

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

Fodor István Természettudományi Kutatóközpont

Biológia és Kémia Tanszék

**FEJEZETEK BIOLÓGIA ÉS KÉMIA
TUDOMÁNYTÖRTÉNETBŐL**

II.

Dr. Kolozsvári István

Beregszász, 2025

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

Fodor István Természettudományi Kutatóközpont

Biológia és Kémia Tanszék

**FEJEZETEK BIOLÓGIA ÉS KÉMIA
TUDOMÁNYTÖRTÉNETBŐL**

II.

Oktatási segédanyag

A biológia története és általános elméleti alapjai (OK20) című tantárgyhoz

**a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola "A4.05 Biológia és ember egészsége"
képzési-szakmai program felsőoktatási alapképzésében részt vevő hallgatók számára**

Dr. Kolozsvári István

Beregszász, 2025

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ.....	7
1. A CITOLÓGIA TUDOMÁNYÁGÁNAK KIALAKULÁSA	8
1.1. Jan Evangelista Purkyně (1787–1869).....	8
2. A GENETIKA MEGSZÜLETÉSE.....	13
2.1. Johann Gregor Mendel (1822–1884)	13
2.2. Festetics Imre (1764–1847)	13
2.3. Hugo de Vries (1848–1935).....	14
2.4. Walther Flemming (1843–1905).....	15
2.5. Eduard van Beneden (1846–1910).....	16
3. A JÁRVÁNYOS ÉS FERTŐZŐ BETEGSÉGEK OKAINAK FELISMERÉSE	17
3.1. Edward Jenner (1749–1823)	17
3.2. Louis Pasteur (1822–1895)	18
3.3. Semmelweis Ignác Fülöp (1818–1865)	19
4. A KLASSZIKUS ATOMELMÉLET ÉS A SZTÖCHIOMETRIA MEGSZÜLETÉSE	21
4.1. Jeremias Benjamin Richter (1762–1807).....	21
4.2. John Dalton (1766–1844).....	21
4.3. Lorenzo Avogadro.....	22
4.4. Dimitrij Ivanovics Mengyelejev	22
5. AZ IMMUNOLÓGIA TUDOMÁNYÁGÁNAK KIALAKULÁSA.....	25
5.1. Ilja Iljics Mecsnyikov (1845–1916) – az immunológia úttörője.....	25
5.2. Robert Koch (1843–1910) – a modern bakteriológia atyja.....	25
5.3. Julius Richard Petri (1852–1921) – a Petri-csésze megalkotója.....	26
5.4. Dmitrij Jozzifovics Ivanovszkij (1864–1920) és a vírusok felfedezése.....	26
5.5. Friedrich August Johannes Löffler (1852–1915)	27
5.6. Frederich William Twort (1877–1950) és a bakteriofágok felfedezése	28
5.7. Charles Louis Alphonse Laveran (1845–1922) – a malária kórokozójának felfedezője	29
5.8. Ronald Ross (1857–1932) – a malária terjedésének felfedezője	30
5.9. Walter Reed (1851–1902) – a sárgaláz terjedésének feltárója	31
5.10. William Crawford Gorgas (1854–1920) – a trópusi járványok legyőzője	32
5.11. Charles Jean Henri Nicolle (1866–1936) – a tífusz terjedésének felfedezője	33
5.12. Rudolf Virchow (1821–1902) – a modern patológia és közegészségügy úttörője	34
5.13. Max Josef Pettenkofer (1818–1901) – a kísérleti egészségügy megalapítója	35
6. VITAMINOK ÉS HIÁNYBETEGSÉGEK FELFEDEZÉSE.....	37

6.1.	James Lind (1716–1794) – a skorbut megelőzésének úttörője	37
6.2.	Frederic Gowland Hopkins (1861–1947)	38
6.3.	Christiaan Eijkman és a beriberi felismerése	39
6.4.	A vitaminok koncepciója – Kazimierz Funk munkássága (1884–1967).....	40
6.5.	Joseph Goldberger (1874–1929) és a pellagra kutatása	41
6.6.	Elmer Vernon McCollum (1879–1967) és a vitaminrendszerezés.....	42
7.	IDEGKUTATÁS ÉS A PSZICHIÁTRIA KIALAKULÁSA	44
7.2.	Franz Anton Mesmer (1734–1815) és a mezmerizmus.....	44
7.3.	Marquis de Puysegur (1751–1825) és a szomnambulizmus	45
7.4.	James Braid (1795–1860) és a hipnózis tudományos alapjai.....	46
7.5.	Luigi Galvani (1737–1798) és az állati elektromosság.....	46
7.6.	James Esdaile (1808–1859) és a hipnotikus érzéstelenítés	47
7.7.	Albrecht von Haller (1708–1777) és a modern kísérleti fiziológia megalapítása.....	47
7.8.	Paul Broca (1824–1880) és a beszédközpont lokalizációja	48
7.9.	Gustav Theodor Fritsch (1838–1891) és Eduard Hitzig (1838–1904) – az agy motoros térfképeének vizsgálata.....	49
7.10.	Wilhelm Waldeyer-Hartz (1836–1921) és a neuronelmélet.....	49
7.11.	Camillo Golgi (1844–1926) és a modern idegtudomány alapjai.....	50
7.12.	Ernst Heinrich Weber (1795–1878) és az érzékelés fiziológiája	51
7.13.	Wilhelm Wundt (1832–1920) és a korai kísérleti lélektan.....	51
7.14.	Alfred Binet (1857–1911) és az intelligenciateszt tudományos megközelítése.....	52
7.15.	Ivan Pavlov (1849–1936) és a fiziológiai kutatások úttörője	53
7.16.	John Broadus Watson (1878–1958) és a behaviorizmus megalapozása	54
7.17.	Willem Einthoven (1860–1927) az elektrokardiográfia úttörője	55
7.18.	Hans Berger (1873–1941) és az elektroencefalográfia megalapozása.....	56
7.19.	Sigmund Freud (1856–1939) és a pszichoanalízis megszületése	57
7.20.	Carl Koller (1857–1944) és a helyi érzéstelenítés úttörője.....	57
7.21.	Alfred Adler (1870–1937) és az individuálpaszichológia kialakulása	58
7.22.	Carl Gustav Jung (1875–1961) és a kollektív tudattalan elmélete	59
7.23.	Burrhus Frederic Skinner (1904–1990) és a radikális behaviorizmus.....	60
8.	A HORMONELMÉLET MEGALKOTÁSA	61
8.1.	Ernest Henry Starling és William Maddock Bayliss – a hormonelmélet úttörői	61
8.2.	Jokichi Takamine – az adrenalin izolálásának úttörője	62
8.3.	Edward Calvin Kendall – a hormonkutatás úttörője	62
8.4.	Joseph von Mering és Oscar Minkowski – a cukorbetegség élettani hátterének feltárói.....	63
8.5.	Frederick Grant Banting és Charles Herbert Best – az inzulin felfedezői	64
8.6.	Adolf Friedrich Johann Butenandt – a nemi hormonok kutatója	64

8.7.	Bernardo Alberto Houssay – az agyalapi mirigy és a cukoranyagcsere kutatója.....	65
8.8.	Cso Hao Li – az agyalapi mirigy hormonjainak kutatója.....	65
9.	A SZEROLÓGIA KIALAKULÁSA ÉS A VÉRCSOPORTOK FELFEDEZÉSE	67
9.1.	Emil Adolf von Behring (1854–1917) és Paul Ehrlich (1854–1915).....	67
9.2.	Jules Bordet és a komplementrendszer felfedezése	68
9.3.	August von Wassermann és a szifilisz szerológiai diagnosztikája.....	68
9.4.	Karl Landsteiner és a vércsoportok felfedezése.....	69
9.5.	Sydney Ringer és az élettani oldatok fejlesztése.....	70
9.6.	Alexis Carrel (1873–1944).....	70
10.	A BAKTERIOLÓGIA ÉS AZ ANTIBIOTIKUMOK KUTATÁSA A XX. SZÁZAD ELSŐ FELÉBEN	72
10.1.	Gerhard Domagk (1895–1964).....	72
10.2.	René Jules Dubos (1901–1982).....	72
10.3.	Alexander Fleming (1881–1955).....	73
10.4.	Selman Abraham Waksman (1888–1973)	74
11.	A BIOKÉMIA ÉS A FIZIOLÓGIA FEJLŐDÉSE A XIX–XX. SZÁZADBAN	75
11.1.	Paul Müller Hermann	75
11.2.	Otto Fritz Meyerhof (1884–1951)	75
11.3.	Carl Ferdinand Cori (1896–1984) és Gerty Theresa Cori (1896–1958).....	76
11.4.	Fritz Albert Lipmann	76
11.5.	Hans Adolf Krebs (1900–1981).....	77
11.6.	Szent-Györgyi Albert (1893–1986)	77
11.7.	Rudolf Schönheimer (1898–1941)	78
11.8.	Melvin Calvin (1911–1997).....	78
11.9.	Hans Karl von Euler-Chelpin (1873–1964).....	78
11.10.	James Batcheller Sumner (1887–1955).....	79
11.11.	Theodor Svedberg (1884–1971).....	79
11.12.	Arne Wilhelm K. Tiselius	80
11.13.	John Cowdery Kendrew (1917–1997).....	80
11.14.	Hermann Emil Fischer (1852–1919)	81
11.15.	Richard Laurence Millington Synge (1914–1994).....	81
11.16.	Vincent du Vigneaud (1901–1978).....	82
11.17.	Wendell Meredith Stanley (1904–1971).....	82
11.18.	Wilhelm Ludvig Johannsen (1857–1927).....	82
11.19.	Thomas Hunt Morgan (1866–1945)	82
11.20.	Friedrich Miescher (1844–1895)	83
11.21.	Albrecht Kossel (1853–1927).....	83

11.22.	Maurice Hugh Frederick Wilkins (1916–2004).....	84
11.23.	Francis Harry Compton Crick (1916–2004) és James Dewey Watson (1928–).....	84
12.	VLAGYIMIR IVANOVICS VERNADSKIJ ÉLETE ÉS MUNKÁSSÁGA.....	85
13.	MAGYAR SZÁRMAZÁSÚ, KÁRPÁTALJAI KÖTŐDÉSŰ BIOLÓGUSOK	87
13.1.	Kitaibel Pál – orvos, zoológus, botanikus, vegyész.....	87
13.2.	Frivaldszky Imre – zoológus	88
13.3.	Frivaldszky János – zoológus.....	88
13.4.	Herman Ottó – az utolsó magyar polihisztor.....	89
13.5.	Kepes Gyula (1847–1924).....	91
13.6.	Timkó Imre (1875–1940) – agrogeológus	92
13.7.	Timkó György (1881–1945) – lichenológus, botanikus, etnográfus.....	93
49. ábra.	Timkó György kollégái körében (piros körrel jelölve).....	93
13.8.	Vágner Lajos (1815–1888) – botanikus, erdészeti szakember.....	94
13.9.	Margittai Antal – botanikus, matematika és fizika tanár	95
13.10.	Hrabár Sándor (1883–1959) – ornitológus, természettudós, múzeumigazgató.....	96
13.11.	Prof. dr. Fodor István (1907–2000) – kárpátaljai magyar botanikus, pedagógus és kutató	97
13.12.	Prof. dr. Balogh János (1913–2002).....	99
13.13.	Prof. dr. Krocskó Gyula (1934–2007), kárpátaljai magyar zoológus és ökológus	100
13.14.	Prof. dr. Szikura József (1932–2015) – botanikus, rektor	101
13.15.	Prof. Dr. Buczkó István (1930–2020) – kémikus, tanszékvezető.....	103
14.	MAGYAR ÉS UKRÁN SZÁRMAZÁSÚ NOBEL-DÍJASOK	105
	IRODALOMJEGYZÉK.....	107

ELŐSZÓ

Az emberi tudomány története során a tudás fokozatosan épült egymásra: minden új felfedezés újabb távlatokat nyitott a természet mélyebb megismerésében. A biológia, a kémia, az orvostudomány és a genetika kutatásai nemcsak az élet és a természet törvényeinek feltárását tették lehetővé, hanem alapvetően átalakították az ember mindennapi életét is. Jelen munka célja, hogy kronologikus és tematikus áttekintést adjon a 18–19. századi tudományos gondolkodás fejlődéséről: a kémia és az atomfogalom megszületésétől kezdve a biológiai elméleteken át az emberi egészség és a fertőző betegségek elleni küzdelemig.

A szöveg első egysége a kémia kibontakozását követi nyomon, különös tekintettel az atomelmélet, a sztöchiometria és a periódusos rendszer megjelenésére. Richter, Dalton, Avogadro és Mengyelejev munkássága a modern kémia alapjait rakta le, megteremtve a tudományos rendszerezést, amelyben az atomok, molekulák és elemek közötti összefüggések adják a logikai keretet.

A biológia és az orvostudomány fejlődésében a citológia, az embriológia és a mikrobiológia eredményei hoztak áttörést. Purkyně, Schleiden, Schwann, Baer, Semmelweis és Pasteur kutatásai nyomán feltárult a sejt és az embrió fejlődése, ugyanakkor sikerült azonosítani a fertőző betegségek kórokozóit is. E felismerések alapozták meg a megelőzés és a védőoltások kidolgozását, amelyek máig meghatározzák az orvoslás gyakorlatát.

Az örökléstan és az evolúció kutatása új dimenziót nyitott az élővilág megértésében. Mendel, Hugo de Vries és Walther Flemming munkái feltárták az öröklődési mintázatokat és a kromoszómák szerepét, míg Darwin, Wallace és Haeckel elméletei a fokozatos változás és a természetes szelekció fogalmaival adtak keretet az élőlények fejlődésének. Az ember eredetének és alkalmazkodásának vizsgálata így a tudományos gondolkodás keretein belül kapott magyarázatot.

Ez a munka a tudományos felfedezések összefonódó történetét tárja az olvasó elé, hangsúlyozva, hogy a tudás nem elszigetelt tények sorozata, hanem megfigyelések, kísérletek és elméletek egymásra épülő rendszere. A bemutatott eredmények segítségével átfogó kép bontakozik ki arról, miként született meg a modern természettudomány a kísérletezés, az elemzés és a kritikai gondolkodás folyamatos fejlődése révén.

1. A CITOLÓGIA TUDOMÁNYÁGÁNAK KIALAKULÁSA

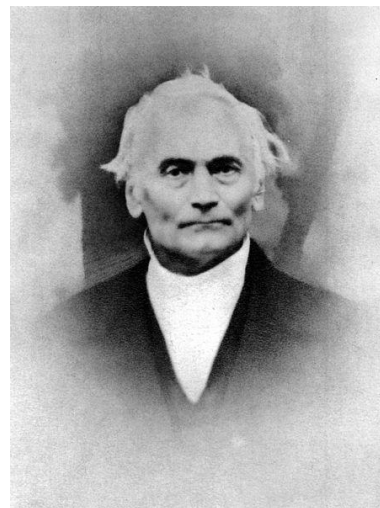
A citológia, vagy más néven sejttan, a biológia azon ága, amely a sejtek szerkezetével, működésével, fejlődésével és kölcsönhatásaival foglalkozik. A sejtek a minden élő szervezet alapvető egységei, és a sejtszintű vizsgálatok lehetővé teszik az életfolyamatok megértését mind az egyszerű egysejtű, mind a bonyolult, többsejtű szervezetek esetében.

A citológia fejlődése szorosan összefügg a mikroszkóp technológiájának fejlődésével. A korai mikroszkópokkal végzett megfigyelések azonban gyakran torzítottak, és félrevezetőek voltak, ami számos téves elmélet, például a preformáció tanának megszületéséhez vezetett, ezt láttuk a korábbi fejezetben. A preformáció hívei úgy vélték, hogy minden élőlény már teljesen kifejlett formában létezik a spermiumban vagy a petesejtben, és csupán növekedésre van szükség a kifejlődéshez.

