

# Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

149. évf. 7. sz.

2018. JÚLIUS

ÁRA: 780 Ft

Előfizetőknek: 670 Ft



SEMMELWEIS 200

PULZÁLÓ FEHÉR TÖRPECSILLAGOK

ÁRULKODÓ LEPKEGÉNEK

ÖREGEDŐ NÉPESSÉG

MŰTÁRGYVÉDELEM





A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ  
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben

SZILY KÁLMÁN

KIRÁLYI MAGYAR

TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY  
149. ÉVFOLYAMA

2018. 7. sz. JÚLIUS

Magyar Örökség-díjas és  
Millenniumi Díjas folyóirat



nca

MAGYAR MŰVÉSZETI  
AKADÉMIA



Nemzeti  
Tehetség Program



EMBERI ERŐFORRÁS  
TÁMOGATÁSKÉZELŐ

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,  
az Emberi Erőforrások Minisztériuma,  
az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő,  
a Magyar Művészeti Akadémia,  
Magyar Tudományos Akadémia és a  
Nemzeti Tehetség Program támogatásával.

Főszerkesztő: GÓZON ÁKOS

Szerkesztőség:  
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.  
Telefon: 06-1-327-8950, fax: 06-1-327-8969  
E-mail-cím: termvil@titnet.hu  
Internet: www.termeszetvilaga.hu

Felelős kiadó:  
PIRÓTH ESZTER  
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat  
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.  
Telefon: 06-1-327-8900

Nyomás:  
PAUKER Nyomda

Felelős vezető:  
Vértess Gábor

INDEX25 807  
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:  
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat  
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.  
Telefon: 06-1-327-8950  
e-mail: titlap@telc.hu

Előfizetés, reklamáció:  
Magyar Posta Zrt.  
Telefon: 06-1-767-8262  
E-mail: hirlapelofozites@posta.hu  
Internet: eshop.posta.hu  
Postacím: MP Zrt., Budapest 1900.

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.  
Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt.  
árusítóhelyein.

Előfizetési díj:  
fél évre 4200 Ft, egy évre 8040 Ft

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Papp Zoltán: Megemlékezés a nagy elődről.....                              | 290 |
| Babinszki Edit: Hazánk első iskolai zsebatlasza .....                      | 296 |
| Varga Zoltán–Bereczki Judit–Pecsenye Katalin–Tóth János Pál:               |     |
| Honnan jöttek, hová mentek?.....                                           | 298 |
| Kittel Ágnes: Egy elhivatott ember.....                                    | 305 |
| Bognár Zsófia: Pulzáló fehér törpecsillagok anatómiája .....               | 308 |
| Csaba György: Öregedő népesség, öregedő ivarsejtek .....                   | 313 |
| Tegzes Mária: 200 éves útikönyv .....                                      | 319 |
| Paulovkin András – Csorba Gábor: A gázosítástól a ködképző turbináig ..... | 322 |
| Tóth Imre: Kis égítetek földközében.....                                   | 325 |
| Szoucek Ádám: Változó éghajlatunk nyomában .....                           | 330 |
| FOLYÓIRATSZEMLE .....                                                      | 332 |
| HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSÉGEK .....                                       | 334 |
| Móser Zoltán: Herman Ottó és Lillafüred .....                              | 336 |

Címlapképünk: Nagy tűzlepke (*Lycaena dispar*), az európai természetvédelem egyik ikonikus faja (*Klein László felvétele*). A Honnan jöttek, hová mentek? című cikkünkhöz

Borítólapunk második oldalán: Korabinszky János Mátyás iskolai zsebatlasza

Borítólapunk harmadik oldalán: Herman Ottó lillafüredi nyaralója, a Pele-lak

Mellékletünk: A XXVII. Természet–Tudomány Diákpályázat cikke (*Pálosi Réka – György Attila Tamás: A vírusok terjedése – Valóság vagy tévhit?*)

#### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ,

BAUER GYÖZÖ, BENCZE GYULA, BOTH ELŐD, CSABA GYÖRGY,

HORVÁTH GÁBOR, KECSKEMÉTI TIBOR, KORDOS LÁSZLÓ,

LOVÁSZ LÁSZLÓ, NYIKOS LAJOS, PAP LÁSZLÓ,

PATKÓS ANDRÁS, RESZLER ÁKOS, SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI,

SÓTONYI PÉTER, SZATHMÁRY EÖRS, SZERÉNYI GÁBOR,

VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő-helyettes:

PÁSZTOR BALÁZS (pasztor.balazs@eletestudomany.hu; 06-1-327-8952)

Szerkesztők:

TEGZES MÁRIA (tegzesmaria@telc.hu; 06-1-327-8954)

LŐRINCZ HENRIK (lorinczhenrik@telc.hu; 06-1-327-8961)

NYERGES GYULA (nyergesgyula@telc.hu; 06-1-327-8960)

Tervezőszerkesztő: LÉVÁRT TAMÁS

Szerkesztőségi irodavezető:

DEME LÍVIA (titlap@telc.hu; 06-1-327-8950)

# XXVII: TERMÉSZET-TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT

## A VÍRUSOK TERJEDÉSE

### Valóság vagy tévhit?

Európában egyre több halálos áldozatot követel a kanyarójárvány – olvassuk nap mint nap a sajtóban. A kanyaró ellen létezik hatékony védőoltás, de úgy tűnik, hogy nem mindenki ért egyet az oltások hasznosságával. Pedig akár egy vírusos légúti megbetegedés esetén is az osztályon belüli terjedés kontrollálható lenne, ha legalább néhány kulcsszereplő megszerezne a védelemet. Az alábbi cikkben az osztályon belüli járványterjedés útját kutatjuk.

