

Számok és statisztikák szerepe az élettudományok fejlődésének történetében; az epidemiológia születése

The role of numbers and statistics in historic development of lifesciences; the birth of epidemiology

dr. Madarász Bálint PhDhallgató, dr. Forrai Judit DSc

Semmelweis Egyetem Népegészségtani Intézet

madarasz.balint@phd.semmelweis.hu

Initially submitted Sept 25, 2021; accepted for publication Oct.28, 2021

Abstract

This study provides a brief review of past five centuries, emphasizing several historic milestones in the development of life sciences in terms of highly appreciated numerical findings and statistics. These developments prepared the way to the birth of evidence based epidemiology. Among others there are reviewed the works of Sanctorio Sanctorius, John Graunt, William Farr, and the discoveries of John Snow, as well as the systems of public health improvements and statistics in Europe and the USA respectively.

kulcsszavak

epidemiológia, statisztika történet, John Snow, Sanctorio Sanctorius, William Farr, John Graunt

keywords

epidemiology, history of statistics, John Snow, Sanctorio Sanctorius, William Farr, John Graunt

Epidemiológia - bevezetés

Az epidemiológia az egészség és a betegség állapotainak, mintáinak, okainak és hatásainak vizsgálata meghatározott populációkban. Úgy is mondhatnánk, ez a közegészségügy egyik alapja, amely meghatározza és befolyásolja a szakmai döntések és elvek irányát, továbbá a bizonyítékokon alapuló orvoslást segíti a betegségek és kockázati tényezőknek megbecsülésében, illetve támogatja a tervezhetőséget, valamint a megelőző orvoslást és a sikeres prevenciót. [1]

Az epidemiológusok részt vesznek tanulmányok és kutatások tervezésében, az adatok gyűjtésében és statisztikai elemzésében, valamint az eredmények értelmezésében és azok terjesztésében. Az epidemiológia nagyban elősegítette a klinikai kutatások mérhetőségét, egybevetettségét, a felmérések gyógyítási, kezelési, és beavatkozási módszerek összehasonlíthatóságát, hatékonyságát, nemcsak a közegészségügyi tanulmányokban, de minden populációt érintő kérdésben is.[1]

Noha az epidemiológiai megközelítés, mint tudományos módszer, széleskörű elterjedése és alkalmazása a második világháborút követő tudományos szemléletváltás után vált igazán elterjedté és kiemelt jelentőségűvé, maga az epidemiológiai gondolkodásmód egészen Hippokratészig visszakövethető John Graunt, William Farr, John Snow és sokan másokon keresztül. Az alábbiakban ismertetem e korai gondolkodók egy részének hozzájárulást ezen tudományterület fejlődéséhez.[2]

A demográfia és az életstatisztikák kezdete

Az epidemiológia szemlélet gyökerei közel 2500 évesek. I.e. 400 körül Hippokratész (i.e. 460- i.e. 375) a betegségek előfordulását inkább racionális, mint természetfeletti nézőpontból próbálta vizsgálni.[2] *A levegőről, a vizetről és a helyekről* című művében azt feltételezi: a környezet és az abban élők tulajdonságai befolyással lehetnek a betegségek kimenetelére, így ezt a gondolatot tekinthetjük az epidemiológiai látásmód kezdetének.[3]

Mivel az epidemiológia tudománya erősen támaszkodik az egyes népességi adatokra, így ezen tudományterület csiráját (a hippokratészi szemlélet megjelenésén túl) a demográfiai adatok rögzítésének illetve felhasználásának kezdeténél találhatjuk meg.

Az első átfogóbb, humánnummal kapcsolatos, kapcsolható adatelemzéseknek a korai népszámlálásokat tekinthetjük, melyeket főként hadászati és adóügyi megfontolások miatt végeztek már az ókorban is.[3] Az egyik legismertebb leírás a korai népszámlálás megszervezéséről az Újszövetségben található: „*Történt pedig azokban a napokban, hogy Augustus császár rendeletet adott ki: írják össze az egész földet. Ez az első összeírás akkor történt, amikor Szíriában Cirénius volt a helytartó. Elment tehát mindenki a maga városába, hogy összeírják.*”[5]

További korábbi utalások is találhatóak népszámlálásokról a Bibliában a Krónikák és a Számok könyvében is. „*Dávid így szólt Joábhhoz és a nép főembereihez: "Menjetek és vegyétek számba Izraelt Beersebától Dánig. Hozzátok el (az eredményt), hogy megtudjam a számát.*”[6]

"Vegyétek mind számba Izrael fiainak egész közösségét, nemzetségeik és családjaik rendjében, név szerint felsorolva az összes férfit, egyenként. Húsz évtől fölfelé, te és Áron vegyétek számba mind, aki alkalmas hadi szolgálatra Izraelben, csoportonként. Közben legyen mindig a segítségetekre valaki a törzsből, mégpedig a családoknak a feje." [7]

Elmondható, hogy a Római Birodalom bukása után az egész államra kiterjedő rendszeres népszámlálásokat ismételen, csak a 18. századtól kezdve végeztek a Nyugati világban.[3]

Tehát kijelenthetjük, hogy maga a statisztikák készítése régi eredetűnek mondható azonban az élettudományokon belüli hasznosítása csak jóval később kezdődött meg. Így kezdetben inkább csak a statisztika és demográfia fejlődéstörténetéről beszélhetünk, ami egy ponton belép az élettudományok területére, amely így végül elvezet majd az epidemiológia tudományágának megszületéséig.