A 18. század közepétől a mikroszkópos technikák fejlődése lehetővé tette a sejtek és szövetek valós szerkezetének megfigyelését. A tudományos vizsgálatok során kiderült, hogy a sejtek nem előre megformált mini-élőlényekből állnak, hanem differenciálatlan szöveitekből fejlődnek ki, majd specializálódnak az adott szervek és funkciók ellátására. Ezt az alapvető Kasper Friedrich Wolff epigenezis tana fogalmazta meg, amely forradalmasította az embriológia és a fejlődéstan korai kutatásait.

A 19. században a citológia tovább fejlődött, amikor Jan Evangelista Purkyně és kortársai bevezették a protoplazma fogalmát, felfedezték a sejtek szerkezetét, valamint feltárták azok fiziológiai működését. Ezek a kutatások nemcsak a sejtek és szövetek anatómiai és élettani jellemzőit tették ismertté, hanem előkészítették az utat a modern sejtbiológia és molekuláris biológia számára is.

A citológia ma már alapvető szerepet tölt be az orvostudományban, a genetikai kutatásokban, a fejlődésbiológiában és a gyógyszerkutatásban, hiszen minden életfolyamat a sejtek szintjén kezdődik, és a sejtek működésének megértése kulcsfontosságú a betegségek mechanizmusainak feltárásához és kezeléséhez.



1. ábra. Jan Evangelista Purkyně

1.1. Jan Evangelista Purkyně (1787–1869)

A citológia fejlődésében Jan Evangelista Purkyně (1787–1869) kiemelkedő szerepet játszott, mivel számos alapvető felfedezést tett a sejtek és a fiziológiai jelenségek terén. Purkyně volt az első, aki a tojásban található sejtanyagot protoplazmának nevezte, ezzel előkészítve a modern sejtbiológia alapfogalmát.

1839-ben megalapította a Fiziológiai Tanszékét a wrocławai egyetemen, majd 1842-ben a világon első hivatalos fiziológiai laboratóriumot szervezte meg, amely lehetővé tette a kísérleti fiziológiai kutatás rendszerszerű folytatását.

Purkyně számos fontos felfedezést tett a test működésével kapcsolatban:

- Megfigyelte a Purkinje-jelenséget, amely a fényssűrűség változására adott válaszreakciót írja le a szem receptorainak működésében.
- Leírta az ujjlenyomat 9 típusát, és ezeket kategóriákba rendezte: íves, tornyos, hurok jobbra, hurok balra, középtömlős, örvényes és ikerhurok.
- Felfedezte a Purkinje-rostokat, a szív ingervezető rendszerének utolsó tagját, amely a kamrák munkaizomzatát ingerülettel látja el a Tawara-szár végén.
- A kisagyban megfigyelt egy addig ismeretlen, sűrű dendritekkel rendelkező neuront, amelyet később Purkinje-sejtként neveztek el.
- Kutatta a különféle anyagok – pl. kámfor, ópium, nadragulya, terpentín és szerecsendió – emberi szervezetre gyakorolt hatásait, némelyik vizsgálatát önmagán végezte.
- 1833-ban leírta az izzadságmirigyek működését, hozzájárulva a bőr élettani ismereteinek fejlődéséhez.
- Nevéhez fűződik a vérplazma és a protoplazma fogalmának bevezetése is, amelyek a sejttanban alapvető szerepet játszanak.

Purkyně munkássága így egyszerre jelentett fogalmi tisztázást (pl. protoplazma), anatómiai leírásokat (Purkinje-sejtek, izzadságmirigyek), és fiziológiai mechanizmusok feltárását (színlátás, szív ingervezetés). Kutatásai révén a citológia és a kísérleti fiziológia alapjait teremtette meg a 19. században.

A 19. század során a citológia, rohamos fejlődésen ment keresztül, amelynek alapja a sejt mint az élet alapvető egységének felismerése volt. Matthias Jakob Schleiden német botanikus kimondta, hogy minden növény sejtekből épül fel, és az élet egysége maga a sejt. Schleiden munkája lehetővé tette, hogy a növények szerkezetét egységes alapelv alapján vizsgálják, amely

megmutatta, hogy a növényi élet minden formája sejtekhez köthető. Schleiden felismerései után Theodor Schwann, német fiziológus, kiterjesztette ezt az elméletet az állatvilágra is. Schwann kimondta, hogy minden állat sejtekből épül fel, és minden sejtet válaszfal vesz körül. Ez a felismerés jelentős lépést jelentett a sejtek általános érvényű szerepének megértésében, és lefektette a sejtelmélet alapjait, amely a biológia egyik sarokkövévé vált.

A citológia fejlődésében fontos szerepet játszott Karl Theodor Ernst von Siebold, aki 1845-ben az összehasonlító anatómiáról szóló könyvében részletesen foglalkozott a protozoákkal. Siebold rámutatott, hogy egyes sejtek nem csupán egy szervezet részeként működhetnek, hanem önálló életre is képesek. Megfigyelte a van Leeuwenhoek által felfedezett mikroszkopikus élőlényeket, és kimutatta, hogy ezek egyetlen sejtből álló önálló szervezetek. Minden protozoát sejtfa vesz körül, és belső szerkezeteik biztosítják az élethez szükséges összes folyamatot: táplálékfelvétel, emésztés és anyagcsere, környezetük érzékelése és a megfelelő reakciók, valamint növekedés és osztódás. Siebold eredményei egyértelművé tették, hogy a sejtek önálló életet élhetnek, és hogy az egysejtűek általában nagyobb és bonyolultabb felépítésűek, mint a szöveti sejtek.

A citológia fejlődésének következő jelentős állomása Karl Ernst von Baer munkássága volt. Von Baer 1827-ben fedezte fel az emlősállatok petesejtjét, és vizsgálta, miként fejlődik a pete független élőlényé. Kutatásait kétkötetes munkában tette közzé, amely jelentősen hozzájárult az embriológia tudományának megalapozásához. Von Baer felélesztette Kasper Friedrich Wolff epigenezis-elméletét, kimutatva, hogy a fejlődés kezdetén a petesejt differenciálatlan sejtrétegekből álló struktúrát hoz létre, amely később specializált szervekké alakul. E sejt- és szövettani alapkutatások során a különböző sejtrétegeket, amelyből az élőlény szervei kialakulnak, „csíralemezeknek” nevezte. A csíra ekkoriban minden kis életmagot jelentett, amelyből az élet fejlődhet. Később, 1845-ben Robert Remak nevezte el a csíralemezeket: az ektoderma a külső bőrt, a mezoderma a középső réteget, az entoderma pedig a belső bőrt képviseli, ezzel megalapozva a modern embriológiai anatómiai terminológiát.



2. ábra. Matthias Jakob Schleiden



3. ábra. Theodor Schwann

A sejtelmélet hivatalos megfogalmazásában kiemelkedő szerepet játszott Matthias Jakob Schleiden, aki a növények sejtjeit vizsgálva kimondta, hogy a sejt az élet alapvető egysége. Theodor Schwann kiterjesztette ezt az állatvilágra, és rögzítette, hogy minden sejtet válaszfal vesz körül. Ezáltal a sejtek mind a növények, mind az állatok esetében az alapvető szerveződési egységek lettek. Karl Theodor Ernst von Siebold tovább árnyalta a képet, rámutatva, hogy egyes sejtek önállóan is életképesek, és bemutatta a protozoák komplex életműködését.

Az embriológia fejlődésében a petesejt szerepének megértése kulcsfontosságú volt. Karl Ernst von Baer felfedezései az epigenezis elméletét igazolták, és bemutatták, hogy a fejlődés kezdetén a sejtek differenciálatlanok, majd specializált szervekké alakulnak. Robert Remak a csíralemezek pontos elnevezésével teremtette meg a modern embriológiai terminológiát, amely azóta is alapja a fejlődésbiológiai kutatásoknak.

A 19. századi citológiai kutatások során a mikroszkópok fejlődése lehetővé tette a sejtek, szövetek és protozoák részletes vizsgálatát, továbbá az életfolyamatok molekuláris szintű megértését. A modern citológia alapjait Schleiden, Schwann, Siebold, von Baer, Remak és Purkyně munkássága teremtette meg, akik az élet legkisebb szerveződési egységeit, a sejteket, azok felépítését, működését, osztódását és differenciálódását feltérképezték. E kutatások eredményeként vált lehetővé a sejtek funkcióinak, a fejlődő embriók és egysejtű szervezetek részletes vizsgálata, amely napjaink molekuláris és sejtbiológiai kutatásainak alapját képezi.

A citológia és az embriológia fejlődése a 19. század során szoros összefüggésben alakult, hiszen a sejtek működésének és a fejlődő embriók vizsgálatának módszerei kölcsönösen kiegészítették egymást. Karl Ernst von Baer munkássága alapvető áttörést hozott az embriológiai kutatásokban. Rájött, hogy nehéz megkülönböztetni egy ember, egy zsiráf vagy akár egy makrahal megtermékenyített petéjét a fejlődés korai szakaszában: az embrió apró, kezdetleges részei első látásra alig különböznek egymástól, és ugyanabból az apró alkotórészből fejlődhet ki az egyik esetben szárny, egy másikban kéz, mancs vagy uszony. Baer ezért úgy vélte, hogy az állatok közötti rokonsági viszonyokat helyesebb a kifejlődött szervezetek összehasonlítása helyett az embriók vizsgálatából levezetni. Kutatásai során azt is kimutatta, hogy a korai gerinces embrióknak időlegesen egyszerű gerinchúrja van: egy kemény pálcá, amely a hát mentén fut végig. Érdekes módon léteznek olyan egyszerű, halhoz hasonló élőlények, amelyek egész életük során megtartják ezt az egyszerű gerinchúrt, ami arra utal, hogy a fejlődési folyamat során bizonyos struktúrák átmeneti jellegűek, és csak a fejlődés előrehaladtával alakulnak át a végleges szervek.

A sejtek szerepének tisztázásában jelentős előrelépést hozott Rudolf Albert von Kölliker, svájci fiziológus és embriológus. Az 1840-es években ő mutatta ki, hogy a pete és a spermium egyedi sejtek, és hogy a spermium és a pete egyesüléséből keletkezik a megtermékenyített pete, amely önmagában is egyetlen sejt. Később Karl Gegenbaur német zoológus bizonyította, hogy még a viszonylag nagy madártojás is egyetlen sejtől indul ki, ami alapvető fontosságú volt az embriológia és a sejtbiológia összekapcsolásában. Herman Fol, szintén svájci zoológus, részletesen vizsgálta a tengeri sün petesejtjének és spermiumának egyesülését, és 1879-ben részletesen leírta a megtermékenyülés jelenségét. Ezzel bebizonyosodott, hogy minden soksejtű szervezet egyetlen sejtől, a megtermékenyített petéből keletkezik.

Baer munkáját a sejtelmélet fényében újraértelmezve kiderült, hogy a megtermékenyített pete osztódik, majd a kialakuló sejtek kezdetben nagyon hasonlítanak egymásra. A fejlődés során azonban ezek a sejtek fokozatosan specializálódnak különböző irányban, mígnem a felnőtt élőlény összes bonyolult szerkezete létrejön. A folyamat során az embrió sejtjei nem egyszerre, hanem fokozatosan válnak különbözővé, ami lehetővé teszi a komplex szervek és rendszerek kialakulását. Ez a megfigyelés a differenciálódás és a specializáció elméletének alapját képezte, amely máig meghatározó az embriológiai és fejlődésbiológiai kutatásokban.

Az 19. századi embriológia és citológia tehát egymást erősítve fejlődött. Baer felismerései rámutattak az embriók korai hasonlóságára és a fejlődés fokozatosságára, míg Kölliker, Gegenbaur és Fol munkája bizonyította, hogy minden fejlődő szervezet egyetlen sejtől indul ki. A sejtosztódás és a differenciálódás folyamatának megértése lehetővé tette, hogy a tudósok a fejlődő embriók mechanizmusait pontosan feltérképezzék, és megértsék, miként alakulnak ki a különböző szervek és rendszerek a kezdeti, látszólag azonos sejtekből. Ez az összefüggő megközelítés a modern citológia és embriológia alapjait teremtette meg, és megalapozta a fejlődésbiológia, valamint a molekuláris biológia további kutatásait.

2. A GENETIKA MEGSZÜLETÉSE

2.1. Johann Gregor Mendel (1822–1884)

Az örökléstan tudományának megalapozásában Johann Gregor Mendel (1822–1884) munkássága alapvető jelentőségű. Mendel célja az volt, hogy feltárja, miként öröklődnek az egyedek tulajdonságai, és megérti, hogy az örökletes jellegek nem véletlenszerűen keverednek, hanem szabályozott mintázatot követnek. Elmélete szerint minden örökletes tulajdonság mögött egy-egy „faktor” áll, amely meghatározza a tulajdonság kifejeződését, és ezek a faktorok különböző kombinációkban öröklődnek a következő generációkba.

Mendel gondosan előkészített kísérletei során főleg borsókon dolgozott, mivel ezek a növények jól megkülönböztethető, öröklődő tulajdonságokkal rendelkeznek, és könnyen keresztezhetők. Első lépésként létrehozta a „tiszta származéksorú” szülői nemzedéket (Parentes, P), amelyben az anyai és az apai példány egy vagy néhány jól elkülöníthető tulajdonságban tért el, például a mag formájában (gömbölyű vagy szögletes) vagy színében (sárga vagy zöld). E tiszta vonalú szülők keresztezéséből született az első hibridnemzedék (F1), amelynek tagjait szintén keresztezte egymással, így létrehozva a második hibridnemzedéket (F2). Mendel figyelemmel kísérte, hogyan oszlanak meg a szülői tulajdonságok a különböző generációkban, és statisztikai módszerekkel értékelte az adatok mintázatát.

A megfigyelésekből Mendel több alapvető szabályt vezetett le, amelyek a későbbi genetika alapjait képezték. 1865 februárjában előadásában a Brünni Természettudományi Egyesület ülésén ismertette eredményeit, majd 1866-ban publikálta a „Versuche über Pflanzen-Hybriden” című tanulmányát az egyesület évkönyvében. E munka révén vált nyilvánvalóvá, hogy az öröklődés szabályozott, mérhető folyamat, és minden egyes tulajdonság különálló egységekből, úgynevezett „faktorokból” áll, amelyek a genetika alapfogalmaivá váltak. Mendel kísérletei nemcsak a növények öröklődését világították meg, hanem hosszú távon az állati és emberi öröklődés megértéséhez is alapvető tudományos keretet biztosítottak.

2.2. Festetics Imre (1764–1847)

Festetics Imre (1764–1847) magyar gróf, természettudós és gazdálkodó a 19. század elején fogalmazott meg olyan gondolatokat, amelyek a későbbi genetikai kutatások előfutárainak tekinthetők. A kőszegi Georgikon alapító családjának tagjaként maga is nagy figyelmet fordított a mezőgazdasági tenyésztésre, különösen a juhtenyésztésre.

A gyapjúminőség javítása érdekében végzett keresztezési kísérletei során figyelte meg, hogy az egyes tulajdonságok, például a gyapjú finomsága vagy mennyisége nem

véletlenszerűen öröklődnek, hanem meghatározott szabályszerűségeket követnek. 1819-ben a "Természet törvényei az állattenyésztésben" (Die genetischen Gesetze der Natur in der Tierzucht) című művében négy pontban foglalta össze tapasztalatait, amelyeket ő „öröklés törvényeinek” nevezett.

Ezek között szerepel:

- hogy az utódok a szülők tulajdonságait nem azonos mértékben, hanem változó arányban öröklik,
- hogy bizonyos tulajdonságok nem keverednek, hanem külön megmaradnak,
- és hogy a tenyésztésben csak a megfelelő egyedek kiválasztásával érhető el tartós eredmények.

Bár Festetics nem dolgozott ki olyan matematikai arányokat, mint Gregor Mendel később a borsóval végzett kísérletei során, mégis ő volt az első, aki a „genetikai törvények” fogalmát leírta. Így Festetics Imrét sok kutató a „genetika atyjának” is nevezi, noha munkássága kevésbé vált ismertté nemzetközi szinten.

