

## Kitekintés

### HÍREK FEKETE LYUKAKRÓL

Akár tízezer fekete lyuk is keringhet a Tejútrendszer közepén levő szupernehéz fekete lyuk körül. A Tejút közepén levő, 3,7 millió naptömegnyi fekete lyuk már évek óta ismert. Tíz évvel ezelőtt elvégzett modellszámítások szerint néhány milliárd év alatt csillagtömegű fekete lyukak sokasága vándorolhatott a galaxis közepe felé. A csillagtömegű fekete lyukak az 5-10 naptömegnyi csillagok szupermóva-robbanásban kialakult végállapotai. A fekete lyukak repülésük során sok kisebb tömegű csillag közelében haladnak el, kéttestkölcsönhatások során energiát veszítenek, ezért a galaxis középpontja felé zuhannak, a csillagok pedig energiát nyerve a külső tartományok felé mozognak. A modell szerint a Tejút közepén levő hatalmas fekete lyuk három fényévnyi környezetében húszezer fekete lyuk mozoghat.

A galaxis közepe felé vándorolt fekete lyukak eljutnak az ott található normál kettős csillagok közelébe is. A fekete lyuk erős tömegvonzásának hatására a kettős csillag egyik tagja partnerit cserélhet, korábbi párját fekete lyukra cseréli.

A Chandra-röntgen-űrtéleszkóp megfigyelési adatai szerint a galaxis középpontja körül váratlanul sok kettős rendszer található. A fekete lyuk három fényévnyi környezetében négy aktív röntgensugárzó kettős rendszert észleltek. A távolabbi környezetben, a 3-75 fényév távolságtartományban megfigyelt kettősrendszer-gyakoriság alapján, egyenletes eloszlást feltételezve azt várhatnánk, hogy a fekete lyuk három fényévnyi környezetében csak 20 % az esélye annak,

hogy egyetlenegy röntgensugárzó kettős rendszert találjunk. A hússzor nagyobb gyakoriság a bizonyítéka a fekete lyukak és/vagy neutroncsillagok felszaporodásának a galaxis középpontja közelében. A négy megfigyelt, jelenleg aktív forrásból természetesen nehéz lenne a galaxis középpontja környékén mozgó fekete lyukak összmenyiségére következtetni. Nehéz számszerűsíteni, hogy a fekete lyukak mekkora hányada kerülhet be egy kettős rendszerbe, arra sincs megbízható becslés, hogy az ilyen rendszerek mekkora hányada lehet aktív.

Türlér, Marc: Signs That Black Holes Swarm at Galaxy Centre. CERN Courier. January/February 2005, 12., <http://www.cerncourier.com/main/article/45/1/10>  
<http://arxiv.org/abs/astro-ph/0412492>

Az Európai Űrügynökség Newton-űrszondájával egy több mint 170 millió fényévre levő galaxis (Markarian 766 galaxis a Bereniké Haja csillagképben) középpontjában elhelyezkedő szupernehéz fekete lyuk környezetét vizsgálták. Három, a fekete lyuk körül keringő anyagcsomót figyeltek meg, a forró vas gázcsomók a fénysebesség tíz százalékát meghaladó sebességgel mozognak. Első ízben sikerült egy fekete lyuk közelében darabokra szakadt test részeinek mozgását külön-külön nyomon követni és a mozgás sebességét meghatározni. Ezt a fekete lyukat Napunk helyébe képzelve, egészen a Merkúr pályájáig terülne el. A mozgó anyagcsomók a Jupiter távolságára lennének. A Jupiter tizenkét év alatt tesz meg egy kört a Nap körül, a fekete lyuk körül mozgó anyagcsomók 27 óra (!) alatt mennek egyszer körbe.

A keringési idő ismeretében pontosabban lehet meghatározni a fekete lyuk tömegét és egyéb jellemzőit.