A klasszikus görög matematikáról a középkor elején Nyugat-Európában szinte teljesen megfeledkeztek. Azonban a keresztes háborúknak, valamint a mediterrán országok felé egyre élénkülő kereskedelemnek köszönhetően a 12. századtól kezdve jelentősen megnőtt az információáramlás Európa felé, amivel lehetővé vált az arab tudósok és a görög műveket őrző bizánciak eredményeinek megismerése a kontinensen. [7]

Az európai matematikusok ezt követően a klasszikus műveket lefordították, véleményezték és számos területen felhasználták (navigáció, földmérés, az építészet, kereskedelmi számtan).[7]

A meginduló fejlődés ellenére azonban még a matematikusok mindig nem ismerték a nullát, valamint nem tudták, hogyan kell kezelni a negatív számokat. A valószínűségi gondolkodás néhány korai példáját leszámítva, kevés bizonyíték található arra, hogy a 17. századot megelőzően a valószínűségek és a kockázatok becsléséhez, valamint különböző mérések megbízhatóságának bizonyításához matematikai megközelítést alkalmaztak volna. [3]

A változást a szerencsejátékokkal kapcsolatos problémák orvoslására tett kísérletek hozták meg, Pierre de Fermatnak (1601–1665) és Blaise Pascalnak (1623–1662) köszönhetően, akik ezzel . megalapozták a valószínűségelmélet, a statisztikai eloszlásfüggvények és a statisztikai következtetések matematikai alapjait.[3].

Santorio Sanctorius

A 16. század utolsó évtizedeinek szellemi reneszánsza megteremtette azt a termékeny talajt, amely lehetővé tette a további újító tudományos kutatások és szellemi termékek megjelenését a következő századokban. A közvetlen megfigyelések, amelyeket hamarosan kiegészítettek olyan eszközökkel, amelyek lehetővé tették a pontos kvantifikálást, hamarosan a tudomány fejlődésének alapvető pilléreivé váltak. [8]

Mivel az orvostudomány fejlődése olyan egzakt tudományokon alapszik, mint a kémia, matematika és fizika, ezért ezen tudományágak innovációi az orvostudományra jelentős hatással voltak és lesznek. A korabeli tudományos forradalom egyik orvosi úttörője Santorio Sanctorius (1561–1636) volt, aki az úgynevezett perspiratio insensibilis-t avagy az észrevétlen izzadást kutatta. Sanctoriust az anyagcsere folyamatának első modern tanulmányozójának tekintik, kísérletei során tett némely megállapításai a mai napig helytállóknak bizonyulnak. [8][9]

Az észrevétlen izzadás fogalma egyébként nem Sanctoriustól származik.[10] Már Galénosz (129-216) is említést tesz róla. Az elmélet lényege, hogy a látható testnedvek kiválasztásán túl a test végez egy láthatatlan anyagból álló kiválasztást is.

Ennek vizsgálatára fejlesztett ki egy eszközt, ami egy mozgatható platformból és egy ahhoz rögzített acéllemez skálából állt. Tulajdonképpen leegyszerűsítve, a kutatásaihoz készített egy nagy és speciális mérleget, amivel mérni tudta a vizsgált személy testtömeg változását a napi elvégzett tevékenységei közben.[8]

Az ezzel kapcsolatos Sanctorius által végzett tanulmányok, szemléletükben, tervezésükben és aprólékosságában felülmúlták és megelőzték az akkori kutatási módszereket. Megfigyeléseit tudományos igényességgel dokumentálta, valamint a korábbi és saját megfigyeléseinek a hitelességét mérésekkel, valamint ismételt vizsgálatokkal igazolta is.[8] (1. ábra)



1.ábra Santorio Sanctorius által az észrevétlen izzadás tanulmányozására kidolgozott szerkezetének egy illusztrációja.
<https://wellcomecollection.org/works/y348z8hr/items?canvas=6&langCode=eng&sierraId=b30515828>
Santorio, S., Keill, J., & Quincy, J. (1720). *Medicina statica: being the aphorisms of Sanctorius, translated into English with large explanations.*. W. and J. Newton.

Munkája önkísérleti tanulmányként kezdődött, amely során a mérlegbe ült Sanctorius addig fogyasztott az előtte lévő asztalra terített ételből, amíg a súlya elérte az előre meghatározott mennyiséget. Ha ezután egy ideig, mondjuk egy vagy több órán át várt, a mérleg egyensúlyi állapota apránként változni kezdett, lassan észlelhette, hogy súlya fokozatosan egyre könnyebbé válik. [9]

Felismerte, hogy ez a súlycsökkenés a test anyagának elvesztését jelentette - ezt a veszteséget nevezte tehát észrevétlen izzadásnak. Sanctorius számos kísérletet végzett magán, amelyek során megmérte az ételek és italok, a vizelet és az ürülék mennyiségét is [9] és kivonta a tömeg végső változásából, hogy ellenőrizze az észrevétlen izzadásnak tulajdonított veszteséget. Több éves önkísérletezés után alkalmazta a műszert más alanyok tanulmányozásához is.