Dolgozatunk célja egy iskolai közösségen belül a légúti vírusos megbetegedések terjedésének vizsgálata a szociometria segítségével. Feltételezésünk alapján az iskolai közösségen belüli társas kapcsolatok meghatározzák az influenza terjedésének irányát. Arra voltunk kíváncsiak, hogy van-e kapcsolat a vírus terjedésének iránya és aközött, hogy ki kihez áll közel. Emellett az is érdekelt, hogy találunk-e olyan csomópontot, amelyet kiiktatva jelentős mértékben csökken a vírus továbbterjedése. A bizonyítás érdekében kérdőíveket, adatfelvételi lapokat állítottunk össze, melyek segítségével szociometriai elemzést végeztünk és szociogramot készítettünk, gráf formájában, mivel ez alapján már jól átlátható volt az osztály szociális felépítése, az egymás közti viszonyok. A szociometria szabályait betartva a gráfokon a vizsgálatban résztvevő személyeket álnévvel ellátva ábrázoltuk. A keletkezett gráfokon vizsgálni tudtuk a betegségek terjedését a közösségen belül, a szociális kapcsolatokra alapozva. További célunk volt az is, hogy amennyiben lehetséges, megvizsgáljuk, hogy ha bizonyos személyek védőoltásban részesülnek, mennyiben módosul a fertőzés terjedésének vonala.

#### A Vírusok

A vírusok olyan élősködők, amelyek csak a gazdasejten belül képesek szaporodni, életciklusuk során felhasználják annak nukleinsav komponenseit, a fehérjeszintézishez szükséges összetevőket és anyagcseréje folyamatokat. Különböző sejtfelszíni struktúrákhoz kötődhetnek, és különböző típusai a szervezet számos sejtjét megfertőzhetik. A vírusok rendkívül sokfélék, ezért az immunrendszer számára eltérő kihívásokat jelentenek, mivel a genetikai állomány természete és mérete nagymértékben befolyásolja a vírusok túlélési stratégiáit. A negatív szálú RNS-sel rendelkező influenzavírusban egy

enzim segítségével képződik a pozitív szálú RNS-másolat, majd ezt követően indul el a fehérjeszintézis. A vírusok életciklusának lépései a következő főbb szakaszokra oszthatók:

- A vírusreceptoron keresztül történő bejutás a sejtbe, amelyhez számos vírus a gazdasejt fiziológiai szempontból fontos sejtfelszíni molekuláját „használja fel”

- A bejutást követően lezajló „kicsomagolási” folyamatok a genetikai állomány hozzáférhetőségét biztosítják. A burokkal rendelkező vírusok esetében (pl. herpeszvírusok, HIV, influenzavírus) e folyamatok fontos lépése a membránfúzió, amelynek során a vírus és a gazdasejt membránja összeolvad.

- A vírusgenom szabaddá válásával megkezdődhet a vírusfehérjék termelése, majd a vírus genetikai anyagának (RNS vagy DNS) újraképződése.

- Az újratermelődött víruskomponensek virionná szerveződését követően a kész vírusok elhagyják a gazdasejtet, majd újabb sejteket fertőznek meg.[1]

#### Az immunrendszer működése

Az immunrendszer szolgáltatja a szervezet fajlagos ellenállását betegség idején. Ezt a rendszert számos sejt, vegyi tényező, és folyamat képezi, mellyel a limfociták válaszolnak és kiküszöbölik az idegen anyagokat, melyeket antigéneknek nevezünk. A kiküszöbölés megvalósulhat az antigén szétrombolásával, és ez gyakran az ellenanyagoknak nevezett fajlagos fehérjemolekulák megjelenéséhez kötött. [2]

A természetes immunitás az immunrendszer ősbíbb része. A fehérvérsejtek amöboid mozgásra képesek típusai, a monociták és a granulociták a vérben és az erek körüli kötőszövetekben bármilyen idegen anyagot bekebeleznek. Az endocitózissal felvett nem saját anyagot a lizoszómáikban enzimekkel bontják.

A szervezet egyik legfontosabb védekező rendszere a komplementrendszer. Ennek az enzimrendszernek a tagjai a vérben és a nyirokban is megtalálhatók. Molekuláit főként a máj termeli.

A komplementrendszer működése során az enzimek egymásra hatása esetén egy reakciósor indul be. Ennek eredményeként a bekerült kórokozók *jelölődhetnek*, ami elősegíti a bekebelezésüket. Az enzimek aktivációja során – az eredeti molekuláról lehasadva – kis molekulatömegű peptidek keletkezhetnek. Mivel e levált peptidek a fertőzés helyére vonzzák és védekezésre készítik a fehérvérsejteket, fontos szerepet töltenek be a gyulladás előidézésében.

A vérben egy másik fontos fehérjecsoport is található. A *citokinek* szabályozó szerepet töltenek be az érett védekező sejtek irányításában, serkentenek, aktiválnak és hatnak a szervezet hormonrendszerére is.