[http://www.esa.int/esaSC/Pr\\_1\\_2005\\_s\\_en.html](http://www.esa.int/esaSC/Pr_1_2005_s_en.html)

A teljesség kedvéért nem hagyhatjuk említés nélkül a mini fekete lyukakat sem. Egyes fizikai modellekben feltételezik a 3+1 dimenzió túl további nagy extra dimenziók létezését, a nagy itt milliméter nagyságrendet jelent. Ebben a világban létezhetnek mini fekete lyukak. Keletkezhetnek az univerzum történetének elején, de ezek ma mindössze 1 a 10 millióból részét tehetik ki a Világegyetem össztömegének. A részecskegyorsítók következő generációja, például az LHC a CERN-ben, alkalmas lehet mini fekete lyukak veszélytelen(!) keltésére, méretük a tizedred fermi nagyságrendbe eshet.

Banau, Aurélien – Grain, Julien: The Case for Mini Black Holes. CERN Courier, November 2004, 27–29.,  
<http://www.cerncourier.com/main/article/44/9/22>

*J. L.*

## NAGYENERGIÁJÚ ÉGI GAMMA-SUGÁRZÁS

Szeptember vége óta a teljes HESS mérőrendszer üzemszerűen működik Namíbiában. A HESS (High Energy Stereoscopic System – nagyenergiás sztereoszkópikus rendszer) a nagyenergiájú (>100 gigaelektronvolt) kozmikus gamma-sugárzás minden eddiginél érzékenyebb, jobb felbontású mérésére szolgál. (A név egyúttal a kozmikus sugárzás felfedezőjére, Victor Hessre is emlékeztet.) A mérőrendszer öt évig épült, Németország, Franciaország, az Egyesült Királyság, Csehország, Örményország, Dél-Afrika és Namíbia tizenkilenc kutatóintézete vesz részt a programban. A világűrből érkező nagy

energiájú gamma-sugárzást a légkör elnyeli, elektronok és protonok zápora alakul ki. A részecskék a közegbeli fénysebességnél gyorsabban mozognak, ezért Cserenkov-sugárzás jelenik meg, ezt észleli a HESS. A négy, egyenként 107 m<sup>2</sup> felületű teleszkóp négy különböző nézőpontból mutatja meg ugyanazt a részecskezáport, így a bejövő gamma-sugárzás iránya 0,1 fok, beérkezési helye 10-20 méter pontossággal határozható meg. A mérési adatokból 15 % pontossággal lehet visszakövetkeztetni az elsődleges gamma-sugárzás energiájára. A mérőrendszer azért épült a déli féltekén, hogy optimális látószögből vizsgálhassák galaxisunk középponti tartományát. Az itt levő szupernóvamaradványok, pulzárak, a szupernéhez fekete lyuk bizonyára szerepet játszik a kozmikus részecskék felgyorsításában. A mérőrendszer egyik fő célja a galaxisbeli gamma-források felderítése.

Már az első mérőrendszerből egyértelművé vált, hogy kiemelkedően erős gamma-sugárforrás található ugyanott, ahol a szupernéhez fekete lyuk van. A korábbinál egy nagyságrenddel pontosabban sikerült a forrás helyét kimérni. Régóta gyanítják, hogy a galaxis centrumából nagyon nagy energiájú gamma-sugárzás lép ki. A sötét anyag részecskéinek, például a könnyebb szuperszimmetrikus részecskéknél a szétsugárzását gondolják forrásnak. (Ez csak feltevés, hiszen a sötét anyag összetevői egyáltalán nem ismertek, szuperszimmetrikus részecskét sem találtak még.) Ha valóban a sötét anyag szétsugárzása, a részecskék annihilációja megy végbe, akkor ezek a részecskék nagyon nehezek (>10 teraelektronvolt), és a sötét anyag igen sűrű a galaxis középponti tartományában. További mérésekkel mód nyílik a forrás helyének még pontosabb meghatározására.