Mendel (1822–1884) jóval később, az 1850-es–1860-as években publikálta híres kísérleteit, de Festetics már mintegy fél évszázaddal előtte felhívta a figyelmet az öröklődés szabályszerűségeire. Festetics Imre volt az első, aki az öröklődés törvényszerűségeit felismerte és megfogalmazta, így Mendelt megelőzte a genetikai gondolkodás útján, még ha kísérletei nem is vezettek annyira pontos matematikai törvényekhez, mint Mendelé.

2.3.Hugo de Vries (1848–1935)

A mutáció és az ugrásszerű evolúció vizsgálatában Hugo de Vries (1848–1935) jelentős szerepet játszott. Holland botanikusként olyan jelenségeket tanulmányozott, amelyek arra utaltak, hogy az evolúció nem mindig folyamatos, fokozatos változásokon keresztül zajlik, hanem időnként hirtelen, ugrásszerűen jelennek meg új tulajdonságok. Egyik figyelemre méltó megfigyelése során egy nagy réten sétálva a ligetszépe (*Oenothera*) növényeit tanulmányozta, amelyeket nemrég vezettek be Hollandiába. Vriesnek feltűnt, hogy a virágok egy



4. ábra. Festetics Imre



5. ábra. Hugo de Vries

része, bár feltehetően ugyanattól az eredeti növénytől származott, mint a többiek, külső formájában jelentősen eltért a többitől.

Ezután a különböző virágokat hazavitte saját kertjébe, és külön ültette őket, hogy megfigyelhesse az egyedi tulajdonságok továbböröklődését. Kiderült, hogy ezek az eltérő jellemzők generációról generációra ismétlődnek anélkül, hogy fokozatos átmeneteket alkotnának a szülői formákkal. Vries megfigyeléseiből az következett, hogy időnként új növényváltozatok jelennek meg, amelyek markánsan különböznek az eredeti populációtól, és ezek az új tulajdonságok a következő nemzedékekre is átöröklődnek.

Ezzel Vries bebizonyította, hogy a genetikai változások nem mindig folyamatos, fokozatos módon zajlanak, hanem előfordulhatnak hirtelen, jól elkülöníthető ugrások, amelyek új fajok kialakulásához vezethetnek. Ez a felismerés jelentős hatással volt az evolúcióelméletre, kiegészítve Darwin természetes kiválasztódásának elvét azzal a ténnyel, hogy a változatosság nemcsak fokozatos változásokból, hanem hirtelen mutációkból is származhat. Hugo de Vries munkája így hozzájárult a modern genetika és az evolúcióbiológia fejlődéséhez, különösen az öröklődés és a mutáció összefüggéseinek megértésében.

2.4. Walther Flemming (1843–1905)

Walther Flemming (1843–1905) kiemelkedő szerepet játszott a kromoszómák felfedezése és a sejtosztódás megértése terén. A 19. század végére Mendel örökléstani kísérletei egyre nagyobb figyelmet kaptak, ugyanakkor a sejt belső szerkezetéről még nagyon keveset tudtak. Flemming azon tudósok közé tartozott, akik azt vallották, hogy a sejt belseje nem homogén massa, hanem jól elkülöníthető részekből áll. Különböző festési eljárásokat alkalmazott, hogy a sejtalkotókat vizsgálhassa, és eközben észrevette, hogy a sejttagon belül egy anyag különösen erősen köti a festéket, kiemelkedve a színtelen háttérből. Ezt az anyagot „kromatinnak” nevezte el, a görög „khromosz” szó alapján, ami színt jelent.



6. ábra. Walther Flemming

Flemming kísérleteiben gyakran sikerült éppen osztódó sejteket vizsgálnia, amelyek a festési eljárás következtében az aktuális osztódási fázisban maradtak meg. Megfigyelte, hogy az osztódás kezdetekor a kromatin sűrű, fonalszerű képződményekké alakul, amelyeket később kromoszómáknak neveztek, más szóval „színes testeknek”. Flemming a sejtosztódás folyamatát

„mitózisnak” nevezte, ami görögül fonalat jelent, utalva a fonalszerű struktúrára, amelyek mentén a sejt osztódik.

1882-ben Flemming publikálta a megfigyeléseit, részletesen leírva a sejtosztódás menetét. Munkája forradalmi jelentőségű volt, mert először mutatta be vizuálisan és kísérleti úton a sejtmag szerkezetének és az osztódásnak a kapcsolatát, ezáltal alapot teremtve a modern citológia és genetika számára. Felfedezései közvetlenül hozzájárultak a kromoszómaelmélet kialakulásához, amely később Mendel öröklési szabályaival összekapcsolva megmagyarázta, hogyan öröklődnek a tulajdonságok sejtszinten. Flemming munkája így alapvető mérföldkő volt az örökléstan és a sejtbiológia történetében, megnyitva az utat a molekuláris genetika fejlődése előtt.

2.5. Eduard van Beneden (1846–1910)

Eduard van Beneden (1846–1910), a belga citológus, Flemming munkáját folytatva alapvető felfedezéseket tett a kromoszómák működésével kapcsolatban. Kutatásai során két kiemelkedően fontos következtetésre jutott. Elsőként kimutatta, hogy egy adott szervezet különböző sejtjeiben a kromoszómák száma állandó, és minden fajra jellemző egy meghatározott kromoszómaszám. Ez a megfigyelés forradalmi jelentőségű volt, mivel lehetővé tette a fajspecifikus öröklődés sejtszintű vizsgálatát, és megalapozta a kromoszómaelméletet.



7. ábra. Eduard van Beneden

Másodszor, van Beneden felfedezte, hogy az ivarsejtek – tehát a petesejtek és a spermiumok – kialakulása eltér a testi sejtek osztódásától. Megfigyelte, hogy az ivarsejtek képződésekor a kromoszómák osztódása nem előzi meg a replikációt, így minden ivarsejt a testi sejtekhez képest csökkentett, felére esett kromoszómaszámmal rendelkezik. Ez a felismerés alapvető volt az ivaros szaporodás és a genetikai öröklődés megértésében, mert megmagyarázta, hogyan őrződik meg a kromoszómák számbeli állandósága az utódokban. A XX. század elejére a kutatások fokozatosan feltárták, hogy a kromoszómák mozgása és rendeződése az osztódás során szoros összefüggést mutat a Mendel által megfigyelt öröklődési mintázatokkal. Van Beneden eredményei így összekapcsolták a sejtbiológiát az örökléstannal, bizonyítva, hogy a kromoszómák nem csupán sejtszervecskék, hanem a genetikai információt hordozó struktúrák, amelyek szabályozott módon osztódnak az utódsejtek között. Munkássága alapvetően hozzájárult a modern genetika kialakulásához és az öröklődés molekuláris szintű megértéséhez.

3. A JÁRVÁNYOS ÉS FERTŐZŐ BETEGSÉGEK OKAINAK FELISMERÉSE

Az emberiség történetében a fertőző járványok mindig is meghatározó szerepet játszottak, alapjaiban befolyásolva a társadalmak fejlődését, a demográfiai folyamatokat és a gazdasági stabilitást. Már az ókori civilizációk, mint Egyiptom, Mezopotámia vagy Róma írásos feljegyzései is említik a pestist, a himlőt vagy a kolerát, amelyek hatalmas emberveszteséget okoztak, és társadalmi pánikot idéztek elő. A fertőző betegségek nemcsak az egyének életét veszélyeztették, hanem gyakran alapjaiban változtatták meg a közösségek szerkezetét, a migrációs mintázatokat és a politikai hatalmi viszonyokat is.

Az ember kezdetben a járványok okát misztikus erőkben vagy isteni büntetésben látta, ezért a megelőzés gyakran babonákhoz, rituálékhoz vagy vallási ceremóniákhoz kapcsolódott. A tudományos megközelítés csak a XVII–XVIII. században kezdett kibontakozni, amikor a megfigyelésen, kísérletezésen és dokumentált tapasztalatokon alapuló módszerek megjelentek a fertőző betegségek vizsgálatában. Ekkor vált nyilvánvalóvá, hogy bizonyos betegségek specifikus kórokozók által terjednek, és hogy a megfelelő beavatkozásokkal, mint például az izoláció, higiénia vagy később a vakcinázás, a fertőzések terjedése mérsékelhető.

A modern orvostudomány egyik alapvető vívmánya a védőoltások kifejlesztése, amely lehetővé tette, hogy az emberiség tudatosan és hatékonyan védekezzen a fertőző kórokozók ellen. Ebben a történetben kiemelkedő jelentőséggel bír Edward Jenner munkássága, aki a XVIII–XIX. század fordulóján bizonyította, hogy a tehénhimlővel történő immunizálás megvéd a halálos feketehimlő ellen. Jenner kísérletei nem csupán a vakcináció elméletét és gyakorlatát alapozták meg, hanem hozzájárultak a tudományos megfigyelés, a kísérletezés és az orvosi etika fejlődéséhez is, egyúttal megalapozva az immunológia tudományágát. Az ő felfedezése azt is példázza, hogy a gondos megfigyelés és a tudományos kíváncsiság hogyan vezethet olyan áttörésekhez, amelyek évszázadokon keresztül védelmet nyújtanak az emberiségnek a járványokkal szemben.

Ez a történeti és tudományos háttér adja az alapot annak megértéséhez, hogy az emberiség és a fertőző betegségek küzdelme nem csupán orvosi, hanem társadalmi, gazdasági és kulturális kérdés is volt, amely folyamatosan alakította az emberi civilizációt.

3.1. Edward Jenner (1749–1823)

Edward Jenner (1749–1823), angol orvos munkássága forradalmi lépést jelentett a fertőző betegségek elleni harcban. Egy tehenészlány megjegyzése indította el, aki azt állította, hogy miután átesett a tehénhimlőn, már nem kaphatja el a feketehimlőt. Jenner kíváncsisága és

tudományos elhivatottsága arra ösztönözte, hogy kísérletezzen a jelenség igazolására. A fiú, James Phipps, akit Jenner a Blossom nevű tehénhimlő hólyagjaiból származó váladékkal fertőzött meg, sikeresen átesett a tehénhimlőn, és később, amikor feketehimlőnek tették ki, nem betegedett meg. Ez a kísérlet bizonyította a vakcinázás hatékonyságát, amely azóta az egyik legfontosabb módszer a fertőző betegségek elleni védelemben.

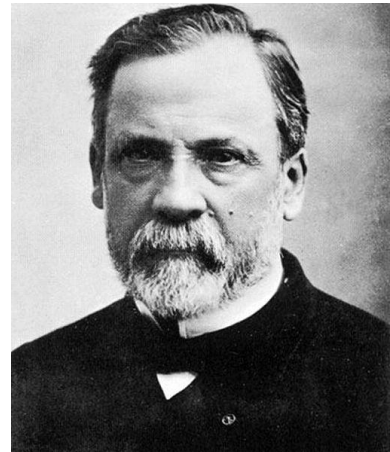
A vakcinázás elnevezése is innen ered: a tehén latin neve „vacca”, és Louis Pasteur használta először a kifejezést Jenner munkásságának tiszteletére. Jenner felfedezése ellenére a tudományos közösség kezdetben szkeptikus volt. Amikor megpróbálta tanulmányát publikálni a Londoni Királyi Társaságnál, elutasító választ kapott, amelyben azt írták, hogy a Társaság tagjának óvatosnak kellene lennie, és nem szabad kockáztatnia hírnevét azáltal, hogy olyan állítást nyújt be, amely ennyire eltér az elfogadott ismeretektől, és ráadásul hihetetlennek tűnik. Jenner ellenállása és kitartása azonban végül forradalmasította a járványok elleni védekezést, és alapját képezte a modern immunológiai kutatásoknak.



8. ábra. Edward Jenner

3.2. Louis Pasteur (1822–1895)

A fertőző betegségek és járványok hátterének feltárása az orvostudomány egyik legfordulatosabb és legmeghatározóbb fejezete volt a XIX. században, amikor a kórokozók világának megismerése gyökeresen átalakította a betegségekhez való viszonyulást. Louis Pasteur (1822–1895) munkássága alapvető mérföldkőnek számít ezen a területen, hiszen kutatásai révén világossá vált, hogy számos betegség oka konkrét mikroorganizmusokhoz köthető, és nem a spontán keletkezés vagy a rossz levegő („miasma”) következménye, ahogyan korábban hitték.



9. ábra. Louis Pasteur

Pasteur a fertőző betegségekkel 1865-ben kezdett intenzíven foglalkozni, amikor a francia selyemhernyókat sújtó járvány pusztított a lyoni selyemiparban. A selyemhernyók pusztulását okozó betegséget sikerült részletesen tanulmányoznia, és 1870-re azonosította a két fő kórokozót, a Pebrine-t és a Flacherie-t. Kutatásai során rámutatott, hogy a fertőzés átvitelének megelőzéséhez elengedhetetlen a peték gondos összegyűjtése és ellenőrzése, így

nem csupán tudományos, hanem gazdasági szempontból is megmentette a selyemipart a teljes tönkremeneteltől.

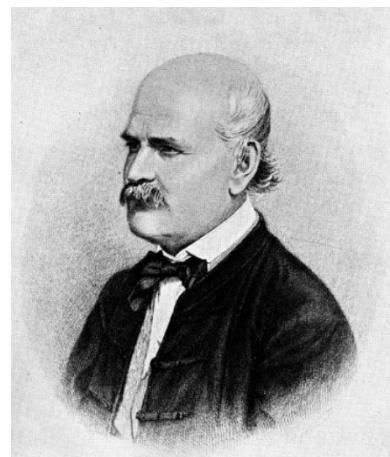
Pasteur később számos más infekzív mikroorganizmust is azonosított, például a *Staphylococcus* és *Streptococcus* baktériumokat. A medicina számára azonban legnagyobb jelentőséggel a lépfene (anthrax) kórokozójával kapcsolatos kutatásai bírtak. 1877-ben írt tanulmányaiban kimutatta, hogy a betegség kialakulásáért egy specifikus baktériumfajta felelős, és bebizonyította, hogy a kórokozó legyengítésével védőoltás, azaz vakcina készíthető. Ez a felfedezés alapjaiban változtatta meg a fertőző betegségek elleni küzdelem lehetőségeit, hiszen immár nem csupán a tüneteket lehetett kezelni, hanem a betegség kialakulását megelőzni is.

1879-ben Pasteur, Charles Chamberland és Émile Roux közösen a baromfikolerát tanulmányozva dolgozták ki a megelőző szeroterápia elvét, amely később a modern immunológia alapjává vált. Pasteur hírnevét azonban leginkább az addig rettegett veszettség elleni vakcina kifejlesztése emelte új szintre. 1881-ben kezdte meg Roux-val közösen az erre irányuló kutatásokat, és 1885-ben sikerült előállítaniuk az első sikeres oltóanyagot, amely nemcsak a kutyákat, hanem később az embereket is védelmet nyújtott a halálos kór ellen.

Pasteur munkássága tehát nem csupán a kórokozók azonosításában, hanem az aktív megelőző beavatkozások kidolgozásában is alapvető jelentőségű volt. Felfedezései révén a fertőző betegségek elleni küzdelem nem csupán a véletlenre vagy a természet erejére bízott próbálkozássá vált, hanem tudományos alapokra helyezett, kiszámítható és hatékony stratégia lett, amely máig meghatározza az immunológia és a közegészségügy gyakorlatát.

3.3.Semmelweis Ignác Fülöp (1818–1865)

Semmelweis Ignác Fülöp munkássága a fertőző betegségek elleni küzdelem egyik legfontosabb mérföldköve, különösen a gyermekágyi láz visszaszorításában. Semmelweis a bécsi Allgemeines Krankenhaus I. számú klinikáján szerzett tapasztalatai alapján felismerte, hogy a gyermekágyi láz kialakulásáért nem csupán a „rossz levegő” vagy a szerencse okolható, hanem konkrétan az orvosok és orvostanhallgatók felelősek, akik boncolás után fertőtlenítetlen kézzel vizsgálták a szülő nőket. Megfigyelte, hogy a II. számú klinikán, ahol a bábák nem végeztek boncolást, a halálozási arány jóval alacsonyabb volt.