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

dr. Madarász Bálint, dr. Forrai Judit DSc

Sanctorius állítása szerint, 25 év alatt több mint 10.000 vizsgálatot végzett el. Ez legalább egy ember napi tanulmányozását jelentené a 25 év minden egyes napján! Sajnos a jegyzetei elvesztek, ami pedig megmaradt az az 1614-ben *Ars de statica medicina* címmel megjelent könyve a megfigyeléseinek az összegzése. Jelentőségét mutatja, hogy 28 kiadást ért meg, számos nyelvre fordították (olasz, angol, német és francia), és egészen a 18. század végéig keresett mű maradt.[8]

Sanctorius munkáját tekinthetjük az első olyan fiziológiás adatok kvantitatív mérését, amelyeket aprólékos tanulmányozással és pontos műszerezéssel végeztek el. [8]

Kísérleteinek eredményeiből Sanctorius arra a következtetésre jutott, hogy az észrevétlen izzadás a bőrből és a tüdőből a legfontosabb az összes „kiválasztás” között. Ha bármilyen okból kifolyólag az érzékelhető kiválasztás mennyisége megnövekedett (pl. hányás) azzal egy időben az észrevétlen kiválasztás mennyisége lecsökken.[10] Nem csak az észrevétlen izzadást tanulmányozta, hanem annak ingadozását is dokumentálta olyan változók hatása alatt, mint a levegő, az étel, az életkor, a mozgás, a pihenés, a szexuális tevékenység és az ital.[8]

Noha Sanctorius anyagcsere tanulmányaival vált ismeretté, ezen eredményei mellett azonban az orvostudomány műszeres eszközeinek és azok pontosságának való fejlesztéséhez is hozzájárult. Tanulmányai során több, később fontos használt eszköz elődjét alkalmazta, többek között a hőmérőt, vagy a higrométert.[8]

A mai modern egységes mérési sztenderdek szerint számos hiba volt Sanctorius kísérleteiben, ettől függetlenül, tudománytörténeti szempontból mindenképp fontos előrelépést jelentett kísérletei és megfigyelései, eredményei.[10]

Úttörő és részletes egyensúlyi tanulmányaiért Santorio Sanctoriust méltán nevezhetjük a *metabolikus és egyensúlyi vizsgálatok* alapító atyjának, de emellett az élettudományok és a matematika együttes alkalmazásának egyik első jelentős alakjának tekinthetjük Őt.[8]

Az első nyilvántartások

Egyes területeken időszakosan megpróbálták nyomon követni az egyházi nyilvántartások segítségével a születésekről, halálokról, az esküvőkről, keresztelőköről és temetésekről szóló adatokat. Londonban az 1530-as években figyelmeztető rendszert hoztak létre a lehetséges járványok megelőzése érdekében. A plébániáknak heti jelentéseket kellett benyújtaniuk a pestises és minden egyéb halálesetek számáról. Ezek a heti halálozási jelentések (Weekly Bills of Mortality) tájékoztatták a hatóságokat, hogy mikor kell intézkedéseket hozni egy esetlegesen készülő új járvány ellen.[3][7]

1538-ban egyházközségi anyakönyveket hoztak létre az esküvők, keresztelők és temetések nyilvántartása céljából az Anglikán egyházon (Church of England) belül. 1604-től kezdődően a londoni egyházközségek heti halálozási jelentéseit a Company of Parish Clerks tette közzé, és minden év végén megjelentettek egy egész évre vonatkozó jelentést is. Az elhunytak életkorát 1728 előtt nem jegyezték fel. A heti jelentések iránti nagy érdeklődést mutatja, hogy 1625-től nyomtatni kezdték őket, és a nagyközönség számára előfizetési megállapodás volt köthető. A heti halálozási jelentéseket rendszeresen közzétették egészen 1842-ig. Ezt követően ezeknek a kiadványoknak a megjelentetését átvette az Általános Nyilvántartási Hivatal (Registrar General). [7]

Ezt a nagy mennyiségű, felhalmozott adatot azonban sokáig nem elemezte senki statisztikai szempontból, egészen John Graunt (1620-1674) londoni kezdetben rövidárú kereskedő, majd csődbejutása után az első

demográfusok közül való szakember és később tanácsos, aki az 1662-ben kiadott *Natural and Political Observations Made Upon the Bills of Mortality* című művében össze is foglalt. Ez a kiadvány elsőként számszerűsítette a születés, a halál és a betegségek előfordulásának mintáit, kiemelve a férfiak és nők közötti különbségeket, a magas csecsemőhalandóságot, a városi és vidéki élet hatása közötti különbségeket valamint figyelembe véve az évszakok vagyis a természeti környezet hatását, az általa okozott eltéréseket. [2][7]

Abban az időben, amikor nem voltak elérhetőek a népesség életkor szerinti megoszlására vonatkozó adatok, Graunt ötletes gondolatmenetével elkészítette az első mortalitási táblázatot, amely talán a legfontosabb hozzájárulása volt a tudomány fejlődéséhez. Graunt munkájának hatására ugyanis 1667-ben Párizsban, majd nem sokkal később más európai városokban is bevezetésre kerültek a londonihoz hasonló halálozási jelentések. [3]