Egy szupernóvamaradvány helyén a Hold kétszeresének megfelelő méretű, néhány száz tíz teraelektronvoltos gamma-sugarakat ki-

bocsátó gyűrűt figyeltek meg. Egyértelműen bebizonyosodott, hogy a szupernóva-sokkhatás teraelektronvolt energiákra is képes felgyorsítani a részecskéket. A HESS-nek köszönhetően a gamma-sugárforrásokat ezentúl nem jellegtelen pontforrásoknak kell tekintenünk, hanem korábban sohasem látott részletek is feltáruulnak.

Hofmann, Werner: HESS Provides New View of Gamma-ray Sky. CERN Courier. January/February 2005. 30–32., <http://www.cerncourier.com/main/article/45/1/22>  
<http://www.mpi-hd.mpg.de/HESS>

*J. L.*

---

## EGY SZELLEMES ÖTLET: NANO- TECHNOLÓGIA AZ ORVOSTUDOMÁNYBAN

Az orvosbiológiai laboratóriumokban születő új felismerések azzal kecsegtetnek, hogy megoldható lesz a rosszindulatú daganatsejtek szelektív elpusztítása. Tegyük fel, hogy már megoldották olyan antitestek előállítását, amelyek az adott rosszindulatú elváltozásfeleség sejtjeit felismerik, csak azokhoz kapcsolódnak, egészséges sejtekhez nem. Ugyancsak feltételezzük, hogy rendelkezésre állnak a megfelelő gyógyszerek, azok a vegyületek, amelyek elpusztítják a rosszindulatú sejteket. Ezután jönnek a fizikusok, akik először is becsomagolják a hatóanyagot. A hatóanyag kb. egy mikrométer méretű adagját műanyag gömbbel veszik körül. A gömb külső falára arany szemcsék kerülnek, ezek átmérője mindössze hat nanométer. Az aranybevonatra újabb műanyagréteget visznek fel. Erre kerül a legkülső réteg, amely a daganatsejtek felismerésére képes antitestekből áll. A véráramba került gömböcskék a tumorspecifikus antitestek segítségével felhalmozódnak a daganatban.

Ha kellően sok hatóanyagot tartalmazó gömböcske gyűlt össze a daganatszövetben, akkor jöhet a második lépés, a hatóanyag kiszabadítása a többretegű csomagolásból. A testszövetet a közeli infravörös tartományban sugárzó lézerrel világítják meg rövid időre, ennek hatására a parányi aranygömböcskék megolvadnak, a hatóanyag kiszabadul a csomagolásból. Olyan hullámhosszat választottak, amelyet az arany erősen elnyel, tehát az elnyelt energia hatására felhevül. Az arany normál körülmények között 1064 Celsius-fokon olvad, a nanoszemcsék azonban sokkal alacsonyabb hőmérsékleten, már 600–800 fok körül megolvadnak. A mindössze 10 nanoszekundum hosszú lézerpulzus olyan rövid, hogy nem károsítja a hatóanyagot, ezt már kísérletekkel igazolták a kutatók. A közeli infravörös hullámhosszú lézersugár mindössze néhány milliméter mélyen képes behatolni a testszövetbe. Ez a megoldás tehát akkor alkalmazható, ha az elpusztítandó szövetek a bőr alatt vannak, vagy olyan helyen, ahova endoszkóppal bejuttatható a lézerfény.

A kísérletek egyelőre olyan kezdeti szakaszban tartanak, hogy állatkísérleteket is csak évek múltával terveznek. A következő cél a gömböcskék további miniaturizálása, egy mikrométer helyett csak néhány száz nanométer átmérőjű hatóanyagot szeretnének becsomagolni. A szellemes megoldás legnagyobb erényének azt tartják, hogy úgy nyitják ki fényel a kapszulákat, hogy eközben a környező szövetek nem károsodnak.

Nowak, Rachel: Smart Bombs to Blast Tumours. *New Scientist*. 8 January 2005. 19.