10. ábra. Semmelweis Ignác Fülöp

Ez a felismerés vezette Semmelweist a higiénia alapvető fontosságának kimunkálásához. Bevezette a klórvizes kézmosást, amely hatékonyan eltávolította a kézre tapadt kórokozókat, bár az akkori tudományos háttér még nem ismerte a baktériumok szerepét a fertőzés kialakulásában. Ezzel a gyakorlattal jelentősen csökkentette a gyermekági láz halálozási arányát, és felhívta a figyelmet arra, hogy a fertőzés megelőzése érdekében a személyes higiénia, az aszepszis és az antiszeptikumok alkalmazása nélkülözhetetlen.

Semmelweis nem állt meg a kézmosásnál: kiterjesztette javaslatait a kórtermek takarítására, szellőztetésére, napoztatására, valamint az ágyneműk gyakori cseréjére is. A takarékoságból származó higiéniai hiányosságokat szigorúan büntette, például a szennyes ágynemű ismételt felhúzását elbocsátással sújtotta. Mindezek a lépések hozzájárultak a fertőzések visszaszorításához, ám módszereinek az akkori orvostársadalom jelentős ellenállásba ütköztek. Semmelweis küzdelme a tudományos ellenállással szemben hosszú és eredménytelennek tűnő harc volt: gyakorlati hasznossága és jelentősége csak a kórokozók későbbi felfedezése után nyert teljes körű elismerést.

Munkássága máig példaértékű a megelőzés-orientált orvoslásban, és alapjaiban formálta a modern kórházi higiénia, az aszepszis és az antiszeptikus eljárások kialakulását. Semmelweis felfedezése bizonyítja, hogy a fertőző betegségek elleni harcban az egyszerű, jól megfigyelhető és következetesen alkalmazott higiéniai gyakorlatok is életmentő hatással bírhatnak.

4. A KLASSZIKUS ATOMELMÉLET ÉS A SZTÖCHIOMETRIA MEGSZÜLETÉSE

A XVIII–XIX. század fordulóján a kémia tudománya alapvető átalakuláson ment keresztül. A vegyületek pontos összetételének és a kémiai reakciók mennyiségi szabályszerűségeinek feltárása lehetővé tette, hogy a kémiai folyamatokat ne pusztán kvalitatív módon, hanem matematikailag is értelmezzék. Ebben a fejlődésben kiemelkedő szerepet játszottak olyan tudósok, mint Jeremias Benjamin Richter, John Dalton és Lorenzo Avogadro, akik a vegyületek állandó súlyviszonyait, az atomok létezését és a gázok részecskeszámának törvényszerűségeit írták le. Munkáik megalapozták a modern kémia kvantitatív szemléletét és hidat képeztek a kémia, a fizika, valamint az anyagtudományok között.

4.1. Jeremias Benjamin Richter (1762–1807)

Jeremias Benjamin Richter a mai Lengyelországhoz tartozó sziléziai Hirschbergben született, és korai haláláig a berlini királyi porcelángyár bányászattal és vegyészettel foglalkozó osztályán dolgozott. Richter a kémiában a matematika és a mennyiségi viszonyok szerepének kiemelésével vált jelentőssé. Ő volt a titrálás felfedezője, amikor rájött, hogy az azonos súlyú savat semlegesítő különböző mennyiségű bázisok egyenértékűek egymással. Emellett kidolgozta az állandó súlyviszonyok, vagyis a sztöchiometria alapjait, kimondva, hogy a kémiai reakciókban a vegyületek mindig azonos súlyarányban reagálnak egymással. Ezzel párhuzamosan Joseph Proust is kimondta az elemek állandó arányú előfordulását a vegyületekben. Richter eredményeit két művében is közölte: „Der Stochiometrie oder Messkunst chemischer Elemente” (1792–1794) és „Über die neueren Gegenstände in der Chemie” (1792–1802).

4.2. John Dalton (1766–1844)

Angol tudós, egy tehetséges takács fia, már 12 évesen iskolát nyitott, majd a manchesteri New College kvéker iskolában a matematika és a természettudományok tanára lett. Dalton érdeklődése rendkívül sokoldalú volt, és számos kísérletet végzett gázokkal, ami a parciális nyomások törvényéhez vezetett. 1803 és 1810 között megfigyelte, hogy a nitrogén és az oxigén kétféle arányban is vegyülhet, például nitrogén-dioxid és dinitrogén-pentoxid képződik, amely 1807-



11. ábra. John Dalton

ben a többszörös súlyviszonyok törvényének kimondásához vezetett. Ezzel Dalton arra a következtetésre jutott, hogy az anyagnak léteznek legkisebb, oszthatatlan részei, az atomok. A Royal Society tagja volt, 1826-ban elnyerte a társaság aranyérmét, és levelező tagjává választotta a Francia Tudományos Akadémia.

Dalton atommodellje jelentős mérföldkő volt a kémia történetében. Táblázatba foglalta az elemek relatív atomsúlyát a hidrogént alapul véve, valamint három fő állítást fogalmazott meg az atomokról, amelyek ma már hamisnak bizonyultak: az atomok oszthatatlanok, azonos elemek atomjai mindenben azonosak, és különböző elemek atomjai mindenben különböznek. Munkájának jelentősége abban rejlik, hogy kísérletekkel és számolásokkal bizonyította az atomok létezését, valamint megalkotta az első kémiai szimbólumrendszert. Dalton egyes elemeknek, mint az oxigén, hidrogén, nitrogén, szén, kén, foszfor, arany, platina és ezüst, valamint vegyületeknek, például kalcium-hidroxidnak, kalcium-karbonátnak, kalcium-szulfátnak, kalcium-nitrát és kalcium-klorid, jelölést adott.

4.3.Lorenzo Avogadro

1811-ben Lorenzo Romano Amedeo Carlo DeMarkus Avogadro di Quaregna e di Cerreto olasz gróf felfedezte, hogy a gázok azonos térfogatában, azonos hőmérsékleten és nyomáson azonos számú részecske található, amely alapvető jelentőségű volt a gázok tulajdonságainak és a molekulatömegek meghatározásának megértésében. Avogadro felismerése később kulcsfontosságúvá vált a kémiai reakciók mennyiségi vizsgálatában, és szoros összefüggést mutat Richter és Dalton munkájával, mivel mindhárman a kémiai mennyiségi viszonyok feltárására törekedtek, megalapozva a modern kémia matematikai és kísérleti módszereit.



12. ábra. Lorenzo Avogadro

4.4.Dimitrij Ivanovics Mengyelejev

Dimitrij Ivanovics Mengyelejev a modern kémia egyik legnagyobb alakja, aki a periódusos rendszer megalkotásával alapjaiban változtatta meg az elemek és vegyületek tudományos értelmezését. 1834-ben született a szibériai Tobolszkban egy sokgyermekes család 17. gyermekeként. Édesapja, Ivan Pavlovics Mengyelejev, iskolaigazgatóként dolgozott, ám korán megvakult, így az édesanya, Maria Kornileva, vállalta a család fenntartását. Egy ideig

üveggyárat vezetett, amely azonban 1848-ban leégett, és a család anyagi helyzete nagymértékben romlott.

Édesanyja azonban eltökélt volt abban, hogy legkisebb fiát taníttassa, ezért 4000 km-t utazott vele különféle járműveken, hogy Szentpétervárra jusson, ahol Mengyelejev folytathatta tanulmányait. Bár az út és a küzdelmes életkörülmények rendkívüli megpróbáltatást jelentettek, Dimitrij befejezte tanulmányait, és hamarosan a Szentpétervári Egyetemen professzori rangra emelkedett. Tanári és kutatói pályája során rendkívüli tehetségével és szorgalmával hamar kiemelkedett a kortársai közül.

Mengyelejev egyik legnagyobb tudományos teljesítménye a periódusos rendszer megalkotása volt. 1869-ben publikálta az első változatot, amelyben az ismert 63 elemet rendszerezte az atomtömegük és kémiai tulajdonságaik alapján. Felismerte, hogy bizonyos tulajdonságok periodikusan ismétlődnek, így a vegyületek kémiai viselkedése előre jelezhetővé vált. Az új rendszer egyik legnagyobb erénye az volt, hogy hiányzó elemek helyét is előre jelezte, és megadta azok tulajdonságait, így lehetőséget teremtett új elemek felfedezésére. A későbbi években a hiányzó elemek közül több, például a gallium (1875), a szkandium (1879) és a germánium (1886) pontosan megfelelt Mengyelejev előrejelzéseinek, ami a periódusos rendszer tudományos megalapozottságát bizonyította.

Mengyelejev munkássága nem korlátozódott csupán a periódusos rendszerre. Számos egyéb területen is maradandót alkotott: tanulmányozta a kémiai egyenletek egyenértékűségi viszonyait, a gázok tulajdonságait, és foglalkozott ipari kémiai alkalmazásokkal, például a kőolaj-finomítással. Tudományos módszere a rendszeresség, a logikai elemzés és a kísérleti bizonyítás kombinációja volt, ami példaértékű a természettudományok történetében.

Mengyelejev elhivatottsága a kémia mellett a társadalmi és ipari kérdések felé is irányult. Részt vett az oktatás fejlesztésében, a tudományos közösségek szervezésében, és támogatta az ipari innovációkat. Élete során számos díjat és elismerést kapott, munkássága azonban leginkább a periódusos rendszer megalkotásában és annak sikeres alkalmazásában nyilvánult meg, amely a modern kémia alapkövévé vált, és a tudomány mai napig használja.

Mengyelejev életét és munkásságát a kitartás, a rendkívüli intellektus és a tudomány iránti elkötelezettség jellemezte. Bár nehéz körülmények között nőtt fel, és számos személyes tragédiát élt át, mégis képes volt a kémia történetében maradandót alkotni, és új távlatokat nyitott az elemek megértésében és rendszerezésében.

A periódusos rendszer megszületése hosszú folyamat eredménye, amely számos tudós megfigyeléseinek és próbálkozásainak alapult a 19. század első felében. Már 1816-ban Johann Wolfgang Döbereiner, a jénai egyetem professzora felfigyelt arra, hogy bizonyos elemek

csoportokba rendezhetők, melyek tulajdonságai hasonlóak. Ezeket a triádokat úgy írta le, hogy a középső elem atomsúlya közelítőleg megegyezik a két szélső elem atomsúlyának számtani középértékével. Például a kalcium, stroncium és bárium triádja jól szemlélteti ezt az összefüggést, akárcsak a klór, bróm és jód esetében. Döbereiner munkája megmutatta, hogy az elemek között bizonyos szabályszerűségek fedezhetők fel, de a triádok rendszere nem terjedt ki az összes ismert elemre, ezért korlátozott jelentőségű volt.

Később, 1863-ban, John Alexander Reina Newlands, egy londoni cukorfinomító vegyész, felállította az ún. oktávok törvényét. Megfigyelte, hogy ha az elemeket növekvő atomsúly szerint sorba rendezzük, minden nyolcadik elem kémiai tulajdonságai hasonlóak az elsőhöz. Bár Newlands felismerése fontos előrelépést jelentett, kortársai sokszor gúnyosan fogadták, és nem ismerték el tudományos érvényességét.

A valódi áttörést Dimitrij Mengyelejev érte el 1869-ben. Nagy hatással volt rá a karlsruhei kémiai konferencia, ahol az atomsúlyok rögzítését és a különböző elemek összehasonlítását tárgyalták. Mengyelejev zsenialitása abban rejlett, hogy a periodikusan ismétlődő kémiai tulajdonságokat tekintette döntőnek a csoportosításban, és nem pusztán az atomsúlyokra koncentrált. Ezzel lehetővé vált az elemek logikus, jól áttekinthető rendszerezése, ahol a növekvő atomsúly mellett a vegyületek kémiai viselkedése is követhető volt.

Különleges volt Mengyelejevben az a képesség, hogy üres helyeket hagyott a táblázatban, jelezve ezzel, hogy bizonyos elemek még felfedezésre várnak. Ezeknek a hiányzó elemeknek a fizikai és kémiai tulajdonságait előre jelezte, így például a később felfedezett germániumot „eka-szilíciumnak” nevezte, ahol az „eka” szanszkritül „egy” -et jelent, utalva arra, hogy az előző elemhez képest egy hellyel van arrébb a táblázatban.

Ez a fejlődési folyamat jól szemlélteti, hogy a periódusos rendszer nem egyik pillanatról a másikra született, hanem a korai triádoktól, az oktávok törvényén keresztül vezetett el Mengyelejev zsenialitásához, amely végül megalapozta a modern kémia egyik legfontosabb eszközét.

5. AZ IMMUNOLÓGIA TUDOMÁNYÁGÁNAK KIALAKULÁSA

5.1. Ilja Iljics Mecsnyikov (1845–1916) – az immunológia úttörője

Ilja Iljics Mecsnyikov bakteriológus és zoológus a 19. század végének egyik legnagyobb hatású kutatója volt, akinek munkássága jelentős mértékben hozzájárult a fertőző betegségek és a szervezet védekező mechanizmusainak megértéséhez. Különösen az immunrendszer működésének vizsgálatában ért el korszakos eredményeket.

Mecsnyikov kimutatta, hogy a vérben található fehérvérsejtek, különösen a falósejtek, azaz a fagociták aktívan részt vesznek a szervezet védekezésében. Megfigyelte, hogy ezek a sejtek tömegesen gyűlnek össze a fertőzés helyén, sőt képesek elhagyni a véredényeket, hogy közvetlenül támadják meg a kórokozókat. A folyamatot részletesen leírva hasonlította egy szabályos ütközethez, amelyben a baktériumok és a fehérvérsejtek „szemtől szembe” küzdenek.

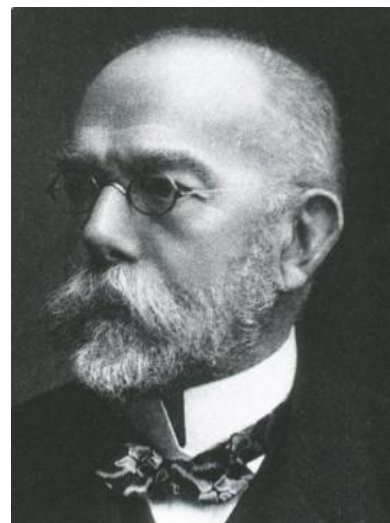
Noha nem minden esetben a fehérvérsejtek kerülnek ki győztesen, gyakran mégis sikerül megsemmisíteniük a kórokozókat. Ez a felismerés alapozta meg az immunológia fagocita-elméletét, amelyért Mecsnyikov később Paul Ehrlichkel megosztva 1908-ban megkapta az orvosi Nobel-díjat.

Felfedezései alapjaiban változtatták meg a fertőző betegségekről alkotott képet: bebizonyította, hogy a szervezet nem passzív elszenvedője a fertőzésnek, hanem aktív, sejtszintű védekező mechanizmusokkal rendelkezik. Ez a gondolat jelentette a modern immunológia megszületésének egyik kiindulópontját.

5.2. Robert Koch (1843–1910) – a modern bakteriológia atyja

Robert Koch német bakteriológus a fertőző betegségek kutatásának egyik legkiemelkedőbb alakja volt. Az ő munkásságának köszönhetően vált a bakteriológia önálló tudományággá, és szilárd alapokra helyeződött a fertőző betegségek kóroktanának tudományos magyarázata.

Koch elsőként tenyésztette ki a lépfene (anthrax) bacilusait, ezzel bizonyítva, hogy a betegség kialakulásáért egy meghatározott mikroorganizmus a felelős. Később felfedezte a tuberkulózis kórokozóját (1882) és a kolera baktériumát, a *Vibrio cholerae*-t (1884), amelyek világszerte milliók életét követelték. Eredményei nemcsak tudományos áttörést jelentettek, hanem lehetőséget adtak új megelőzési és kezelési stratégiák kidolgozására is.