Graunt táblázatait Christiaan Huygens (1629–1695) holland matematikus, csillagász és fizikus, aki integrál és valószínűség számítással foglalkozott, kidolgozta a halálozások valószínűségi értelmezését. Ezek az eredmények, valamint Edmond Halley (1656–1742) angol csillagász, csillagkatalógus készítője, (Hally üstökös névadója), geofizikus, matematikus, meteorológus és fizikus pedig Breslau városának születési és temetési adatain alapuló munkájában alkalmazott módszereit (1693) segítették a statisztikai módszerek fejlődését. Meg kell említenünk még Antoine Déparcieux (1703–1768) francia matematikus munkája készítette elő az életbiztosítások matematikai és tudományos háttérét az *Essai sur les probabilités de la durée de la vie humaine* (1746) c. könyvében, melyben az evaluált várható élettartamot számítást végzett. [3, 20] Hasonló jelentős esemény volt a svéd Pehr Wargentin (1717–1783) 1766-ban Svédországban közzétett, egész országra vonatkozó, első halandósági kimutatásainak megjelenése, amely segítségével szemléltette a halálozási adatokat számos érdekes összehasonlításban különböző csoportok között (pl. nagyváros-vidék, vagy nemek és életkor alapján). [3][11]

Graunt statisztikai módszereit a 17. század statisztikusai széles körben elfogadták és átvették. Sebastien de Vauban (1633–1707) hadmérnök, építész és marsall, 1707-ben írt egy anonim tanulmányt *Egy királyi tized tervezete/ Projèt d'une dîme royale*, vagyis akirályi adóról- együttérezve a paraszttal, földművesekkel, melyben ezzel a módszerrel vizsgálta a szegénység mértékét Franciaországban, amiért nyilvános megszégyenítésben részesült, mivel munkájával kínos helyzetbe hozta a királyt és kormányát. Nicholas Struyck (1678–1769) matematikus, csillagász és geográfus, aki Hollandiában városi népszámlálásokat szervezett, ezzel fejlesztve a születések és halálozások nyilvántartását. Johann Peter Süssmilch (1707–1767) protestáns lelkész és statisztikus-demográfus, orvos a németországi forrásokból összegyűjtötte az akkor elérhető statisztikai adatokat. megalkotta az első „élet-táblázatot”- halandósági táblázatot, amely életkorokra osztva mutatja a halálozási valószínűséget. Megállapította, hogy az élettartam állandó, és hogy keveset lehet tenni a halálozási arány javításáért. Ezek a különféle törekvések és munkák vezettek végül el a központi kormányzati statisztikai hivatalok létrehozásaihoz a 19. század folyamán. [3]

Statisztikák alkalmazása orvosi és szociális kérdésekben

Az orvosi statisztikákat a 19. század elején az ún. „numerikus módszer” néven illették. Phillipe Pinel (1745–1826) elmeorvos és Pierre-Charles-Alexandre Louis (1787–1872) francia patológus orvosok gyógyító munkájukat tudományos vizsgálódások mellett folytatták. Az általuk alkalmazott terápiák hatékonyságát ugyanis a betegek alapos ágymelletti megfigyelésén keresztül elemezték, így próbálták jobban megérteni az ok-okozati összefüggéseket, és megtalálni a sikeresebb kezelési módokat. Louis ezzel az eljárással jött rá arra, hogy a hastífuszos betegek terápiájában az évszázadokon keresztül vércsapolással kezelt betegek túlélési eredményei rosszabbak voltak azokénál, mint akiken nem végeztek vércsapolást. Továbbá

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

dr. Madarász Bálint, dr. Forrai Judit DSc

haszontalannak találta ezt a kezelési formát mandulagyulladás és tüdőgyulladás fennállása esetén is. A módszerben fontos szerep jutott többek között a pontos megfigyelésnek, a szisztematikusan gyűjtött és megfelelően rögzített adatoknak és a többszörösen elvégzett megfigyeléseknek.

„Figyelembe kell venni az életkor, nem, vérmérséklet, fizikai állapot, a betegség természetes előzményei és a terápia során elkövetett hibák különböző körülményeit”. „A numerikus módszerrel szemben csak az a kifogásolható, hogy valós nehézségeket okoz a megvalósítása... ez a módszer sokkal több munkát és időt igényel, mint amennyit szakmánk legkiválóbb képviselői rá tudnak áldozni.”[21]

Louis numerikus módszerével kapcsolatos elveit visszhangozta Giacomo Tommasini (1768–1846) Itáliában és F. Bisset Hawkins (1796–1894) Angliában is, aki 1829-ben ki is adta az első angol orvosi statisztikai tankönyvet. Műve a meglehetősen hosszú: *Elements of Medical Statistics Containing the Substance of the Gulstonian Lectures, &c. With Numerous Additions Illustrating the Comparative Salubrity, Longevity, Mortality, and Prevalence of Diseases in the Principal Countries and Cities of the Civilized World* címet viseli. [3][12]

Mai mércével mérve Louis statisztikai kísérletei gyakran nem voltak megfelelőek, azonban ezek döntő befolyással voltak William Farra (1807-1883), aki párizsi éve alatt részt vett előadásain, valamint több amerikai orvosra is, akik a közegészségügy és az epidemiológia korai fejlődésére később nagy hatással voltak.[3]