Ugyancsak aspecifikusan védekeznek a természetes ölösejtek, amelyek közvetlen kölcsönhatásban, enzimekkel pusztítanak el bizonyos sejteket.

Az immunreakciók kialakulásának öröklött tényezői a *hisztokompatibilitás-komplex (MHC)* génjeinek köszönhető. A gének működésének eredményeként az immunrendszer képes az immunválasz beindítására és az antigének elleni védekezésre.

#### A védőoltások

Az immunrendszer memóriáján alapulnak a védőoltások. Az úgynevezett *aktív immunizálás* során elölt vagy legyengített kórokozót juttatnak a szervezetbe. Az oltóanyaggal bevitt antigén ellen lejártszódik az immunválasz.

Természetesen a betegség nem alakul ki, vagy csak egészen enyhe lefolyású. Az antigén hatására ugyanakkor létrejönnek a memóriasejtek, amelyek a valódi kórokozóval történő fertőzéskor gyorsan aktiválódnak, osztódnak, és közömbösítik a kórokozókat.

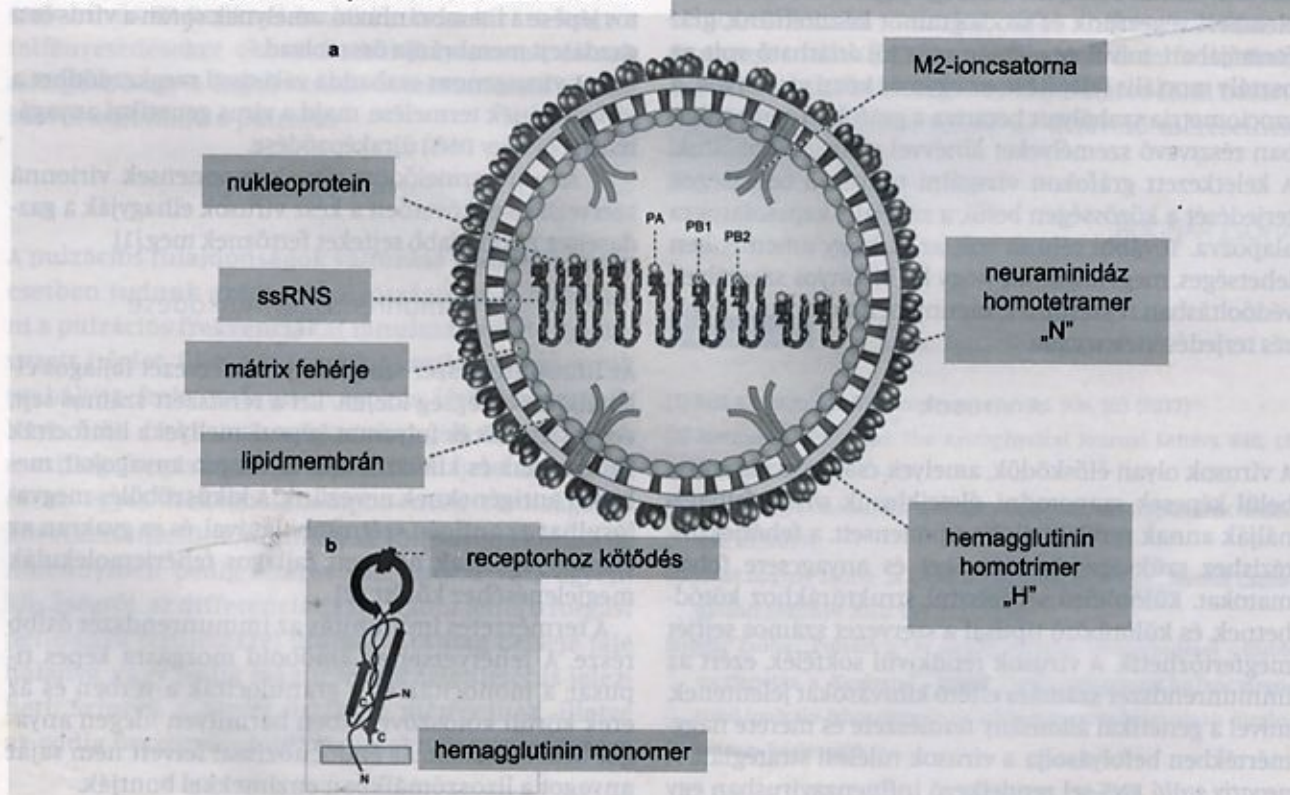
A szervezetben lejátszódott immunválasz eredményeként kialakul az *immunitás*, a védettség. Ez lehet természetes, ha az ember átesik egy fertőző betegségen, és szervezete ily módon ismeri meg a kórokozó antigénjeit. A védőoltásokkal mesterséges védettséget alakítanak ki.

