ezúttal sem kell lejátszani. Biztosan kitaláltad, hogy ez a másik csapat az X-kromoszóma csapata. A játékszabály egyszerű: ha az Y-kromoszóma meccsre hivatalos (az egyik ivari kromoszóma az Y) és megjelenik a mérkőzés helyszínén (bekapcsol rajta a here-meghatározó gén), akkor biztosan nyer.

Sajnos a szabályok alól a természetben is lehetnek kivételek, amik azt eredményezik, hogy az újszülött neme nem határozható meg egyértelműen. Ennek sokféle oka lehet, de a mostani hasonlatban alapján a legegyszerűbb eset, ha ugyan van Y-kromoszóma, de a here-fejlődést beindító gén hibás: vagy késve, vagy soha nem kezd működni. Sajnos egyetlen X-kromoszóma kevés a jól működő petefészkek kialakításához, így mindkét esetben hibás szerkezetű és működésű szervek alakulnak ki.

Mire megszületünk, **elsődleges nemi jellegeink** is kialakulnak: a fiúknak heréik, ondóvezetékük, az azokhoz kapcsolódó ondóhólyagjaik, prosztatájuk, valamint hímvesszőjük és a heréket tartalmazó herezacskóik vannak. A lányoknak petefészkeik, petevezetőik, méhe, hüvelye, valamint csiklója és szeméremajkai vannak. Az egészséges újszülött külső nemi szervei jól azonosíthatók.



A folyamat menete a két nemben azonos, lényege a következő:

1. Az ivari kromoszómák meghatározzák az ún. kromoszomális nemet.
2. Ez genetikai örökség, a gyermek ezt a szüleitől kapja. A szülők nem tudják befolyásolni, hogy milyen nemű gyermekük foganjon.
3. Az ivari kromoszómák jelenléte alapján vagy here, vagy petefészkek fejlődik. Ezen keresztül az ivari kromoszómák meghatározzák a nemi hormon szinteket is: fiúkban tesztoszteron, lányokban ösztrogének termelődnek, már a korai magzatkortól kezdődően.
4. A hormonszintek alakítják ki az ivarvezetékek és a külső nemi szervek jellegét.



HASONLAT

A hormonrendszert egy olyan háromdimenziós hálónak képzelhetjük, amelyben minden hálószem egy hormonhoz tartozó szabályozókört képvisel. A hálószemek nagyságát a határoló kötéleken lévő csomók helyzete határozza meg: ha ezek közel vannak egymáshoz, a hálószem kicsi, ha távolabb fekszenek, a hálószem nagyobb lesz. Mivel minden hormonnak többféle hatása is van, amikor az egyik szemet megmozgatjuk, az egész háló megmozdul. Bizonyos határon belüli behatás nem változtatja meg a hálózat felépítését (a szemek méretét) és működését (a szemek kapcsolatainak arányát), mert a csomók jól tartanak. Ha azonban nagyon erősen és kitartóan rázzuk-rángatjuk a hormonrendszer hálóját, akkor elérhetjük, hogy a csomók meglazulnak és elcsúsznak, a hálószemek mérete megváltozik, esetleg egyes kötélek el is szakadnak, ezzel egy-egy hálószem eltűnik, összenyílik a szomszédos szemmel.

A hormonrendszer működése, éppen összetettsége miatt, nagyon stabil. Ennek a stabilitásnak a felborításához, pláne az új helyzet megtartásához hosszú időre és drasztikus beavatkozás(ok)ra van szükség. Az átalakított rendszer helyreállításának sikere nagyon kétséges, és egy idő után már nem is lehetséges.