Az egészségügyi statisztikák fejlődése Angliában

A 18. század folyamán sok angliai orvos és hivatal felismerte a halálozási jelentések hiányosságait. Gyakran indítványoztak ezért reformokat a rendszerben, de a személyes szabadságjogokkal kapcsolatos aggodalmak, a meggyőződés, hogy a népességi adatok államtitkokként tekintendők és a vallási érvek okán, csak 1800-ban fogadta el a Parlament a törvényt, amely lehetővé tette az 1801-es népszámlálást. 1833-ben a British Association for the Advancement of Science-nek megalakult a statisztikai szekciója, majd ezt követően 1834-ben létrejött a The Statistical Society of London, ami 1838-tól kezdődően saját tudományos folyóiratot is kiadott. Az angliai, és más országbeli korai statisztikai társaságokat komolyan foglalkoztatták egyes társadalmi problémák számszerű adataival, gyakoriságával, stb., számos felmérést végeztek az angliai viszonyok feltárásával. Habár tudományosan objektívnek értékelték magukat, ezek a statisztikai munkák csak felszínesen használták a matematikai módszereket, valamint nem fordítottak kellő figyelmet az adatok hitelességére és pontosságára, az azonos és összehasonlítható minták megválasztására, - mint ahogy ez ma már elvárás, az adataik és értékeléseik használhatónak bizonyultak, egyes politikai érvek hitelességének alátámasztásához és néhány társadalmi reform megindításához.[3]

William Farr

A már korbában is említett William Farr, John Graunt munkájára építve szisztematikusan gyűjtötte össze és elemezte Nagy-Britannia halálozási statisztikáit. Farr, akit a modern egészségügyi statisztikák atyjának tartanak, kidolgozott számos, a mai napig használt gyakorlatot e statisztikák felhasználására, valamint bizonyos a betegségek osztályozására. Pályafutását sikertelen londoni klinikusként kezdte, ám hamarosan az egészségügyi statisztikák elismert tekintélyévé vált, emellett pedig elkötelezett híve volt az orvosi és társadalmi reformoknak. Megalapította saját folyóiratát, a *British Annals of Medicine, Pharmacy, Vital Statistics, and General Science* címmel, amely ugyan csak nyolc hónapig, 1837 januárjától augusztusig

működött, ám ezzel lehetőség nyílt, nagyobb szakmai cikkek megjelentetésére orvosi reformokról és egészségügyi statisztikákról. [2][3]

Az 1837-ben létrejött a General Register Office (Általános Nyilvántartási Hivatal), mely az 1836-os születési és halálesi nyilvántartási törvényeknek köszönhetően beindult a modern, polgári nyilvántartás rendszere. Farr 1839-ben csatlakozott a Nyilvántartó Hivatal munkatársaihoz, akikkel negyven évet töltött el, először, mint az eredmények összegzője, majd ezt követően, mint a Statisztikai Osztály felügyelője.[3] Farr hozzáállása újító volt. Kritikusan közelítette meg a felmerülő problémákat, alapos ellenőrzéseket végzett és pontos adatokkal dolgozott. Az adatok között fennálló kapcsolatokat a valószínűségek, arányok és egyéb matematikai műveletek segítségével elemezte, így eredményesen tudott előrejelzéseket készíteni. Gondolkodásmódja jótékonyan hatott a brit statisztikák minőségére. Az 1841-ben végzett népszámlálás, amit már maga a General Register Office végzett és ahol Farr, mint tanácsadó vett részt, sokkal eredményesebb volt, mint a korábbi censzusok. 1845-ben bevezette a szabványos halotti anyakönyvi kivonatot, amelyen 1902-ig szinte semmilyen változtatást nem végeztek. Az így gyűjtött statisztikai adatokat felhasználva Farr olyan elemzéseket tudott összeállítani, amelyek segítségével Anglia ezen a tudományterületen világ élvonalára került. [3]

John Snow

Az első korai, elismerten statisztikai, illetve epidemiológiai szakember az angol aneszteziológus John Snow (1813-1858) volt. Snow egy vizsgálatsorozattal próbálta a kolerajárvány terjedési módját és okát megtalálni Londonban, az 1850-es években.



2.Ábra A kolera okozta halálesetek helyszíni térképe a londoni Golden Square térségben, London, 1854 .Forrás: Snow J. Snow on cholera. London: Humphrey Milford: Oxford University Press; 1936.-és Centers for Disease Control and Prevention. Self Study course SS1978: Principles of Epidemiology in Public Health Practice: An Introduction to Applied Epidemiology and Biostatistics. <https://www.cdc.gov/csels/dsepd/ss1978/SS1978.pdf> alapján

Snow vizsgálatához készített egy térképet az általa vizsgált londoni területről (2.ábra).

Úgy vélte, hogy a víz lehet a kolera fertőzésének forrása, ezért a térképen feltüntette a kutak helyét („X”), majd kapcsolatot keresett a kolerás háztartások (fekete vonalak) megoszlása és a kutak elhelyezkedése között. Vizsgálódása során észrevette, hogy az „A” kúthoz több háztartás járt vízért, mint amit a távolság indokolt volna. Amikor kikérdezte az általa vizsgált terület (Golden Square) térségében élő lakosokat, azok elmondták, hogy kerülnek a „B” kutat, mert az erősen szennyezett, a „C” kút használata pedig a többség számára kényelmetlen volt, így onnan nem szívesen hordtak vizet az emberek.[2]