A legyengített vagy az elölt vírussal történő vakcináció eredményességének fontos tényezője a megfelelő specifitású ellenanyagok megjelenése. Annak alapján, hogy egy adott szervezetben IgM vagy IgG típusú ellenanyag van jelen, megkülönböztethető, hogy elsődleges vagy másodlagos fertőzésről van-e szó. A vírusellenes antitestek azonban számos esetben (így például az influenzavírus esetében is) csak egy adott szerotípusú kórokozó ellen biztosítanak kellő védelmet, az évről-évre újonnan felbukkanó variánsok ellen ismételtén védettséget kell kialakítani a szervezetnek. [3]

#### Az influenzavírus

Az influenza kórokozója 90–100 nm átmérőjű RNS-vírus (1. ábra). A virionokat a gazdasejtől felvett lipid kettős-membrán fedi, mivel a burokkal rendelkező vírus szaporodása és a fertőzött sejtől történő

1. ábra. Az influenza vírusa



kiszabadulása, a „rügyezés” során borítódik be. Ez a külső burok két, a vírus életképessége és az immunológiai felismerés szempontjából is fontos glikoproteint tartalmaz: a hemagglutinint (körülbelül 1000/virion) és a neuraminidázt. A vírus belsejében található mátrixfehérje veszi körül a 8 szakaszból álló, egyszálú RNS-t, amelyek az RNS-polimerázzal társulnak. Mindegyik RNS más-más vírusfehérjét kódol. Az influenzavírus három altípusa, az A-, B- és C-variánsok a nukleoproteinek és a mátrixfehérjék alapján különíthetők el. A leggyakoribb és a legtöbb járványt okozó A-típus a neuraminidáz és a hemagglutinin antigén-variációi alapján további altípusokba sorolhatók (H1N1, H3N2 stb.).

Az influenzavírus kitüntetett figyelmet érdemel, úgy az emberek között, mint az állatvilágban. Ennek oka, hogy – ellentétben például a kanyaró, a himlő és a gyermekbénulás kórokozójával – az influenzavírus antigénjei évről-évre változnak, és az állatvilág – főként a madarak és a sertések – folyamatos tartalékként szolgálnak az újabb vírustörzsek megjelenéséhez. (Ezért szükséges évente új influenzavakcina előállítás.) A változások elsősorban a vírust borító hemagglutinin (H) és a neuraminidáz (N) molekulákban történnek, kétféle mechanizmus útján. [2]

#### Szociometriai vizsgálat

A szociometria a szociológia az emberi kapcsolatok kvantifikálásával, felmérésével foglalkozó ága. Módszerét a XX. század közepén használták először Észak-Amerikában, majd Nyugat-Európában. Kidolgozója Jacob L. Moreno, pszichoterapeuta, aki a társadalmi szerkezetek és a pszichológiai jóllét közötti kapcsolatok közötti összefüggés vizsgálta vele.

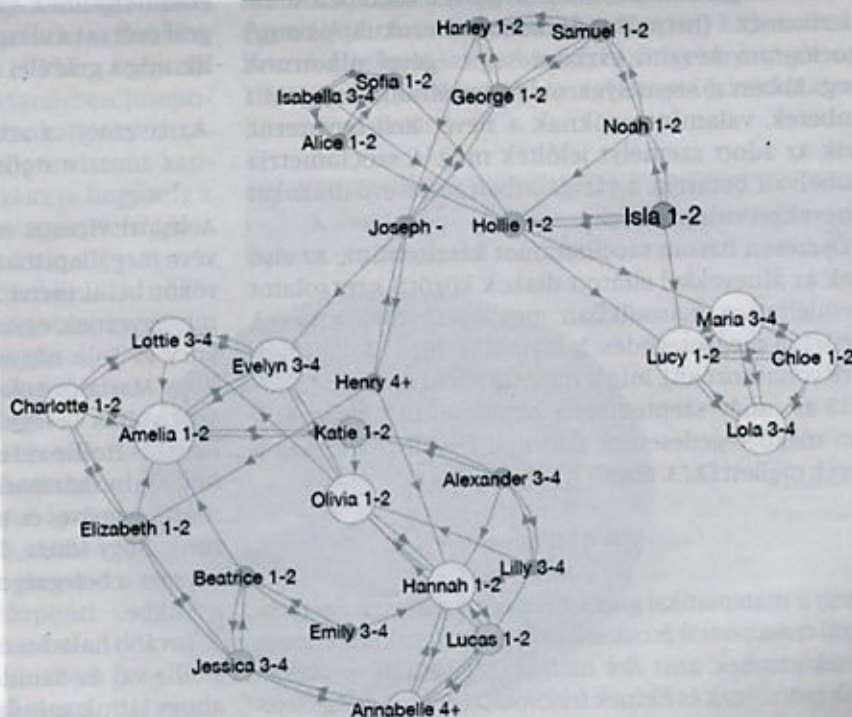
A módszer alkalmazásának alapja az, hogy egy jól meghatározott csoport tagjai válaszolnak egy előzőlegesen összeállított, a tagok közti viszonyokat kutató kérdőívre. Az így kapott válaszokat egy összesítő táblázatba rendezzük, majd ez alapján rajzot készítünk a csoport szerkezetéről, legvégül pedig elemezzük az eredményeket.