13. ábra. Robert Koch

Koch nemcsak a kórokozók azonosításában volt úttörő, hanem a mikrobiológiai módszerek fejlesztésében is. Leírta a szilárd táptalaj elvét, kidolgozta a baktériumok tiszta tenyészetének előállítási módszerét, valamint a tárgylemezen történő baktériumfestést. Ezekkel az eljárásokkal a kutatók megbízhatóan tudták vizsgálni az egyes kórokozókat, elkülönítve más mikroorganizmusoktól.

Ezen kívül ő határozta meg a bakteriológiai állatkísérletek alapelveit, és elsőként javasolta a hővel történő sterilizálást, amely a mai sebészeti fertőtlenítési eljárások előfutárának tekinthető. Mindezek a felfedezések és módszertani újítások lehetővé tették, hogy a fertőző betegségek elleni küzdelem tudományos és gyakorlati alapokra helyeződjön. Kimagasló munkásságát 1905-ben Nobel-díjjal ismerték el.

5.3. Julius Richard Petri (1852–1921) – a Petri-csésze megalkotója

Koch mellett dolgozott fiatal kutatóként Julius Richard Petri, aki 1887-ben alkotta meg a róla elnevezett Petri-csészét, amely azóta a mikrobiológiai kutatások egyik alapvető eszközévé vált. A Petri-csésze egy alacsony falú, hengeres üvegből vagy műanyagból készült edény, amelyet elsősorban mikroorganizmusok, például baktériumok és gombák tenyésztésére használnak. Létrehozása előtt a táptalajokat üveglapokra vitték fel, ám ez nehézkes, szennyeződésekre hajlamos és kevésbé praktikus módszernek bizonyult. Petri újítása egyszerű, mégis forradalmi volt. A fedéllel ellátott edény lehetővé tette a táptalaj védelmét a külső szennyeződésektől, miközben jól átlátható és könnyen kezelhető tenyésztési felületet biztosított.



14. ábra. Julius Richard Petri

Az üvegből készült Petri-csészék sterilizálás után újrahasználhatók, míg a modern laborokban elterjedt műanyag változatok egyszeri használatra készülnek. Bár Petri találmánya első látásra egyszerűnek tűnik, máig nélkülözhetetlen eszköz a mikrobiológiában, orvostudományban és biotechnológiában.

5.4. Dmitrij Jozifovics Ivanovszkij (1864–1920) és a vírusok felfedezése

Dmitrij Jozifovics Ivanovszkij (1864–1920) botanikus és mikrobiológus a modern virológia megalapítójaként ismert. Tudományos munkássága forradalmi volt, mivel először

bizonyította, hogy léteznek a baktériumoknál kisebb, nem sejtes, fertőző ágensek, amelyek képesek növényeket megbetegíteni.

1892-ben Ivanovszkij a dohánymozaik-vírus (TMV) kutatásával foglalkozott. Kísérleteiben a fertőzött dohánylevelek nedvét baktériumszűrőn vezette át, amely visszatartotta a baktériumokat. A szűrletet egészséges növényekre juttatva azok szintén a jellegzetes mozaikos elváltozást mutatták. Ez az eredmény egyértelműen bizonyította, hogy a fertőző ágens kisebb, mint a baktérium, és így át tud jutni a baktériumszűrőn.

Ivanovszkij munkája több szempontból is úttörő volt:

1. Nem sejtes kórokozók létezésének bizonyítása: Ezzel megdöntötte a korábbi felfogást, miszerint minden fertőzés bakteriális eredetű.
2. Baktériumszűrő alkalmazása: A módszer lehetővé tette, hogy az ún. "szűrhető kórokozókat" elkülönítsék a sejtes mikroorganizmusoktól, és a későbbiekben ez vált a vírusvizsgálatok alapjává.
3. Fertőző tulajdonság és szaporodás vizsgálata: Bár a vírusokat az akkori fénymikroszkóp nem tudta kimutatni, Ivanovszkij megmutatta, hogy a kórokozó képes a növényekben replikálódni.

A "vírus" szó a latin *virus* („méreg”) kifejezésből származik. Eredetileg azt feltételezték, hogy a fertőző betegségekért nem sejtek, hanem mérgező anyagok felelősek. Ivanovszkij munkája alapjaiban változtatta meg ezt a nézetet, és új tudományos kategóriát vezetett be a mikrobiológiába. Ivanovszkij eredményei nyomán Martinus Willem Beijerinck holland botanikus függetlenül 1895-ben szintén a vírusok létezését igazolta, és megfogalmazta a „vírus” mint szaporodásképes, de sejten kívüli kórokozó fogalmát. Ez a felfedezés megalapozta a modern virológia tudományát, és később a vírusok osztályozásához, a vakcinák kifejlesztéséhez, valamint az antivirális kutatásokhoz vezetett.

Ivanovszkij munkássága nemcsak a növényeket fertőző vírusok kutatásában volt úttörő, hanem a nem sejtes mikroorganizmusok felfedezésével alapjaiban változtatta meg a mikrobiológia és az orvosi kutatások szemléletét. Felfedezése a biológia egyik legfontosabb mérföldköve, amely megalapozta a 20. században kibontakozó virológiai kutatásokat és a fertőző betegségek elleni védekezés modern módszereit.

5.5. Friedrich August Johannes Löffler (1852–1915)

Friedrich August Johannes Löffler német bakteriológus a mikrobiológia és az immunológia fejlődésében játszott kulcsszerepet, különösen a fertőző betegségek kórokozóinak azonosítása és az ellenük való védekezés terén.

1884-ben Edwin Klebsszel együtt felfedezte a diftéria kórokozóját, amelyet később Klebs-Löffler-bacilusnak neveztek el (*Corynebacterium diphtheriae*). Egyidőben Émile Roux-val és Alexandre Yersinnel Löffler kimutatta, hogy a diftéria betegséget a diftériatoxin nevű mérgező fehérje okozza. További vizsgálatai során megállapította, hogy bizonyos állatok immunissá válhatnak a diftériával szemben. Ez a felfedezés közvetlenül elősegítette Emil von Behring diftéria-antitoxin kifejlesztését, amely a szerológia és a passzív immunizálás korai példája lett.

Löffler 1879 és 1884 között Berlinben Robert Koch mellett dolgozott a Birodalmi Egészségügyi Hivatalban. 1888-tól a Greifswaldi Egyetem higiénia professzora volt, 1903–1907 között rektori tisztséget töltött be, majd 1913-ban a berlini Robert Koch Intézet igazgatójává nevezték ki. Munkássága a fertőző betegségek elleni kutatásokat alapozta meg Németországban és nemzetközileg.

Löffler kutatásai nem korlátozódtak a diftériára:

- Sertésorbánc és sertéspestis (1885): kimutatta a kórokozóikat, elősegítve az állatbetegségek elleni védekezést.
- Takonykór (száj- és körömfájás): Paul Froschsal együtt felfedezték, hogy a betegség vírusos eredetű, ez volt az első állatbetegség, amelyet vírus okozottnak ismertek el. Löffler kidolgozta a betegség ellenszérumát, megalapozva a modern vírusellenes immunológiai kutatásokat.
- Pfeifferella (*Malleomyces*) mallei: Wilhelm Schützcel együtt azonosította a takonykór kórokozóját, amely a humán és állati fertőző betegségek kutatásában jelentős előrelépés volt.

Löffler munkája átfogóan hozzájárult a bakteriológia, virológia és immunológia fejlődéséhez. Nemcsak a kórokozók azonosításában volt úttörő, hanem a szérumterápia és a fertőző betegségek megelőzésének korai módszereit is kidolgozta. Az általa felfedezett mechanizmusok és módszerek máig alapvetőek a mikrobiológiai és klinikai kutatásokban.

5.6. Frederich William Twort (1877–1950) és a bakteriofágok felfedezése

Frederich William Twort angol bakteriológus az új típusú, baktériumokat fertőző vírusok, a bakteriofágok felfedezésében játszott úttörő szerepet. Pályafutása során Twort több szempontból is a mikrobiológia élvonalában dolgozott, és jelentősen hozzájárult a vírusbiológia kialakulásához.

Twort a bakteriológia korai úttörőjeként kezdte munkáját, amikor a baktériumok táptalajon való tenyésztése még nem volt teljesen megoldott. 1910 környékén sikerült olyan, addig tenyésztetetlennek hitt baktériumokat, mint a leprát vagy a paratuberkulózist okozó kórokozókat, táptalajon szaporodásra bírnia. Ezzel hozzájárult a bakteriológia technikai alapjainak megerősítéséhez.

Munkássága később a vírusok felé fordult, amelyek ekkor még nagyrészt ismeretlenek voltak. Twort célja az volt, hogy ezeknek a kórokozóknak a táptalajon való szaporítását is elérje. Bár a baktériumszűrőn áthatolni képes vírusok táptalajon való tenyésztése a mai tudásunk szerint lehetetlen, Twort kísérletei új jelenségekre hívták fel a figyelmet.

Az egyik kísérlet során agaros táptalajon himlővírussal beoltott baktériumokat vizsgált. Eleinte csak néhány elburjánzó Staphylococcus-telepet talált, ám később átlátszó, üvegszerű foltok jelentek meg a baktériumtelepek szélén. Twort felismerte, hogy ezek a foltok elpusztult baktériumokat tartalmaznak, és arra következtetett, hogy a baktériumokat valamilyen vírus pusztítja el. Így felfedezte a bakteriofág vírusokat, amelyek kifejezetten baktériumokat képesek fertőzni és elpusztítani.

1917-ben Felix Hubert d'Herelle kanadai bakteriológus Tworttól függetlenül ugyanezt a jelenséget figyelte meg, és a baktériumokat fogyasztó vírusokat „bakteriofágoknak” (bakteriumevőknek) nevezte el. Twort és d'Herelle munkája megalapozta a modern virológia és bakteriológia egyik új területét, a bakteriofág-kutatást, amelynek később kulcsfontosságú alkalmazásai lettek az antibiotikumrezisztens baktériumok elleni terápiában.

5.7. Charles Louis Alphonse Laveran (1845–1922) – a malária kórokozójának felfedezője

Charles Louis Alphonse Laveran francia orvos a fertőző betegségek kutatásának egyik meghatározó alakja volt, különösen a protozoonok okozta kórokat illetően. 1874-ben apja nyomdokába lépett, amikor átvette helyét a párizsi École de Val-de-Grâce katonai orvosi intézetben. Pályafutásának kezdetétől fogva kiemelten foglalkozott a katonák körében pusztító betegségekkel és járványokkal, amelyek a hadseregek egészségét és harcképességét komolyan veszélyeztették.

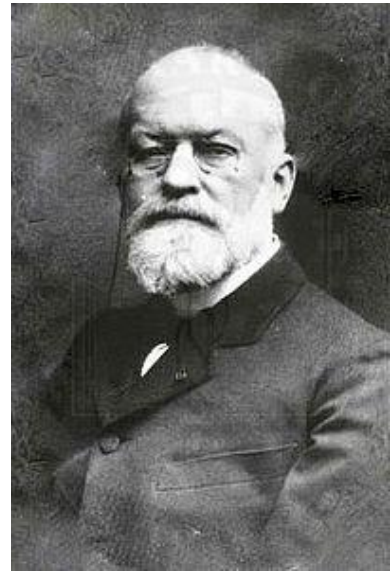
Amikor 1878-ban hivatali ideje lejárt, Laveran visszatért Algériába, ahol a mediterrán térség egyik legsúlyosabb egészségügyi problémájával, a maláriával kezdett el alaposan foglalkozni. Kutatásai során alapvető felismerésre jutott: megfigyelte, hogy a malária kialakulásáért nem miasma vagy rossz levegő felel, ahogy azt akkoriban széles körben hitték,

hanem egy protozoon nevű egysejtű eukarióta élőlény, amely az emberi vérben él és szaporodik. Ezzel ő volt az első, aki bebizonyította, hogy egy protozoon képes közvetlenül emberi betegséget okozni.

Laveran később más kórokozók vizsgálatában is jelentős eredményeket ért el. Nevéhez fűződik többek között az álomkórt kiváltó ostoros protozoonok leírása is, amelyek Afrikában okoztak hatalmas pusztítást. Munkásságával így nemcsak a malária kutatásában, hanem általában a protozoonok által kiváltott emberi betegségek megértésében is úttörő szerepet vállalt.

Tudományos eredményeinek elismeréseként 1907-ben orvosi-életteni Nobel-díjat kapott a protozoonok által okozott betegségek kutatásáért. A díjjal járó pénzjutalom felét nagylelkűen a Pasteur Intézetnek adományozta, ezzel is elősegítve a higiéniai és fertőzésmegelőzési kutatásokat.

Laveran munkássága mérföldkőnek számít a fertőző betegségek történetében, hiszen rámutatott arra, hogy az emberi kórokozók sokkal változatosabbak, mint azt korábban gondolták. Felfedezései megnyitották az utat a parazitológia modern kutatásai előtt, és alapvetően hozzájárultak a malária elleni harc tudományos megalapozásához.



15. ábra. Charles Louis Alphonse Laveran

5.8. Ronald Ross (1857–1932) – a malária terjedésének felfedezője

Ronald Ross angol orvos a malária elleni küzdelem egyik legjelentősebb alakja volt, aki munkásságával alapvetően járult hozzá a betegség terjedési módjának megértéséhez és a védekezési lehetőségek kidolgozásához. Fiatal korában maga is elkapta a maláriát, és ez a személyes tapasztalat döntően befolyásolta pályafutását: elhatározta, hogy életét ennek a pusztító betegségnek a kutatására szenteli.

Ross 1892-től kezdődően célzottan vizsgálta a malária biológiai hátterét és terjedési módját, különösen az Indiában elterjedt szúnyogpopulációk körében. Kalkutta közelében végzett terepkutatásai során felismerte, hogy a betegség átvitelében az Anopheles nemzetségbe tartozó szúnyogok játszanak kulcsszerepet. Kísérleteivel és megfigyeléseivel sikerült bizonyítania, hogy a malária kórokozója a szúnyogok közvetítésével jut át egyik gazdaszervezetből a másikba, vagyis a szúnyog a betegség vektora. Ez a felfedezés forradalmi áttörést jelentett, hiszen megmutatta, hogy a malária nem közvetlen emberről emberre terjed, hanem egy köztes gazdaállat útján.

Ross kutatásai során arra is rámutatott, hogy a malária visszaszorításában a szúnyogállomány gyérítése kulcsfontosságú szerepet játszik. Megfigyelte például, hogy a szúnyogok víztől való távoltartása, a pangó vizek felszámolása, illetve a tenyészhelyek kiirtása jelentősen csökkenti a populáció méretét, és ezzel együtt a malária terjedését is. Bár magát a betegség gyógymódját nem sikerült megtalálnia, munkássága mégis több százezer ember életének megmentését alapozta meg.



16. ábra. Ronald Ross

Elismerésként Ronald Ross 1902-ben orvosi-élettani Nobel-díjat kapott, amiért feltárta a malária fertőzés biológiai és ökológiai vonatkozásait. Tudományos érdemei mellett 1911-ben lovagi rangra is emelték. Indiában, ahol kutatásainak jelentős részét végezte, a mai napig nagy tisztelet övezi nevét: utcákat és köztereket neveztek el róla hálából azért, hogy kutatásai közvetve hozzájárultak a betegség visszaszorításához. Számos ország tudományos társasága is tiszteletbeli tagjává választotta, elismerve munkásságának globális jelentőségét.

Ronald Ross életműve mérföldkönek számít a járványtan és a parazitológia történetében. Az általa tett felismerések nélkülözhetetlen alapot teremtettek a malária elleni védekezési stratégiákhoz, amelyek a mai napig hatással vannak a közegészségügyre.