Ezen információk alapján, Snow arra a következtetésre jutott, hogy a Broad Streeti kút („A” kút) volt az elsődleges vízforrás és a legvalószínűbb fertőzés forrás is a legtöbb kolerában szenvedő beteg esetében. Snow észrevette továbbá azt is, hogy a Broad Streeti kúttól keletre található két háztömbnyi területen egyetlen kolerás eset sem fordult elő. A nyomozás során az is kiderült, hogy ott egy sörfőzde működik, amelynek külön, önálló, mély kútja volt. A sörfőzdek dolgozói ebből a kútból jutottak hozzá a vízhez, és mindennap kaptak egy adag malátalevet is. Ezekhez a tiszta folyadékforráshoz való hozzáférés magyarázatot adott arra, miért nem kapott kolerát a főzde egyik alkalmazottja sem.[2]

Elmélete bizonyításához, Snow arról kezdett információt gyűjteni, hol szereztek a kolerában szenvedő emberek a vizet, majd miután a bebizonyosodott, hogy a betegek körében elfogyasztott víz forrása szintén az „A” kút volt, Snow bemutatta megállapításait az városi kormányzati tisztviselőknek, akik ezt követően leszereltették a kút fogantyúját, ezzel pedig a járvány be is fejeződött.[2]

Snow második vizsgálatában összehasonlította az 1854-es kolera járvány adatait egy néhány évvel korábbi kolera járvány adataival. Snow-nak feltűnt, hogy a legmagasabb halálozási számokkal rendelkező kerületben két vízszolgáltató cég működött: a Lambeth Company és a Southwark and Vauxhall Company. Korábban mindkét cég a Temze London alatti szakaszánál nyerte ki a vizet, amely víznyerési pont így erősen kitett volt a városi szennynek, azonban 1852-ben a Lambeth Company áthelyezte víznyerési helyét a Temze egy felsőbb, London előtti szakaszára.[2]

1854 nyarán egy 7 hetes időszakban Snow összehasonlította a kolera mortalitást azokban a körzetekben, amelyek egyik vagy másik, vagy mindkét társaságtól kapták a vizet. Az eredményeket az alábbi táblázat mutatja.

Közet ellátását végző társaság	1851-es népességi adatok alapján ellátott lakosság száma	Kolera miatti halálozás az 1854 aug. 26. előtti hét hétben	Kolera halálozási arány 1000 lakosra vetítve
Csak Southwark and Vauxhall Company	167654	844	5,034
Csak a Lambeth Company	19133	18	0,940
Mind a két társaság	300113	652	2,173

3.Ábra: A kolera mortalitásának a vizet szolgáltató társaság szerinti összehasonlító táblázata John Snow 1854 nyarán végzett 7 hetes időszakot átfogó vizsgálata nyomán SNOW, J. (1936). Snow on cholera. London: Humphrey Milford. <https://wellcomecollection.org/works/twgega8g> alapján

A. táblázat adatai megmutatják, hogy a kolera halálozási arány több, mint ötször magasabb volt azokban a körzetekben, amelyekben csak a Southwark and Vauxhall Company szolgáltatott vizet (víznyerőhely London alatt), mint azokban, amelyeket csak a Lambeth Company szolgált ki (víznyerőhely London előtt). A mindkét vállalat által vegyesen biztosított körzetek halálozási rátája a két arány közé esett. Ezek az adatok, így összhangban voltak azzal a hipotézissel, miszerint a London alól a Temzéből nyert víz a kolera forrása.[14]

John Snow munkája során megállapította a napjainkban is tevékenykedő járványügyi szakemberek által is használt, új betegségek kitörésekor alkalmazott vizsgálati lépések sorrendjét. A megjelenő esetek és a populáció idő, hely és személy szerinti jellemzése alapján Snow tesztelhető hipotézist dolgozott ki. Ezután egy szigorúbban megtervezett tanulmány segítségével tesztelte elméletét, biztosítva, hogy az összehasonlítandó csoportok összehasonlíthatók legyenek. E tanulmány után pedig a járvány visszaszorítására irányuló erőfeszítések, a Southwark and Vauxhall Company vízvételi helyének megváltoztatására irányultak a szennyezőforrások elkerülése érdekében. Így, anélkül, hogy tudott volna a mikroorganizmusok létezéséről, Snow epidemiológiai vizsgálatokkal bebizonyította, hogy a víz a kolera átadásának hordozója lehet, és hogy az epidemiológiai információk felhasználhatók az azonnali és megfelelő közegészségügyi intézkedések megszervezésére.[2]

Munkája a leíró epidemiológiától a hipotézisek megalkotásán át a hipotézisek teszteléséig (analitikus epidemiológia) és az alkalmazásig kiválóan szemlélteti a klasszikus epidemiológiai gondolkodásmódot, ezért a mai napig őt tekintik az „epidemiológia atyjának” [2]

Az életstatisztikák alakulása az Egyesült Államokban

Amint a 19. század első harmadában, Európában megnőtt az érdeklődés a statisztikai adatok iránt, hasonló jelenség fordult elő az Atlanti-óceán túlsó partján is. Bár az orvostudomány, a statisztika és a tudomány általában az Egyesült Államokban ebben az időben még elmaradt az Európaitól, az USA két fontos szempontból mégis megelőzte a többi országot. Míg a legtöbb helyen az egyházi nyilvántartásokban szereplő keresztelők és temetések adatait vették alapul a statisztikák készítéséhez, addig a Massachusetts-öbölbeli kolónia már 1639-ben törvényt fogadott el, amely a joghatósága alá tartozó minden születésről és halálról felekezettől függetlenül jelentési kötelezettséget ír elő, ezáltal létrehozva az első teljes népességre kiterjedő központi kormányzati szinten kezelt adatgyűjtést. Ezt követően a többi kolónia is fokozatosan hasonló szabályozásokat kezdett elfogadni, és noha ez a rendelet nagyon modernnek tekinthető, sajnos a következő kétszáz évben az adatokat gyakran hiányosan és pontatlanul rögzítették.[3]