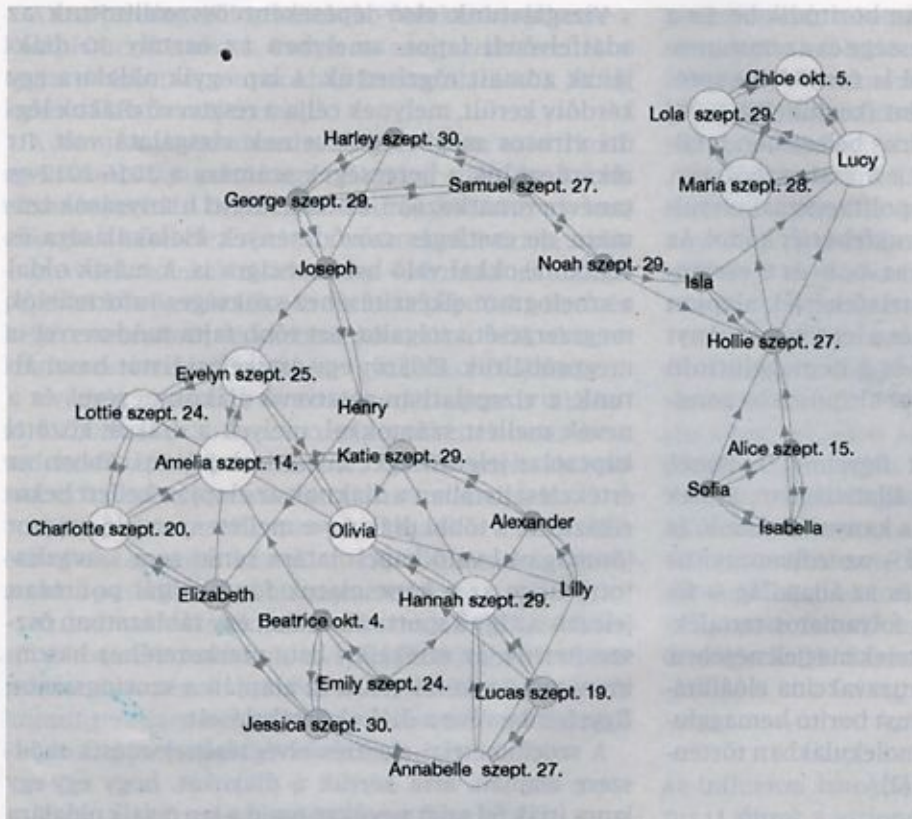
Az iskolai környezetben a szociometriai vizsgálat széles körben elterjedt, a pedagógusok által is jól ismert csoportpszichológiai módszer, amely leginkább az osztálybeli társas kapcsolatok feltárását szolgálja. Az osztályban végzett szociometriai elemzés eredményét „osztály-tükör”-nek nevezzük. [4]

Vizsgálatunk első lépéseként összeállítottuk az adatfelvételi lapot, amelyben az osztály 30 diákjának adatait rögzítettük. A lap egyik oldalára egy kérdőív került, melynek célja a résztvevő diákok légúti vírusos megbetegedéseinek vizsgálata volt. Itt rákérdeztünk a betegségek számára a 2016-2017-es tanévre vonatkozóan, az ezek miatti hiányzások számára, de esetleges szövődmények kialakulására és védőoltásokkal való beoltottságra is. A másik oldal a szociogram elkészítéséhez szükséges információk megszerzését szolgálta. Ezt több fajta módszerrel is megpróbáltuk. Először egy értékelési listát használtunk, a vizsgálatban résztvevő diákok nevével, és a neveket mellett számokkal, melyek a diákok közötti kapcsolat jelentőségét hívatottak jelezni. Ebben az értékelési listában a diáknak az alapján kellett bekarikáznunk a többi diák neve mellett szereplő számot (önmagával való kapcsolatára senki sem szavazhatott), hogy az a kapcsolatuk fontosságát pontosan jelezze. Az így kapott válaszokat egy táblázatban összesítettük, az értékelési lista szerkezetéhez hasonlóan, majd elkészítettük ez alapján a szociogramot, figyelembe véve a diákok értékeléseit.

A szociometriai elemzés elvégzésének másik módszere alapján, arra kértük a diákokat, hogy egy-egy lapra írják fel saját nevüket, majd a lap másik oldalára annak a három diáknak a nevét, akivel a legjobbnak tartják kapcsolatukat. Az eredményeket a már említett táblázathoz hasonló formában összesítettük, majd ez

2. ábra. Az osztály szociogramja a tavalyi légúti vírúsisok előfordulásának gyakoriságával





3. ábra. Szociogram az ideji virózis terjedésével

alapján is elkészítettük a szociogramot. Az eredmények hatékonyabb értelmezésének érdekében a második módszert választottuk.

A szociogramot mindkét módszer esetében a *LeaderboardX* (<http://leaderboardx.herokuapp.com/>) szociogram készítő eszköze segítségével alkottunk meg. Ebben a személyek nevét, az általuk megjelölt emberek, valamint azoknak a nevét kell bevezetni, akik az adott személyt jelölték meg. A szociometria szabályait betartva, a vizsgálatban résztvevő diákokat álnevekkel ruháztuk fel.

Összesen három szociogramot készítettünk: az első csak az álnevekkel ellátott diákok közötti kapcsolatot szemlélteti, a másodikban megfigyelhetők a nevek mellett a megbetegedések számai (a 2016-2017-es tanévre vonatkozóan), míg a harmadikban egy ideji (2017-2018-as tanév szeptembere, októbere) influenza hullám megbetegedéseinek dátumai figyelhetők meg a nevek mellett. (2., 3. ábra)

#### A gráfok

A *gráf* a matematikai gráfelmélet egyik alapvető fogalma. A gráf *csomópontok és csúcsok, valamint a rajtuk értelmezett összeköttetések, azaz élek* halmaza. Egy gráfot megadhatunk csúcsainak és éleinek felsorolásával, vagy szemléletesebben, diagram formájában, melyben a pontok felelnek

meg a gráf csúcsainak, az őket összekötő ívek pedig az éleknek. A két megadási mód ekvivalens.