5.9. Walter Reed (1851–1902) – a sárgaláz terjedésének feltárója

Walter Reed amerikai katoniorvos az 1900-as évek elején a fertőző betegségek kutatásának egyik kulcsfigurája volt. Nevét leginkább a sárgaláz terjedésének feltárásával kapcsolatban őrizte meg a tudománytörténet. 1900-ban kapta meg azt a megbízást, hogy a Kubában pusztító járvány hátterét tanulmányozza, amely akkoriban hatalmas közegészségügyi problémát jelentett az amerikai hadsereg és a helyi lakosság számára egyaránt.

Reed munkája szorosan kapcsolódott Carlos Juan Finlay kubai orvos korábbi feltevéséhez, aki már a XIX. század közepén azt állította, hogy a sárgaláz terjesztésében egy moszkítófaj játszik döntő szerepet. Ezt a hipotézist azonban addig nem sikerült egyértelműen igazolni, ezért Reed és kutatócsoportja célzott kísérletekbe kezdett, hogy bizonyítsák vagy cáfolják a feltételezést.

Engedélyt kapva emberkísérletek végzésére, gondosan kiválasztott önkéntesek bevonásával folytatta munkáját. A résztvevők közül kizárták azokat, akik korábban már átestek a betegségen, hiszen immunisnak számítottak, így az eredmények torzítását elkerülték. A

kísérletek során mintegy száz embert fertőztek meg olyan moszkítókkal, amelyeket előzőleg sárgalázás betegek vérével tápláltak.

Az eredmények drámaiak voltak: több önkéntes súlyosan megbetegedett, néhányan pedig életüket veszítették. Ugyanakkor a kísérletek egyértelműen igazolták, hogy a sárgaláz terjedésében a moszkítók vektorszerepe döntő jelentőségű. Emellett arra is fény derült, hogy a fertőzöttek filtrált vérszéruma, tehát a vér sejtjes elemeitől megtisztított folyadék önmagában is képes a betegséget továbbadni. Ez a felismerés hozzájárult ahhoz, hogy a sárgalázatot a vírusos betegségek közé sorolják, még mielőtt a vírusokat közvetlenül megfigyelhették volna.



17. ábra. Walter Reed

Reed munkássága nemcsak tudományos áttörést hozott, hanem közvetlen gyakorlati következményekkel is járt. A moszkítóirtási programok bevezetésével jelentősen sikerült visszaszorítani a sárgaláz terjedését Kubában, és ezzel sok ezer életet megmenteni. Bár maga Reed 1902-ben váratlanul meghalt tífuszban, munkája maradandó hatást gyakorolt a járványtan fejlődésére, és úttörő szerepet játszott a modern virológia kialakulásában.

5.10. William Crawford Gorgas (1854–1920) – a trópusi járványok legyőzője

William Crawford Gorgas amerikai katonaoorvos a XX. század elején vált világszerte ismertté, amikor döntő szerepet játszott a sárgaláz és a malária visszaszorításában Közép-Amerikában. 1904-ben, amikor Panama szerződést kötött az Egyesült Államokkal a csatorna megépítésére és a csatornaövezet átengedésére, az amerikai kormány tisztában volt azzal, hogy a vállalkozás sikerét nemcsak mérnöki, hanem egészségügyi kihívások is veszélyeztetik. A térség ugyanis hírhedt volt a trópusi járványokról, amelyek a korábbi francia csatornaépítési kísérleteket is megghiúsították.

A csatornaövezetbe küldték Gorgast, aki már korábban tapasztalatot szerzett a sárgaláz elleni védekezésben Havannában, és jól ismerte Walter Reed kutatási eredményeit, amelyek a betegség szúnyog általi terjedését bizonyították. Gorgas az ottani tapasztalatokat következetesen alkalmazta Panamában: átfogó közegészségügyi intézkedéseket vezetett be, amelyek középpontjában a moszkítóirtás állt.

Módszerei sokrétűek voltak: rendszeresen lecsapolták az állóvizet, olajjal fedték be a szúnyogtenyésztő helyeket, szúnyoghálót osztottak az embereknek, és szigorú higiéniai

szabályokat vezettek be a munkatáborokban. Emellett a malária ellen is szervezett védekezést, például kinin alkalmazásával, amely akkoriban a leghatékonyabb gyógyszer volt a betegség kezelésére.

Az intézkedések hatása rövid időn belül látványos volt. Két év alatt sikerült felszámolnia a sárgaláz járványos jelenlétét, és jelentősen visszaszorította a malária terjedését. Ezzel nemcsak több ezer munkás életét mentette meg, hanem lehetővé tette, hogy a Panama-csatorna építése zavartalanul folytatódjon, és végül sikeresen befejeződjön.

Gorgas munkássága példát mutatott arra, hogy a közegészségügyi intézkedések és a tudományos kutatás eredményei kéz a kézben képesek legyőzni a legpusztítóbb járványokat is. Munkáját világszerte elismerték: a trópusi orvostan egyik úttörőjeként tartják számon, aki hozzájárult ahhoz, hogy a sárgaláz és a malária többé ne jelentsen leküzdhetetlen akadályt az emberi közösségek számára.

5.11. Charles Jean Henri Nicolle (1866–1936) – a tífusz terjedésének felfedezője

Charles Jean Henri Nicolle francia orvos a 20. század elején vált világszerte ismertté, amikor úttörő felfedezést tett a kiütéses tífusz terjedésének mechanizmusáról. 1920-ban kinevezték a tunéziai Pasteur Intézet igazgatójává, amely Észak-Afrikában a járványok tanulmányozásának egyik legfontosabb központja volt. Itt volt lehetősége alaposan megfigyelni a tífuszjárványokat, amelyek a térségben rendszeresen pusztítottak.

Nicolle egyik legfontosabb felismerése a kórházi megfigyeléseiből származott. Azt tapasztalta, hogy a betegség a kórházon kívül rendkívül ragályos, a közösségekben gyorsan terjedt, ugyanakkor a kórház falain belül egyáltalán nem. Ez a jelenség felkeltette érdeklődését, és arra ösztönözte, hogy megértse, mi okozza a különbséget.

A magyarázatot végül az intézmény higiéniai szabályaiban találta meg: a betegeket a felvétel előtt levetkőztették és megfürdették, ruháikat elkülönítették vagy megsemmisítették. Nicolle arra következtetett, hogy a fertőző tényező nem közvetlenül az emberi testből származik, hanem valamilyen külső hordozóhoz kötődik.

Vizsgálatai során a ruhatetűt gyanúsította meg, mint közvetítő szervezetet. Állatkísérletekkel sikerült bebizonyítania, hogy a tífusz valóban csak a tetvek csípése révén



18. ábra. Charles Jean Henri Nicolle

terjed. Ez a felismerés korszakalkotó volt: világossá tette, hogy a betegség elleni védekezés kulcsa a tetvek irtása és a higiéniai körülmények javítása.

Nicolle kutatásai messzemenő hatással voltak a közegészségügyre. Nemcsak a tífusz elleni küzdelem vált eredményesebbé, hanem példát mutatott arra is, hogyan lehet a járványok terjedési útvonalainak megértésével megfékezni addig félelmetes betegségeket. Felfedezéséért megkapta az orvosi-életteni Nobel-díjat, amely elismerte tudományos zsenialitását és a közegészségügy érdekében végzett munkáját.

5.12. Rudolf Virchow (1821–1902) – a modern patológia és közegészségügy úttörője

Rudolf Virchow, a 19. század egyik legjelentősebb német orvosa és patológusa, úttörő szerepet játszott a modern orvostudomány és közegészségügy kialakításában. Tanulmányai és reformelképzelései nemcsak a kórbonctan fejlődését alapozták meg, hanem a társadalom egészére is hatással voltak.

1848-ban a kultuszminiszter megbízásából Felső-Sziléziába küldték, hogy vizsgálja meg az ott pusztító tífuszjárványt. Virchow részletes és kimerítő jelentéseiben nemcsak a betegség orvosi vonatkozásait elemezte, hanem rámutatott a társadalmi-gazdasági tényezők szerepére is. Úgy vélte, hogy a járványok felszámolásához nem csupán orvosi beavatkozásra, hanem szociális reformokra, higiéniai intézkedésekre és a lakosság életkörülményeinek javítására van szükség. Ez a radikális állásfoglalás azonban kényelmetlenné vált a kormány számára, így állásától megfosztották. Virchow ezt követően Würzburgban kapott katedrát, ahol a kórbonctan professzoraként dolgozott.

Tudományos munkássága rendkívül sokrétű volt. Elsőként figyelte meg az emberi sejtek összehúzódási képességét, felfedezte az agybeli véredények hüvelyét, valamint kimutatta, hogy a vörös vérfesték a sejtekbe csak utólag kerül be. Az idegrendszer kutatásában is maradandót alkotott: ő adta az első világos leírást a szürkeállomány új képződményeiről. Emellett fontos szerepet játszott a fertőző betegségek vizsgálatában is: bebizonyította, hogy a trichinózt közvetlenül is terjesztheti a fertőzött hús fogyasztása, továbbá pontos különbséget tett a dysenteria és az enteritis diphtheritica között.

Virchow munkássága nem korlátozódott a szűk orvostudományi keretekre. Nagyban hozzájárult a városi közegészségügyi rendszerek fejlődéséhez, hangsúlyozva a köztisztaság, a csatornázás, a tiszta ivóvíz és a higiénia fontosságát. Politikai és társadalmi tevékenysége során az orvost a közösség szolgálatában álló szakemberként látta, akinek feladata a lakosság életkörülményeinek javítása is.

Sokoldalú érdeklődése kiterjedt az archeológiára is, amelyben szintén maradandó kutatásokat végzett. Tudományos elismertségét mutatja, hogy 1873-ban a Magyar Tudományos Akadémia is külföldi tagjává választotta.

Rudolf Virchow tehát nemcsak a modern patológia egyik megalapítója, hanem a közegészségügy és a szociális orvoslás úttörője is volt. Munkássága máig hatással van mind az orvostudomány, mind a társadalompolitika területére.

5.13. Max Josef Pettenkofer (1818–1901) – a kísérleti egészségtan megalapítója

Max Josef Pettenkofer német természettudós a 19. századi orvostudomány és közegészségtan egyik kiemelkedő alakja volt, akit joggal tartanak a kísérleti egészségtan megalapítójának. Pályafutása során egyszerre foglalkozott kémiával, élettannal, közegészségüggyel és higiénével, munkássága pedig közvetlenül hozzájárult a modern higiéniai szemlélet és a megelőző orvostan kialakulásához.

1847-ben rendkívüli, majd 1853-ban rendes professzorként kapott katedrát Münchenben, ahol a kémia tanára lett. Tudományos munkásságát kezdetben fiziológiai-kémiai vizsgálatok jellemezték. Hozzá fűződik az ún. Pettenkofer-féle epepróba kidolgozása, amely fontos diagnosztikai eszközzé vált az emésztés élettani vizsgálatában. Ezen kívül számos más kémiai tárgyú írást is közölt, például az arany finomításáról, a hidraulikus mész tulajdonságairól, a világítógáz kérdéseiről, valamint az olajfestmények regenerációjáról.

Hírnevét azonban elsősorban a közegészségügyi és higiéniai kutatásai alapozták meg. Nagy figyelmet szentelt a szellőzés, a levegőminőség és a környezeti tényezők egészségre gyakorolt hatásainak vizsgálatára. Ezzel kapcsolatos tanulmányai széles körben ismertté tették nevét. Szorosan együttműködött Carl von Voit élettanprofesszorral, akivel közösen dolgozták ki a lélegzőkészüléket, amely lehetővé tette az anyagcsere-folyamatok pontosabb vizsgálatát. E kutatások jelentős szerepet játszottak az energiaforgalom és a táplálkozás élettani alapjainak megértésében.

Pettenkofer a kolera kutatásában is maradandót alkotott. Bár Pasteur és Koch mikrobiológiai eredményei a baktériumok szerepére hívták fel a figyelmet, Pettenkofer hangsúlyozta a környezeti tényezők, például a talaj, a vízminőség és a higiénia fontosságát a betegség terjedésében. 1873-ban őt nevezték ki a birodalmi kolerabizottság elnökévé, ahol tudományos tekintélyével és gyakorlati javaslataival hozzájárult a járványügyi intézkedések megerősítéséhez.

Tudományos munkássága során számos tanulmányt publikált, legfőképp a Zeitschrift für Biologie című folyóiratban, amelynek egyik meghatározó szerzője volt. Elismerésként 1889-ben a Bajor Királyi Tudományos Akadémia elnökévé nevezték ki.

Max Josef Pettenkofer munkássága máig hatással van a közegészségügyre. Nevéhez fűződik a higiénia önálló tudománnyá válása, amelyben az elméleti ismereteket a kísérleti bizonyítékokkal kapcsolta össze. Tudományos öröksége abban áll, hogy rámutatott: az egészség megőrzéséhez nemcsak a betegségek kezelése, hanem a környezeti és higiéniai feltételek javítása is elengedhetetlen.

6. VITAMINOK ÉS HIÁNYBETEGSÉGEK FELFEDEZÉSE

A 19. század végéig a betegségek okait elsősorban fertőző ágensekben, baktériumokban és vírusokban keresték. A korszak orvosai és kutatói számos kóros állapotot járványszerűen terjedő fertőzésnek tulajdonítottak, még akkor is, ha a klinikai tünetek erre nem adtak egyértelmű magyarázatot. Ilyen betegségek közé tartoztak a skorbut, a beri-beri, a pellagra vagy az angolkór is, amelyek gyakran egész közösségeket érintettek, és súlyos társadalmi problémákat okoztak. Mivel ezek a kórképek főként bizonyos életkörülményekhez – például a hajútakhoz, a szegényes táplálkozáshoz vagy a városi nyomornegyedekhez – kötődtek, sokáig úgy vélték, hogy a rossz higiénia, a „miasma” vagy egy ismeretlen fertőző kórokozó áll a háttérükben.

Csak a 20. század elején vált világossá, hogy e betegségek nem fertőző eredetűek, hanem az egyoldalú, hiányos táplálkozás következményei. A vitaminok és más esszenciális tápanyagok felfedezése új alapokra helyezte a megelőzésről és egészségmegőrzésről vallott felfogást. Ettől kezdve a higiénia fogalmába nemcsak a külső környezeti tisztaság, hanem a belső, anyagcsere-egyensúlyt biztosító táplálkozás is beletartozott.

A vitaminok felfedezése nemcsak a biokémia fejlődésében jelentett mérföldkövet, hanem a gyakorlati orvoslásban és a közegészségügyben is. Az új ismeretek lehetővé tették a hiánybetegségek célzott megelőzését, a táplálkozási ajánlások kialakítását és az élelmiszerek dúsítását. A 20. század közepére a vitaminok és más mikrotápanyagok kutatása alapvető részévé vált az orvosi gondolkodásnak, sőt a higiénia fogalmát is új dimenzióval gazdagította: nem csupán a külső fertőzések elkerülése, hanem a belső anyagcsere-egyensúly biztosítása is az egészségmegőrzés alapfeltételévé vált.

6.1. James Lind (1716–1794) – a skorbut megelőzésének úttörője

James Lind skót orvos a táplálkozástudomány és a klinikai vizsgálatok egyik úttörő alakja volt, aki elsősorban a skorbut megelőzésével kapcsolatos kutatásairól vált ismertté.

1747-ben, a Brit Királyi Haditengerészet Salisbury nevű hajóján végzett híres kísérletet, miután a Földközi-tengeren kitört a skorbutjárvány. A betegeket elkülönítette az egészségesektől, étrendjüket egységesítette, majd 12 matrózt hat párra osztott, és különböző kezeléseket alkalmazott rajtuk. Egyértelműen kiderült, hogy a citrusfélékkel (citrommal és narancssal) etetett betegek gyorsan és látványosan felépültek, míg más kezeléseket – például almabor vagy ecet – kevésbé voltak hatásosak, vagy egyáltalán nem javították a betegek állapotát.