A második élenjáró példaértékű intézkedése az Egyesült Államoknak, az hogy alkotmányos felhatalmazással létrehozták a teljes népességre kiterjedő időközönként ismételt rendszeres népszámlálást, amiből az elsőt 1790-ben meg is tartották.[3]

1827-ben Nathaniel Niles (1791-1869) és John D. Russ (1801-1881) közzétette az első közegészségügyi statisztikákról szóló amerikai jelentést, amelyben New York, Philadelphia, Baltimore és Boston halálozási adatait hasonlítják össze. Ezt számos újabb vizsgálat követte, amelyek hatására fokozatosan nőni kezdett a nyomás és az igény az adatok megfelelőbb és pontosabb rögzítésére.[3]

1842-ben Massachusetts ismét vezető szerepű lett az államok között ugyanis, itt hozták létre elsőként, az egész államra kiterjedő egészségügyi nyilvántartási rendszert. Ezt követően a többi állam is hasonló rendszert hozott létre, így ezt az új rendszert tekinthetjük egy szervezett, országos népegészségügyi mozgalom kezdetének.[3]

A Statistical Society of London alapítását követően statisztikai társaságok alakultak New Yorkban és más amerikai városokban is. A legtöbb rövid életű volt, de az 1839-ben Bostonban alapított American Statistical Association tartósnak bizonyult. Érdekes adalék, hogy az 54 helyi tag közül mindössze csak 14 volt orvos. Lemuel Shattuck (1793–1859) könyvkiadó, politikus, történész volt a Társaság legfontosabb egészségügyi „statisztikusa”, aki egyben az 1842-es korábban említett nyilvántartási törvény fő előmozdítójának is tekinthető, ezen kívül jelentős szerepet játszott abban is, hogy az 1850-es népszámlálásban már a halálozási adatok okát is elkezdték vizsgálni.[3]

19. és 20. század

Az 1800-as évek közepétől, de főként végétől kezdve, a betegségek előfordulásának vizsgálatában egyre szélesebb körben kezdett terjedni az epidemiológiai módszerek alkalmazása. Ekkor a legtöbb vizsgálat az akut fertőző betegségekre összpontosult. Az 1930-as és 40-es években az epidemiológusok kiterjesztették módszereiket a nem fertőző betegségekre is. [2]

A második világháborút követő időszak robbanásszerű fejlődést hozott a kutatási módszerek és az epidemiológia elméleti megalapozásában és fejlődésében. Az epidemiológiát az egészséggel összefüggő legkülönbözőbb relációkban is használni kezdték, mint pl. viselkedések, ismeretek befolyása, stb. Olyan jelentős és új tanulmányok születését eredményezte ez az új látásmód, mint például Richard Doll (1912-2005) és sir Bredford Hill (1897-1991) brit orvosok tanulmányai, amelyben összekapcsolják a tüdőrákot a dohányzással [14], vagy a szív- és érrendszeri betegségek vizsgálata a massachusettsi Framingham lakosainak körében [15]. Ez a két példa jól mutatja, hogy az úttörő kutatók miként alkalmazták az epidemiológiai módszereket a krónikus betegségekre a második világháborút követő időszakban. Hasonló módszereket alkalmazva az 1960-as és az 1970-es évek elején sikerült a himlő világszintű felszámolása is, ami egy példátlan méretű eredménye volt, e tudás felhasználásának. [17]

Az 1980-as években az epidemiológiát kiterjesztették a sérülések és az erőszak tanulmányozására is. Az 1990-es években a molekuláris és genetikai epidemiológia is fejlődésnek indult (az epidemiológia kiterjesztése olyan molekulák és gének vizsgálata céljából, amelyek befolyásolják a betegség kialakulásának kockázatát). Eközben pedig a fertőző betegségek továbbra is kihívást jelentenek, mivel újabb fertőző ágensek jelentek meg vagy a korábbiak változtak meg (Ebola-vírus, HIV, gyógyszer rezisztens Mycobacterium tuberculosis, madárinfluenza, covid stb.), ráadásul pedig, azóta még a biológiai hadviseléssel, bioterrorizmussal is számolnia kell nemcsak a szakembereknek.[2]

Ma a közegészségügyi dolgozók az egész világon elterjedten használják az epidemiológiai módszereket, hogy jellemezzék közösségeik egészségét, és megpróbálják orvosolni kisebb és nagyobb problémáikat.[2]

Bár munkánk a nemzetközi epidemiológia fejlődéstörténetére terjed ki, mindazonáltal fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy Semmelweis Ignác (1818-1865) gyermekágyi lázzal kapcsolatos felfedezéséhez szintén részben statisztikai adatokra támaszkodva jutott el.[18, 19]