Alapértelmezésben, a gráf csúcsai *címkeztettek*, azaz meg lehet különböztetni őket. Hasonlóan, a gráf élei is *címkeztettek*, de előfordulhat, hogy ezt nem követeljük meg. Azokat a gráfokat, amelyekben sem a csúcspontok, sem az élek nem *címkeztettek*, *címkeztetlen* gráfoknak nevezzük.

A gráf két élét *szomszédosnak* nevezzük, akkor, ha van egy közös csúcspontjuk. Hasonlóan két csúcspont *szomszédos*, ha van egy közös élük. Az úgynevezett *súlyozott gráfban*, minden élhez hozzárendelünk egy értéket, ami az adott él valamilyen meghatározó tulajdonságát jellemzi az alkalmazástól függően.

A gráf általános definíciója lehetővé teszi, hogy tetszőleges jelentést tulajdonítsunk a

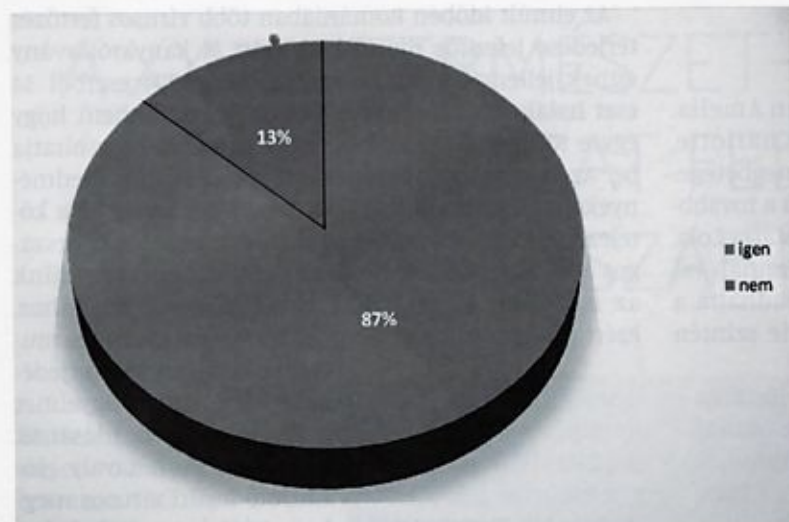
csúcsoknak és éleknek, ez tette lehetővé elterjedését a matematikán kívül is, például a szociológiában. Rengeteg érdekes gráfelméleti tétel született egy-egy valós életbeli problémára adott válaszként. [5]

A mi esetünkben a gráfokat a szociológiai elemzés eredményeinek szemléltetésére használtuk fel, így a gráf csúcsai a vizsgálatban részt vevő személyeket jelölik, míg a gráf élei a köztük lévő kapcsolatokat.

Az osztály szociogramja a tavalyi légúti vírusos megbetegedések számával

A légúti vírusos megbetegedések számát figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy ezek az egyes szociális körökön belül, illetve a szoros kapcsolatok között gyakran megegyeznek, egymáshoz közel állnak. A Maria, Chloe, Lucy és Lola négyes körét megfigyelve észrevehetjük, hogy Maria és Lola, illetve Chloe és Lucy ugyanannyiszor voltak betegek a 2016-2017-es tanévben. Lucy Isla-val és Hollie-val is kapcsolatban áll, megfigyelhetjük, hogy mindhárman körülbelül ugyanannyiszor voltak megbetegedve, és ezek alapján arra is következtethetünk, hogy Maria, Chloe és Lola is elkaphatta legalább egyszer a betegséget Lucytól, ő vihette be azt társasági körükbe.

Tovább haladva megfigyelhetjük, hogy Noah Isla-val, Hollie-val és Samuel-el áll szorosabb kapcsolatba, és ahogy látjuk, mindannyian nagyjából ugyanannyiszor voltak betegek. Samuel Harley-val és George-al alkot



4. ábra. A kötelező védőoltások beadása az osztályban

szoros szociális kört, és az ő esetükben is jól megfigyelhető, hogy azonos számban voltak betegek a tavalyi tanévben. Egy másik szoros társasági kört alkot Alice, Sofia és Isabella is. Érdekes, hogy az ő esetükben Sofia és Alice betegségeinek száma megegyezett, míg Isabella jelentősen többször volt beteg, ez valószínűleg személyes okokkal magyarázható. A két, lányok által alkotott tömörülés összekötő személye szemmel láthatóan Hollie, aki emellett Isla-val és Noah-val is kapcsolatban áll. Elmondhatjuk tehát, hogy a szociogram ezen felének központi egyénisége Hollie.