Ez a kísérlet a történelem egyik első kontrollált klinikai vizsgálatának tekinthető. Bár eredményei egyértelműek voltak, Lind szerény és visszahúzódó emberként csak hat évvel később publikálta tapasztalatait az *Értekezés a skorbutról* című, 400 oldalas művében. A könyv bonyolult stílusa miatt kevés olvasóhoz jutott el, és Lind hitelét az is rontotta, hogy a gyakorlatban hatástalan citromlé-koncentrátumot kezdett gyártani (a hőkezelés során a C-vitamin lebomlott, így a készítmény elvesztette hatását).

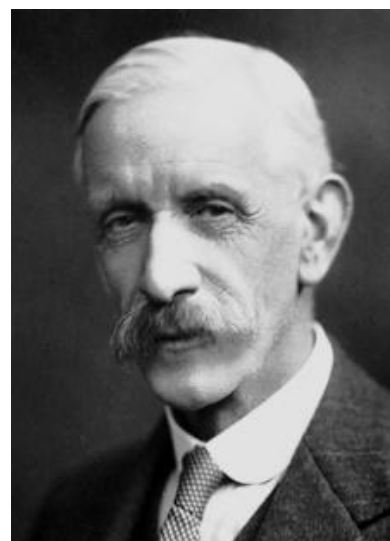


19. ábra. James Lind

Ennek ellenére munkássága döntő jelentőségű volt: ő mutatta ki először tudományos kísérlettel, hogy a skorbut hiánybetegség, amely megfelelő étrenddel – különösen citrusfélék fogyasztásával – megelőzhető. Bár életében nem aratott nagy elismerést, kutatásai később alapvetően hozzájárultak a táplálkozási orvostan fejlődéséhez és a vitaminok szerepének felismeréséhez.

6.2. Frederic Gowland Hopkins (1861–1947)

E fordulatban kulcsszerepet játszott Frederic Gowland Hopkins munkássága, aki kísérleteivel megmutatta, hogy a megfelelő növekedéshez és egészséghez elengedhetetlenek az addig ismeretlen „kiegészítő táplálkozási tényezők”, vagyis a vitaminok. Angol biokémikus volt, a Brit Királyi Társaság tagja és későbbi elnöke (1930–1935). Hopkins már fiatal kutatóként is arra törekedett, hogy feltárja az élő szervezetben zajló biokémiai folyamatokat, különösen a fehérjék szerepét. 1902-ben neki sikerült elsőként izolálni a triptofán aminosavat, amelynek hiánya súlyos anyagcsere-zavarokat okoz, és amely nélkülözhetetlen az emberi élethez. Ezzel az eredménnyel Hopkins megalapozta azt a felismerést, hogy a fehérjék biológiai értéke nemcsak mennyiségi, hanem minőségi kérdés is. Példaként szolgált a kukoricából származó zein fehérje, amely nem tartalmazott triptofánt, ezért önmagában alkalmatlan volt az állati élet fenntartására. Amikor azonban a kutató kis mennyiségű triptofánt adott a zeinhez, azzal sikerült jelentősen meghosszabbítania a kísérleti állatok életét.



20. ábra. Frederic Gowland Hopkins

Hopkins másik nagy jelentőségű kísérletsorozata a táplálkozás és a növekedés összefüggéseit vizsgálta. Fiatal patkányokat olyan mesterséges étrenden tartott, amely

tejfehérjét, zsírt, keményítőt, cukrot és ásványi sókat tartalmazott. A feltételezés az volt, hogy ez a kombináció elegendő a növekedéshez és az élet fenntartásához. Azonban a tejjel kiegészített csoport egészségesen fejlődött, míg a tej nélküli étrenden tartott állatok növekedése leállt. Hopkins ebből arra következtetett, hogy az élelmiszerekben addig ismeretlen, „kiegészítő táplálkozási tényezők” rejlenek, amelyek nélkülözhetetlenek a szervezet számára. Ezeket a tényezőket később a tudomány a vitaminok csoportjába sorolta, konkrétan az általa vizsgált anyagot A-vitaminként azonosították.

A felfedezés jelentősége messze túlmutatott a laboratóriumi eredményeken. A vitaminok meglétének felismerése alapvetően változtatta meg a közegészségügyi gondolkodást, és új magyarázatot adott a korábban ismeretlen eredetű, ún. hiánybetegségek hátterére. E betegségek – mint a skorbut (C-vitamin-hiány), az angolkór (D-vitamin-hiány), a pellagra (niacin-hiány) vagy a beri-beri (tiamin-hiány) – hosszú ideig rejtélyesek voltak, gyakran járványos méreteket öltöttek, és jelentősen hozzájárultak a halálozáshoz. Hopkins munkássága megmutatta, hogy ezek nem fertőző eredetűek, hanem a táplálkozás egyoldalúságából fakadnak.

A tudományos közösség hamar felismerte Hopkins eredményeinek fontosságát. 1929-ben Christiaan Eijkman holland orvossal közösen részesült a fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjban.

Hopkins munkássága hozzájárult ahhoz, hogy a modern orvostudomány a hiánybetegségek hátterét megértse, és ezzel együtt hangsúlyozza a táplálkozás minőségének fontosságát a higiénia tágabb értelmezésében. Az ő kutatásai teremtették meg azt az alapot, amelyre a 20. század közegészségügyi rendszerei és a dietetika tudománya épülhetett.

6.3. Christiaan Eijkman és a beriberi felismerése

A hiánybetegségek tudományos hátterének feltárásában Christiaan Eijkman (1858–1930) holland bakteriológus munkássága ugyancsak alapvető jelentőségű volt. Pályája elején Eijkman a fertőző betegségek iránt érdeklődött, és fiatal kutatóként csatlakozott egy holland tudóscsoporthoz, amely a Kelet-Indiában, főként Jáván pusztító beriberi betegség okait próbálta feltárni. A betegség tünetei érzékszavarok, izomgyengeség, súlyosabb esetekben szívelégtelenség egyértelműen komoly egészségügyi problémát jelentettek a térségben, különösen a rizsen élő helyi lakosság körében.



21. ábra. Christiaan Eijkman

A kor orvostudományi szemlélete alapján Eijkman és kollégái is fertőző ágenst kerestek, amely felelős lehet a kórért. Mivel azonban kutatásaik nem hoztak eredményt, a csapat nagy része visszatért Európába, Eijkman viszont Batáviában (a mai Jakarta területén) maradt, ahol a helyi bakteriológiai laboratórium igazgatójaként folytatta a munkát. Itt történt a döntő felismerés: a laborban tartott csirkék körében hirtelen a beriberihez hasonló tünetek jelentek meg, ám a betegség egyik napról a másikra megszűnt.

Eijkman gondos megfigyeléseinek köszönhetően derült fény arra, hogy a csirkék etetésére használt rizs típusa játszott kulcsszerepet. Amikor hántolt rizst kaptak, a madarak megbetegedtek, míg hántolatlan rizs etetése mellett egészségesek maradtak, vagy akár meg is gyógyultak. Eijkman kezdetben úgy vélte, hogy a rizs korpájában található egy mérgező anyag, amely semlegesíti a hántolt rizsben rejlő „toxint”. Csak később, több mint egy évtizeddel később született meg a helyes magyarázat: nem mérgeztelenítésről volt szó, hanem egy elengedhetetlen tápanyag hiányáról.

Ez a felismerés döntő fordulatot jelentett, mert világossá vált, hogy nem minden betegség vezethető vissza fertőző kórokozókra, és hogy a betegségek csíraelmélete nem általánosítható. Léteznek olyan kórképek is, amelyek biokémiai hiányállapotból fakadnak. A beriberi esetében a hiányzó tényező a később azonosított B1-vitamin (tiamin) volt, amely kulcsszerepet játszik a szénhidrát-anyagcserében és az idegrendszer működésében.

Eijkman kutatásai ezzel új irányt nyitottak az orvostudományban, és megalapozták a vitaminok felfedezését, amelyet később Hopkins munkássága vitt tovább. Kettejük eredményeinek összefonódása világosan mutatja, hogy a hiánybetegségek felismerése és megértése hosszú folyamat volt, amelyben a kísérleti megfigyelések, a táplálkozási tapasztalatok és a biokémiai kutatások egyaránt nélkülözhetetlen szerepet játszottak.

6.4.A vitaminok koncepciója – Kazimierz Funk munkássága (1884–1967)

A hiánybetegségek hátterének megértésében Kazimierz Funk (1884–1967) lengyel származású biokémikus is kulcsszerepet játszott. Fialat kutatóként Funk arra törekedett, hogy azonosítsa azt a konkrét anyagot, amelynek jelenléte vagy hiánya meghatározta a betegségek kialakulását. E törekvése vezette el ahhoz a felismeréshez, amely alapvetően formálta át a táplálkozástudományt.

1912-ben Funk dolgozta ki elsőként a vitamin koncepcióját. Azt feltételezte, hogy az élet fenntartásához bizonyos, kis mennyiségben szükséges szerves vegyületek nélkülözhetetlenek, és hiányuk betegségekhez vezet. Ezeket a vegyületeket ő nevezte el „vital aminoknak”, azaz az

„élet aminóinak”, rövidítve vitaminoknak. Bár később kiderült, hogy nem minden vitamin rendelkezik aminocsoporttal, az elnevezés fennmaradt, és azóta is használatos.

Funk kutatásai eredményeként világossá vált, hogy a beriberi betegség kialakulásában kulcsszerepet játszó anyag a később B1-vitaminként (tiamin) azonosított vegyület. Ez az eredmény összekapcsolta Eijkman korábbi megfigyeléseit a hántolt és hántolatlan rizs hatásáról a kísérleti állatok egészségére, és egyértelmű biokémiai magyarázatot adott a jelenségre.



22. ábra. Kazimierz Funk

Funk emellett hipotézist állított fel arra vonatkozóan, hogy számos más gyakori betegség is megelőzhető vagy kezelhető lehet vitaminok segítségével. Előrevetítette további létfontosságú anyagok létezését, amelyek közül később valóban sikerült azonosítani a B2-, C- és D-vitamint. Ez a gondolat meghatározó jelentőségűnek bizonyult, hiszen a vitaminok rendszerezett kutatása az egész 20. századi orvostudomány és táplálkozástudomány egyik legfontosabb területévé vált.

Funk munkásságának jelentősége nem merült ki a vitaminok elméletének megalkotásában. 1936-ban meghatározta a tiamin molekulaszervezetét, ezzel lehetővé téve annak pontos kémiai azonosítását és szintetizálását. Emellett elsőként sikerült izolálnia a nikotinsavat (niacint, B3-vitamint), amelynek hiánya a pellagra nevű betegséghez vezet. Későbbi kutatásai során más területeken is jelentős hozzájárulást tett: vizsgálta a hormonok biokémiáját, a cukorbetegség, a gyomorfekélyek és a daganatos betegségek hátterét is.

Kazimierz Funk eredményei tehát lezárták azt a folyamatot, amelyet Eijkman kísérleti megfigyelései és Hopkins biokémiai felismerései indítottak el. Az ő munkásságának köszönhetően a vitaminok fogalma a tudományos gondolkodás szerves részévé vált, és megalapozta a modern diétetikát, valamint a hiánybetegségek célzott megelőzését és kezelését.

6.5. Joseph Goldberger (1874–1929) és a pellagra kutatása

A vitaminok és a hiánybetegségek kutatásának történetében jelentős szerepet játszott a magyar származású amerikai orvos, Joseph Goldberger (1874–1929). 1914-ben az amerikai egészségügyi hatóságok felkérték, hogy vizsgálja ki a pellagra nevű betegség okait, amely az Egyesült Államok déli államaiban szinte járványszerű méreteket öltött. A kór pusztító hatása óriási volt: a halálozási arány 50% körül mozgott, és a betegség súlyosan érintette a szegényebb társadalmi rétegeket. A pellagra tüneteit már korábban, 1735-ben leírta Don Gaspar Casal, a

spanyol udvari orvos, aki a kezeken és lábakon megjelenő vörös kiütések miatt „mal de la rosa” -nak nevezte a betegséget. Az elnevezés olasz eredetű is („pelle agra” = durva bőr), amely szintén utal a betegség egyik legjellemzőbb tünetére. A kezdeti stádiumban a napfénynek kitett testrészekon, arcon, kézen, lábszáron jelentkeznek a bőr elváltozásai, amelyek másod- és harmadfokú égéshez hasonlítanak. Ezt követően az emésztőrendszeri zavarok (hasmenés, étvágytalanság) és az idegrendszeri tünetek (zavartság, depresszió, demencia) súlyosbodnak. A kór lefolyása gyakran halállal végződött.



23. ábra. Goldberger József (Joseph Goldberger)

Goldberger alapos megfigyelései és kutatásai során arra a következtetésre jutott, hogy a pellagra nem fertőző betegség, hanem az egyes oldalú, hiányos táplálkozás következménye. Ezt a felismerést nagy bátorsággal próbálta bizonyítani: kísérletei során pellagrás betegek vérért és egyéb váladékait fecskendezte be önkéntesekbe, köztük saját feleségébe is, ám a kísérleti személyeknél nem alakult ki a betegség. Ez a kísérletsorozat egyértelműen cáfolta a fertőzőes eredetet, és megerősítette Goldberger hipotézisét. A betegség valódi oka csak később vált világossá: a pellagra hátterében a nikotinsav (niacin, B3-vitamin) hiánya áll, amely nélkülözhetetlen az anyagcserében, különösen a szénhidrát- és zsíryanycsere, valamint az idegrendszeri működés szempontjából. A felfedezés összekapcsolta Goldberger munkáját Kazimierz Funk kutatásaival, hiszen a nikotinsavat később Funk izolálta és azonosította vitamin formájában. A pellagra Európában is ismert volt, főként a szegényebb néprétegek körében. A betegség elsősorban azoknál jelentkezett, akik étrendjükben nagy arányban fogyasztottak kukoricából készült ételeket, például puliszkát, de kevés húst és változatos táplálékot ettek. Mindez jól mutatja, hogy a társadalmi és gazdasági körülmények közvetlenül befolyásolták a hiánybetegségek elterjedését, és a táplálkozástudomány fejlődése nemcsak biológiai, hanem szociális szempontból is óriási jelentőséggel bírt. Joseph Goldberger munkássága tehát döntő szerepet játszott abban, hogy a pellagrát véglegesen a hiánybetegségek közé sorolták, és ezzel megerősödött az a felismerés, hogy a megfelelő táplálkozás az egészség megőrzésének elengedhetetlen része.

6.6. Elmer Vernon McCollum (1879–1967) és a vitaminrendszerezés

A vitaminok természetének feltárása során jelentős előrelépést tett az amerikai biokémikus, Elmer Vernon McCollum (1879–1967). Már 1913-ban, amikor a tudomány még

csak az alapvető összefüggéseket ismerte, McCollum felhívta a figyelmet arra, hogy bizonyos betegségeket a táplálékban jelenlévő, létfontosságú anyagokkal meg lehet előzni. Bár ezeknek az anyagoknak a kémiai természetéről ekkor még kevés fogalmuk volt a kutatóknak, a felismerés gyakorlati jelentősége egyértelmű volt.

McCollum javaslatára kezdődött el a vitaminok betűkkel történő megkülönböztetése, amely az egész táplálkozástudományban alapvető rendszerezési módszerré vált. A korábban felfedezett A-, B-, C- és D-vitaminok után

sorra kerültek az E- és K-vitaminok is. Különösen fontos volt a B-vitamin esetében, ahol kiderült, hogy nem egyetlen vegyület, hanem több, eltérő hatású komponens alkotja. Ennek megfelelően a B-vitaminokat további kis számokkal jelölték, így jöttek létre például a B1, B2, B3 stb. elnevezések, amelyek máig meghatározóak a vitaminok rendszerezésében.

McCollum munkássága tehát nemcsak a vitaminok gyakorlati jelentőségét erősítette meg, hanem a tudományos rendszerezésük alapjait is lefektette. Javaslatára a kutatók és orvosok könnyebben tudták kommunikálni és alkalmazni a vitaminokkal kapcsolatos ismereteket a megelőzés és a hiánybetegségek kezelésében.