Caruso, Frank et al.: Optically Addressable Nanostructured Capsules for Controlled Delivery. *Advanced Materials*. **16** 2184 (2004)

*J. L.*

## ANYAI DOHÁNYZÁS ÉS MAGZATI KROMOSZÓMÁK

A várandós anya dohányzása kimutatható genetikai károsodásokat okozhat a magzatban – állítják spanyol kutatók. Dr. Josep Egozcue (Universitat Autònoma de Barcelona) munkatársaival rutin amniocentézis során nyert magzati sejteken végzett genetikai vizsgálatokat. A sejtek huszonöt dohányos (legalább naponta tíz cigarettát elszívó) és huszonöt nem dohányzó anya magzatától származtak. Megállapították, hogy a dohányos csoportban a kromoszóma szerkezetét érintő elváltozások 12,1 százalékos gyakorisággal fordultak elő, míg a kontrollcsoportban csak 3,5 százalékban. 689 kromoszómális rendellenesség elemzése során kiderült, hogy a „dohányos” magzati sejtekben különösen gyakran jelenik meg torzulás a 11-es kromoszómának egy olyan pontján, amelynek hibája összefüggésbe hozható bizonyos fajta leukémia (vénrák) kialakulásával.

Bár a kutatás korántsem nevezhető teljesnek és tökéletesnek, ez az első olyan eset, hogy összefüggést mutattak ki az anya dohányzása, és a magzati sejtek genetikai károsodása között.

Egozcue, Josep et al.: Chromosomal Instability in Amniocytes From Fetuses of Mothers Who Smoke. *Journal of the American Medical Association*, 2005. 03. 09. 1212–1222.  
*Medlineplus*, 2005. 03. 08.

G.J.

## LEVEGŐGENOM?

Újabb meghökkenítő ötlettel állt elő az amerikai tudomány fenegyereke, a humán genom programot felgyorsító Craig Venter. Bejelentette, hogy rockville-i kutatóintézete „levegőgenom-programot” indít, azaz azo-

nosítják, szekvenálják a New York-i levegőben lévő mikroorganizmusok örökítőanyagát. Elképzeléseik szerint naponta szívznak mintákat a város levegőjéből, szűrővel elkülönítik a mikroorganizmusokat is tartalmazó részecskéket, majd a DNS-szokszorozás módszerével megpróbálják azonosítani azokat az örökítőanyagszakaszokat, amelyek az egyes mikroszkopikus gombákhoz, baktériumokhoz vagy vírusokhoz tartozhatnak. Venterék máris elhelyeztek két darab rejtett, egy méter nagyságú szűrőt: egyiket egy negyvenméteres épület tetejére, másikat egy iroda levegőkerिंगető rendszerébe. Naponta mindkettő 1400 köbméter levegőt képes összegyűjteni. „Jelenleg a levegő mikroszkopikus élővilágának egy százalékát azonosíthatjuk laboratóriumban szaporítható formában – nyilatkozta Venter a *The New York Times*-nak –, fontos, hogy megértsük ezt a láthatatlan világot.”

Venter szerint elkészíthető New York város levegőjének genetikai ujjlenyomata, és ez nem csak új, eddig ismeretlen organizmusok felfedezésére ad lehetőséget, de arra is, hogy az ujjlenyomat megváltozásából azonosítsanak például egy bioterrorista akciót.

Mint Venter legtöbb megmozdulása, a „levegőszekvenálási” program bejelentése is óriási vitákat váltott ki. Egyesek örülségnek, mások remek ötletnek tartják.

Egyébként Venterék jelenlegi hatalmas projektjében, amelyben a Sargasso-tenger „szekvenálása” folyik, már 1,2 millió új gént fedeztek fel.

Celeste Biever: New York Air to Have its Genes Sequenced.

[http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn7112&feedId=online-news\\_rss10](http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn7112&feedId=online-news_rss10)

*New Scientist Online*, 2005. március 8.

G.J.

Jéki László – Gimes Júlia