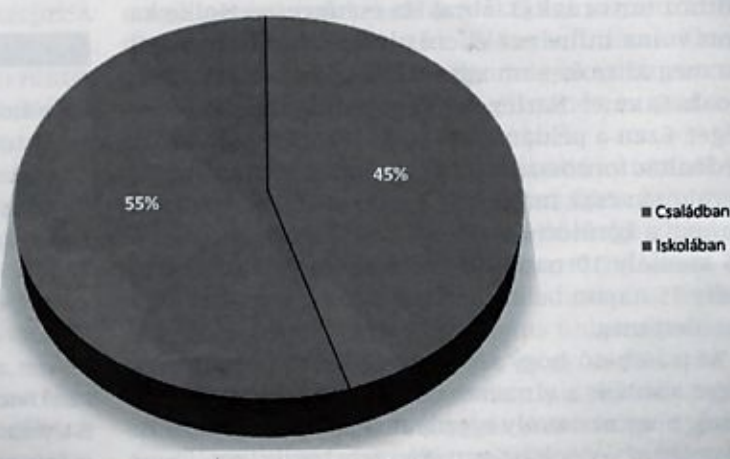
A szociogram másik felével a kapcsolatot Joseph teremti meg, aki az egyik oldalon George-al, míg a másikon Henry-vel és Evelyn-el áll kapcsolatban. Érdekes, hogy Josephnek számos kapcsolata ellenére mégsem volt jelentős megbetegedése a tavalyi tanévben. Joseph-től a kapcsolatok két ágon folytatódnak. Henry Elizabeth-el és Hannah-val áll kapcsolatban, viszont kapcsolatuk nem túlzott szorosságot jelzi az is, hogy míg a lányok viszonylag kevésszer voltak betegek, Henry sokkal többször volt az. Evelyn Lottie-val Amelia-val és Otilia-val van szoros kapcsolatban, közülük pedig Lottie-val egyezik inkább a betegségeinek száma. Lottie Charlotte-al, Amelia-val és Olivia-val áll kapcsolatban, betegségeiknek száma nem áll túl közel egymáshoz, erre a lehetséges magyarázat Lottie személyes jellemzői, körülményei. Charlotte szemmel láthatóan szoros kapcsolatot ápol Amelia-val, Lottie-val és Elizabeth-el is, ezt bizonyíthatja betegségeik számának hasonlósága is. Amelia jól láthatóan egy központi személyiség, mivel Lottie, Evelyn, Charlotte, Elizabeth és Katie mind a szociális körben helyezkednek el, de kapcsolatban áll Beatrice-vel is. Betegségeinek száma viszonylag

kevés, megegyezik a legtöbb emberével, akivel kapcsolatban áll. Beatrice Jessica-val és Emily-vel áll szoros kapcsolatban, betegségeik száma eltérő. Jessica Beatrice-vel, Elizabeth-el és Annabell-el van szoros kapcsolatban, betegségeinek számai az Annabelléhez áll közelebb. Beatrice és egy másik központi személyiség, Hannah között a kapcsolatot Emily teremti meg.

Hannah kapcsolatban áll Emily-vel, Annabelle-el, Lucas-al, Lily-vel, Alexander-el, Olivia-val és Henry-vel is. Betegségeinek száma viszonylag kevés, kisebb, mint néhány személynek a szociális köréből. Annabelle és Lucas Hannah-val együtt egy kisebb, szorosabb társadalmi kört is alkotnak egymás közt, míg Hannah és Lucas betegségeinek száma megegyezik, Annabelle feltűnően sokszor volt beteg hozzájuk képest. Lilly Alexander-rel, Hannah-val, Lucas-szal és Olivia-val áll kapcsolatban, betegségeinek száma az Alexanderével azonos. Katie teremti meg a kapcsolatot Alexander és Amelia között, de kapcsolatban áll Olivíával is, aki a szociogram egyik másik összekötő, központi egyénisége. Kapcsolatban áll Lottie-val, Evelyn-el, Katie-vel, Lily-vel és Hannah-val is. Az ő betegségeinek száma is viszonylag alacsony, a Hannah-éval azonos.

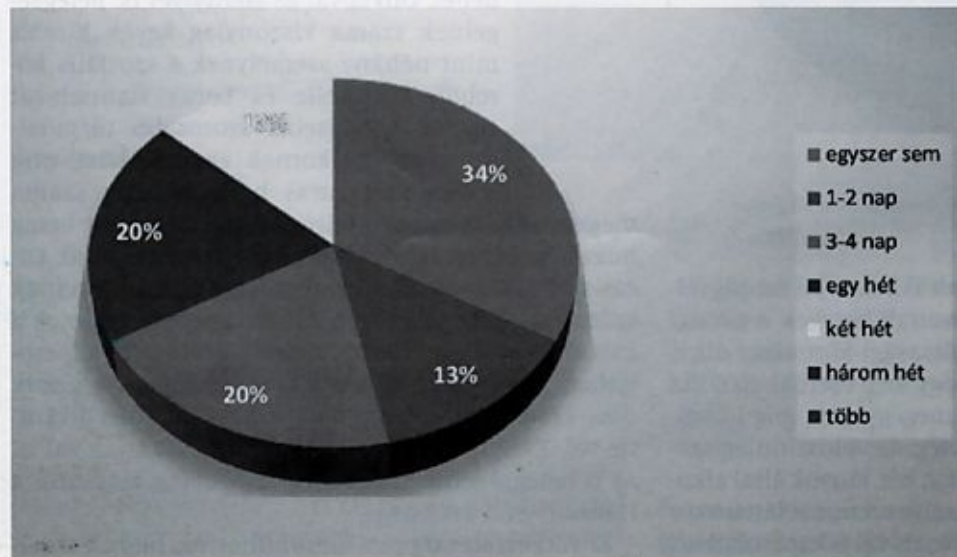
Következtetésképpen elmondhatjuk, hogy a szociális kapcsolatok, körök befolyásolják a vírusos megbetegedések terjedését, mivel megfigyelhető, hogy az egymással szoros viszonyt ápoló személyek hajlamosak ezeket nagyobb valószínűséggel elkapni egymástól, mint olyanoktól, akikkel kapcsolatuk kevésbé jelentős, ezt bizonyítja egy-egy társasági körön belül a személyek megbetegedési számának hasonlósága is.