Következtetés

A 20. század végére a legtöbb iparosodott ország hatékony közegészségügyi statisztikai rendszereket épített ki, ezenkívül rendszeresítették a különböző felméréseket a lakosság egészségi állapotának és szükségleteinek felmérésére. A fejlődő országokban még sok tennivaló van az egészségügyi szolgáltatások

információs rendszereinek kiépítésével, amelyek segítségével a megfelelő irányba terelhetik az egészségpolitikát és a különböző programokat. A közegészségügy feladatai a járványok kordában tartása és felszámolása, az öregedő népesség problémáinak a megtalálása, a sikeres preventív tevékenység és az egészségfejlesztés. Azonban a megfelelő egészségügyi feladatok ellátásának biztosításához megbízható, releváns és időszerű egészségügyi statisztikákra van szükség, melyek iránt az igény egyre növekszik. A több évszázad alatt kifejlesztett módszertanok és a rendelkezésre álló adatrendszerek segítségével megfelelő mennyiségű forrás ráfordításával jelentősen javítható lehet az egyes populációk egészségi állapota a számok és azok helyes felhasználásának segítségével. [3]

Irodalom

1. LibreTexts, Microbiology Principles of Epidemiology. [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Book%3A_Microbiology_\(Boundless\)/10%3A_Epidemiology/10.1%3A_Principles_of_Epidemiology](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Book%3A_Microbiology_(Boundless)/10%3A_Epidemiology/10.1%3A_Principles_of_Epidemiology)
2. Centers for Disease Control and Prevention. Self Study course SS1978: Principles of Epidemiology in Public Health Practice: An Introduction to Applied Epidemiology and Biostatistics. <https://www.cdc.gov/csels/dsepd/ss1978/SS1978.pdf>
3. ADAMS, F. (1849). On Airs, Waters, and Places. *The Genuine Works of Hippocrates Translated from the Greek, 1*, 190-222. <http://classics.mit.edu/Hippocrates/airwatpl.mb.txt>
4. FEINLEIB, M. (2014). Health Statistics, History of. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat06128>
5. Lukács evangéliuma Lk. 2.1.-2.5 <http://mek.niif.hu/00100/00176/html/lk.htm>
6. Krónikák I. könyve 1 Krón 21.2 <http://mek.niif.hu/00100/00176/html/1kron.htm>
7. Számok könyve Szám 1.2-1.4 <https://mek.oszk.hu/00100/00176/html/szam.htm>
8. HALD, A. (1990). *A History of Probability and Statistics and Their Applications Before 1750*. Wiley, New York. <https://doi.org/10.1002/0471725161>
9. EKNOYAN, G. (1999). Santorio Sanctorius (1561–1636)—founding father of metabolic balance studies. *American journal of nephrology*, 19(2), 226-233. <https://doi.org/10.1159/000013455>
10. BING, F. C. (1971). The history of the word ‘metabolism’. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 26(2), 158-180. <https://doi.org/10.1093/jhmas/XXVI.2.158>
11. RENBOURN, E. T. (1960). The natural history of insensible perspiration: a forgotten doctrine of health and disease. *Medical history*, 4(2), 135-152. <https://doi.org/10.1017/S0025727300025229>
12. KOTZ, S., Balakrishnan, N., Read, C. B., & Vidakovic, B. (2005). *Encyclopedia of Statistical Sciences*, Volume 15. Second Edition, John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/0471667196>
13. CHEN, T. T. (2003). History of statistical thinking in medicine. *Advanced medical statistics, Chapter 1*, 4-5. https://doi.org/10.1142/9789812388759_0001
14. SNOW, J. (1936). *Snow on cholera*. London: Humphrey Milford. <https://wellcomecollection.org/works/twgega8g>
15. DOLL, R., & Hill, A. B. (1950). Smoking and lung cancer: preliminary report. *Brit Med J*, 2, 739-48. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.4682.739>

16. KANNEL, W. B. (2000). The Framingham Study: ITS 50-year legacy and future promise. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 6(2), 60-66 <https://doi.org/10.5551/jat1994.6.60>
17. FENNER, F., Henderson, D. A., Arita, I., Jezek, Z., & Ladnyi, I. D. (1988). *Smallpox and its eradication* (Vol. 6). Geneva: World Health Organization.
18. Semmelweis Ignác emlékezetére 150 évvel halála után főszerk. Monos, E.– Szél, Á, – Réthelyi, M. – Varga, B. Molnár, L. – Hüttl, T. – Hüttl, K. – Czeizel, E. – Rigó, J. – Papp, Z. – Rosivall, L. – Tretter, L. – Szikla, K. – Kiss, L. – Kapronczay, Katatlin – Kapronczay, Károly – Ács, N. – Romics, I. – Thomas, K. – Constance, E. P. – Osmo, H. – Ilkka, A. – Monos, E. (2015) Budapest : Semmelweis,. 296 p.
19. FORRAI J: EFFECT OF SEMMELWEIS 1. Ignac Semmelweis: infection control, statistical analysis and quality control KALEIDOSCOPEHISTORY, 2015.11. 156-168. <https://doi.org/10.17107/KH.2015.11.156-168>
20. ZABEL: Christine Historicizing Self-Interest in the Modern Atlantic World: A Plea for Ego?. Routledge 2021. <https://doi.org/10.4324/9781003022749>
21. BEST M, NEUHAUSER D: Pierre Charles Alexandre Louis: Master of the spirit of mathematical clinical science. *BMJ Quality & Safety* 2005;14:462-464. <https://doi.org/10.1136/qshc.2005.016816>