5. ábra. A diákok értékelése szerint a betegség forrása



### Az osztály szociogramja az ideai vírusos fertőzés terjedésével

Azt láttuk, hogy az első beteg az osztályban Amelia. Rövid időn belül az ő köréhez tartozó Charlotte, Evelyn és Lottie is megbetegedett. Hollie megbetegedésétől kezdődően két ágon is megfigyelhető a továbbterjedés: Noah-Samuel- Harley- George és Maria-Lola, akik mind 3 napon belül lettek betegek. A Hannah-val kapcsolatban álló Annabelle szintén továbbadhatta a vírust Jessica-nak, majd ő Beatrice-nak. Katie szintén



6. ábra. A légúti fertőzések miatti iskolai hiányzások száma az osztályban a tavalyi év folyamán

Hannah-tól kaphatta el a betegséget vagy fordítva. Esetleg Lucas külső forrásból kapta el a vírust és fertőzte meg Hannah-t és Annabelle-t.

Amint láthattuk, számos azonos körhöz tartozó ember betegedett meg rövid időn belül. Szépen követhető a gráfon a vírus terjedése. Az is látható, hogy nem feltétlenül a legnépszerűbb emberek a csomópontok (pl. Lucas, Hollie), hanem azok, akik több körhöz tartoznak. (3. ábra) Ha esetlegesen Hollie kapott volna influenza elleni oltást, nem fertőzte volna meg Alice és nem adta volna tovább Maria- Lola, Noah- Samuel- Harley- George személyeknek a betegséget. Ezen a példán keresztül érthető és érezhető a védőoltás fontossága. Ha egy személy nem kap oltást azzal nem csak maga lesz kitéve a vírusfertőzésnek, hanem a körülötte lévő emberek is. A 30 személyből 16 személy 10 napon belül megbetegedett, 12 személy 15 napon belül, 20 személy 20 napon belül betegedett meg.

Az is látható, hogy a 30 személyből 10 immunrendszere ellenállt a vírusnak, ez csak 33,33%. Megjegyeznénk, hogy az osztály egyetlen tagja sem kapott influenza elleni védőoltást sem idén sem tavaly.

Az elmúlt időben Romániában több vírusos fertőzés terjedése jelentős méreteket öltött. A kanyarójárvány ennek jellemző példája. Az összesen 9704 esetből 34 eset halálosnak bizonyult. Ez annak köszönhető, hogy egyre több szülő dönt úgy, hogy gyermekét nem oltatja be. Az osztályban végzett kérdőíves felmérés eredményeképpen az osztály diákjainak 87%-a kapta be a kötelező védőoltásokat, 13%-a nem, ez megfelel az országos átlagnak (4. ábra) Nekünk nem volt hozzáférésünk az iskolában terjedő más vírusfertőzések adataihoz, ezért döntöttünk úgy, hogy az influenza példáján mutatjuk be a vírusok terjedését és felhívjuk a figyelmet a védőoltások beadásának fontosságára. A tavaly előforduló légúti vírusos megbetegedéseket a diákok úgy értékelik, hogy többnyire az iskolában kapták el (5. ábra)

A légúti fertőzések miatt az osztály diákjai sokat hiányoztak az iskolából (6. ábra).

Az iskolára kiterjedő adatokat az iskola orvosi rendelőjének orvosától kaptuk meg, ennek értelmében az elmúlt évben az 1100 diákot számláló iskolánkban 208 légúti vírúzt jegyeztek. Ha minden fertőzést 3 nap hiányzással számolunk, akkor az iskola diákjai 624 napot hiányoztak az iskolából légúti fertőzés miatt. Nekünk ez a szám jelentősnek tűnik, reméljük, hogy másoknak is, és fel tudjuk hívni a figyelmet arra, hogy az iskola „zárt” közösségében a vírusok terjedése jelentős, főleg abban az esetben, ha a diákok nincsenek beoltva.

PÁLOSI RÉKA

GYÖRGY ATTILA TAMÁS

(MAROSVÁSÁRHELY, BOLYAI FARKAS ELMÉLETI LICEUM)

### IRODALOM

- Anna Erdei, Gabriella Sármay, József Prechl (2012) A vírusok ellen kialakuló immunválasz, Medicina Könyvkiadó Zrt. [http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_524\\_Immuno-logia/ch17s03.html](http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Immuno-logia/ch17s03.html)
- Barbara Krumhardt, Ph.D.; I. Edward Alcamo, Ph.D. 2014. Az ember anatómiája és élettana az orvosi szakokra való felvételi vizsgához University Press, Marosvásárhely
- [https://www.mozaweb.hu/Lecke-BIO-Biologia\\_11-Az\\_immunrendszer\\_mukodese-102549](https://www.mozaweb.hu/Lecke-BIO-Biologia_11-Az_immunrendszer_mukodese-102549)
- Mérei Ferenc Közösségek rejtett hálózata, Osiris Kiadó, Budapest
- R. L. Graham; M. Grötschel; Lovász L. (1995) Handbook of combinatorics, MIT Press