24. ábra. Elmer Vernon McCollum

7. IDEGKUTATÁS ÉS A PSZICHIÁTRIA KIALAKULÁSA

Az idegrendszeri rendellenességek mindig is különleges figyelmet igényeltek, hiszen sok esetben kilógtak a hagyományos orvoslás keretei közül. A múltban a pszichés betegségek nagyrészt démoni megszállottságnak tulajdonították, és a betegek ellátására alkalmazott módszerek gyakran kegyetlenek vagy hatástalanok voltak. Ebben a kontextusban vált kiemelkedő jelentőségűvé a francia orvos, pszichiáter és pszichológus, Philippe Pinel (1745–1826) munkássága.

Pinel elsődleges érdeme abban rejlett, hogy a pszichiátriai gondozottak ellátását humánusabb, pszichológiai alapokon nyugvó megközelítés alá vonta. Ezt a módszert ma morális terápiának nevezzük. Pinel nem csupán az intézmények körülményeinek javítására törekedett, hanem hozzájárult a mentális betegségek rendszerezéséhez és osztályozásához is. Egyesek ezért a modern pszichiátria és pszichológia „atyjának” tartják.

Kutatásai során Pinel különös figyelmet fordított az emberi tapasztalat és viselkedés finomságaira, dokumentálva azok árnyalatait. E megfigyelések alapján az embert komplex, szociális lényként írta le, akinek a képzelete is fontos szerepet játszik életében és viselkedésében. Pinel hangsúlyozta, hogy a pszichés betegek nem pusztán kezelendő objektumok, hanem értelmes, érző egyének, akiknek gondozása és megértése elengedhetetlen.

Pinel öröksége az, hogy az elmeegógyintézetekben javultak a feltételek, és a pszichoszociális terápiás megközelítések, a humánus bánásmód a pszichiátriai ellátás alapvető részévé váltak. Alapelvei ma is érvényesek: a mentális betegségek kezelése nem csupán gyógyszeres vagy fizikai beavatkozást jelent, hanem a pszichológiai támogatást, megértést és szociális kontextust is magában foglalja. Pinel munkássága tehát megalapozta a modern pszichiátria tudományát és a betegközpontú gondozás szemléletét.

7.2. Franz Anton Mesmer (1734–1815) és a mesmerizmus

Az idegrendszer és a pszichés jelenségek kutatásának történetében érdekes, bár vitatott fejezetet jelent Franz Anton Mesmer (1734–1815) osztrák orvos munkássága. Mesmer elképzelése szerint a testek és élőlények között természetes energiaátvitel valósul meg, amelynek hatása képes befolyásolni az egészséget és a betegségek lefolyását. Ezt a jelenséget ő „magnétisme animal” néven írta le, amely a test belső energiáinak és a környező világ erőinek kölcsönhatására utal.

1766-ban publikált doktori disszertációja, a *De planetarum influxu in corpus humanum* („A bolygók hatása az emberi testre”) címet viselte. Ebben a munkában a Hold és más égitestek

emberi testre gyakorolt hatását vizsgálta, különböző betegségek összefüggésében. Fontos megjegyezni, hogy Mesmer nem az orvosi asztrológiát művelte, amely Newton árapályelméletén alapult, hanem egy olyan fizikailag és spirituálisan is értelmezett teóriát dolgozott ki, amely szerint az emberi testben árapály-jelenségek zajlanak, és ezek kapcsolatban állnak a Nap és a Hold mozgásával.

Mesmer továbbá feltételezte, hogy léteznek más spirituális energiák is, amelyek képesek az egészségre és a betegségekre hatni. Ezt az elképzelését összefoglalóan mesmerizmusnak nevezte. A mesmerizmus a vitalizmus egyik formája, amely szerint az élet lényegi energiái áramlanak a testben külön csatornákon keresztül, és ezeknek a csatornáknak az egyensúlya alapvető a szervezet egészségének fenntartásában. Bár Mesmer elméleteit később a tudományos közösség kritikával fogadta, munkássága jelentős hatást gyakorolt az idegtudomány és a pszichológia fejlődésére, hiszen korai módon hangsúlyozta a test és a környezet közötti energiakapcsolatok szerepét a fiziológiai és pszichés folyamatokban.

7.3. Marquis de Puysegur (1751–1825) és a szomnambulizmus

A mesmerizmus hagyományát folytatta Marquis de Puysegur (1751–1825) francia orvos, aki Mesmer tanítványaként sajátos megfigyelésekkel gazdagította a korai idegtudományt. Puysegur a relaxáló és nyugtató technikák alkalmazásával képes volt előidézni egy igen mély transzállapotot, amelyet ő mágneses „somnambulism” vagy szomnambulizmus néven írt le.

Ez az állapot a modern hipnoterápiában a mély hipnotikus transznak felel meg: az egyén külsőleg teljesen normális éberségi jeleket mutathat, ugyanakkor tudata mély hipnózisban van, és érzékelése, viselkedése jelentősen módosul. Puysegur munkája során arra koncentrált, hogy megértse, mi történik azokban a páciensekben, akiknél ezt az állapotot elérte. Tapasztalatai alapján a szomnambul transz három kardinális jellegzetességét írta le:

- Összpontosítás – az alany aktív közreműködése a transz során.
- Szuggesztiók elfogadása – a hipnotizőr által adott irányítás vagy javaslatok hatása.
- Amnézia – emlékezetvesztés a transz ideje alatt, amely során az alany nem emlékszik a hipnotikus állapotban történt eseményekre.

Érdekesség, hogy több mint kétszáz évvel később a Puysegur által megfigyelt jelenségek és leírt elvek tudományos vizsgálatokkal is igazolást nyertek, bizonyítva a korai mesmerista kutatások relevanciáját a modern pszichológia és hipnoterápia területén.

7.4. James Braid (1795–1860) és a hipnózis tudományos alapjai

A 19. század közepén a hipnotikus transzok alkalmazása már ismert volt, de a technikának ekkor még nem volt elfogadott neve vagy tudományos kerete. Ezt a hiányt töltötte ki James Braid (1795–1860) skót orvos, aki 1843-ban javasolta a hipnózis elnevezés használatát. A szó a görög *hypnos* (alvás) és *neuro* (ideg) elemekből származik, és eredetileg a „neuro-hipnotizmus”, azaz az idegrendszer alvása kifejezéshez kötődött. Bár a technika a Mesmer-féle magnetizmustól eredetileg származott, Braid módszere koncepciójában és hatásában ettől jelentősen eltért, és tudományos keretbe helyezte a jelenséget.

Braid kísérletei során feleségén, barátján és az egyik cselédjén is alkalmazta az új módszert. Mindegyik alanyt arra utasította, hogy meredjenek egy kis tárgyra, és megfigyelte, hogy ez az egyszerű figyelemkoncentráció is képes transzszerű állapotot előidézni. Kísérleteit folytatva felfedezte, hogy a transzállapot létrehozható szuggesztiókkal is, ami lehetővé tette a hipnózis célzott alkalmazását.

1847-re Braid rájött, hogy a hipnotikus állapotok – mint a katalepszia, az anesztézia és az amnézia – előidézhetők alvás nélkül, így a hipnózis nem csupán passzív alvás, hanem aktív, koncentrációval és szuggesztióval létrehozható jelenség. Bár a „hipnózis” elnevezést már nem változtathatta meg, felfedezései megalapozták a modern hipnózis tudományos és orvosi alkalmazását, amely a pszichoterápia és fájdalomcsillapítás területén máig alapvető jelentőségű.

7.5. Luigi Galvani (1737–1798) és az állati elektromosság

Az idegrendszer működésének korai kutatásában kiemelkedő szerepet játszott Luigi Galvani olasz anatómus. A 1770-es évektől kezdve Galvani a békák anatómiájával és az elektrofiziológiával foglalkozott, és vizsgálataival megalapozta a bioelektromosság tudományát. 1780-ban egyik tanítványa figyelt fel arra, hogy amikor Galvani békát preparált, a kés érintésére a békacomb összerándult, ha a gerincvelőhöz egy másik fémet érintettek.

A jelenség erősebbé vált, ha dörzselektromos géppel szikrát keltettek, különösen, ha a béka egy földelt asztallapon feküdt. 1786-ban Galvani a békacombokat a szabadban kifeszített acéldróthoz kötötte, abban a reményben, hogy a légköri villamosság magyarázatot adhat a rándulásra. A kísérletek során azonban véletlenszerű összehúzódások is előfordultak, ami a jelenség pontos megértését tovább nehezítette.

Később Galvani észrevette, hogy egy szobában, vaslemezen fekvő békacomb is összerándul, ha a rajta átszúrt rézkampót a vashoz érintik. A jelenség minden alkalommal bekövetkezett, ha két, egymással érintkező fémet használtak a gerincvelő és a combizomzat

érintésére. E felfedezés nyomán Galvani arra a következtetésre jutott, hogy az izmok és idegek ellentétes elektromossággal rendelkeznek, és az elektromos kisülés okozza az izom összehúzódását.

Galvani eredményeit 1791-ben tette közzé „Kommentár az elektromos erők és az izommozgás kapcsolatáról” című munkájában. Felismerése alapvetően megváltoztatta a biológiai és fiziológiai kutatások szemléletét, és megalapozta az elektrofiziológia tudományát, amely az idegrendszeri és izomtevékenység elektromos jelenségeinek vizsgálatára összpontosít.

7.6. James Esdaile (1808–1859) és a hipnotikus érzéstelenítés

Az idegkutatás és a hipnózis alkalmazásának történetében jelentős szerepet játszott James Esdaile skót orvos, aki sebészként korai úttörője volt a sebészeti beavatkozásoknak hipnotikus transz alatt. Esdaile volt az első, aki a transzállapotot érzéstelenítőként alkalmazta, így lehetővé téve a sikeres műtétek elvégzését anélkül, hogy hagyományos altatószereket kellett volna használni.

Munkáját Calcuttában végezte, ahol a betegek a teljes műtét alatt transzban maradtak. Esdaile tapasztalatai alapján mintegy 300 komoly műtétet és több ezer kisebb sebészeti beavatkozást hajtott végre hipnotikus transzban. A siker legkézzelfoghatóbb bizonyítéka a halálozási statisztikákban mutatkozott: praxisában mindössze 5%-os volt a műtéti halálozás, ami kiemelkedően alacsony értéknek számított az akkori India viszonyai között, ahol a hagyományos altatószert alkalmazó sebészek halálozási aránya 50% körül mozgott.

Esdaile munkássága így nemcsak a hipnózis orvosi alkalmazásának egyik alapköve lett, hanem hozzájárult a biztonságosabb sebészeti gyakorlat kialakításához is, és megmutatta, hogy a pszichológiai állapot tudatos felhasználása jelentős hatással lehet a megbízhatóságra és a kezelési eredményekre.

7.7. Albrecht von Haller (1708–1777) és a modern kísérleti fiziológia megalapítása

Az idegrendszer működésének korai kutatásában kiemelkedő jelentőségű volt Albrecht von Haller svájci természettudós, botanikus, orvos, költő és filozófus munkássága. Haller a 18. század egyik legkiemelkedőbb tudósa volt, és a modern kísérleti fiziológia megalapítójaként tartják számon. Botanikai munkásságát a nemzetközi nomenklatúrában „Haller” vagy „Hall” jelzéssel tartják nyilván.

A 1760-as években Haller az emberi fiziológiáról nyolckötetes tankönyvet írt, amely alapvetően változtatta meg az addigi felfogást. Korábban általánosan elfogadott volt, hogy az

idegek belül üresek, és titokzatos „párát” vagy folyadékot szállítanak, hasonlóan az erekhez, amelyek a vért továbbítják. Haller ezt a nézetet elvetette, és kísérletes úton értelmezte az idegműködést.

Felfedezte, hogy az izmok ingerlékenyek, vagyis egy gyenge inger is erős összehúzódást válthat ki, ugyanakkor az idegek ingerlékenysége még nagyobb: Haller szerint az idegi inger, és nem a közvetlen izominger, szabályozza az izmok mozgását. Ezzel a megfigyeléssel világossá vált, hogy a mozgások szabályozása elsősorban az idegrendszer feladata.

Haller továbbá kimutatta, hogy a szövetek maguk nem érzékelnek, hanem az idegek veszik fel és szállítják azokat az impulzusokat, amelyek az érzetet kiváltják. Ráadásul megfigyelte, hogy minden ideg az agyba vagy a gerincvelőbe vezet, ami világossá tette, hogy itt találhatóak az érzékelés és a válaszreakciók központjai. E felismerések alapvetően hozzájárultak a modern idegtudomány kialakulásához, és Haller munkássága máig meghatározó az idegrendszeri fiziológia kutatásában.

7.8. Paul Broca (1824–1880) és a beszédközpont lokalizációja

Az idegtudomány fejlődésében mérföldkönek számított Paul Broca francia sebész és antropológus munkássága. 1861-ben Broca felboncolta Paul Leborgne agyát, akit a halála előtt súlyos agyvérzés ért, és kizárólag a „tan-tan” szótag mormolására volt képes, vagyis teljesen elveszítette a beszédképességét. A boncolástól azt várták, hogy a beszédközpont helyét azonosítsák.

A vizsgálat során kiderült, hogy a szélütés által okozott agysérülés a bal félteke egy bizonyos területére korlátozódott. Broca arra a következtetésre jutott, hogy a homloklebeny legelső tekervényén elhelyezkedő mező pusztulása felelős a beszédprodukciónak a kieséséért. Ezt a területet később róla nevezték el, mint Broca-mező, és ez a felfedezés alapvető bizonyítékként szolgált a féltekei funkcionális aszimmetria elméletéhez: a beszéd az agy egyik féltekéjére koncentrálódik.

Broca a beszédprodukciónak a kiesését motoros afáziának nevezte, és munkássága új irányt szabott a neurológiai kutatásnak. Ezt követően a beszéd funkcióit már nem csupán elméleti szinten vizsgálták, hanem a motoros teljesítménnyel összefüggésben, összekapcsolva a nyelvi képességeket az idegrendszer anatómiai szerkezetével. Broca felfedezése így megalapozta a



25. ábra. Paul Broca

funkcionális lokalizáció modern elméletét, és jelentősen hozzájárult a beszéd- és nyelvkutatás fejlődéséhez.

7.9. Gustav Theodor Fritsch (1838–1891) és Eduard Hitzig (1838–1904) – az agy motoros térképének vizsgálata

Az idegtudomány fejlődésében kiemelkedő jelentőségű volt Gustav Theodor Fritsch és Eduard Hitzig közös munkája. 1870-ben egy élő kutya agyát feltárták, és különböző részeit elektromos tüvel ingerelték. Kísérleteik során azt tapasztalták, hogy egy adott agyi terület ingerlése meghatározott izommozgást idéz elő, így az agy felületét valóságúen fel lehetett térképezni a test mozgásaihoz kapcsolódóan.

Ezekkel a vizsgálatokkal sikerült bizonyítaniuk, hogy a bal oldali agyfélteke a test jobb oldalát, míg a jobb oldali agyfélteke a test bal oldalát irányítja. Felfedezésük azt is sejtette, hogy minden szellemi működést valamilyen módon az agy fiziológiájához lehet kapcsolni, ami alapot adott a modern idegtudomány és a neurológia további fejlődéséhez.

Ugyanakkor ez a mechanisztikus megközelítés etikai és filozófiai kérdéseket is felvetett: fennállt a veszély, hogy az ember legmagasabb rendű képességeit, a gondolkodást, kreativitást és tudatosságot csupán az agy fiziológiai folyamataira redukálják. Ennek ellenére Fritsch és Hitzig munkája alapvető lépést jelentett a funkcionális lokalizáció és a motoros agytérképezés tudományos megalapozásában, amely máig meghatározó a neurológiai kutatásokban.

7.10. Wilhelm Waldeyer-Hartz (1836–1921) és a neuronelmélet

Az idegrendszer felépítésének megértésében jelentős előrelépést hozott Wilhelm Heinrich Gottfried Waldeyer-Hartz (1836–1921) német anatómus munkássága. A XIX. század közepén a biológusok már feltárták az idegsejteket az agyban és a gerincvelőben, azonban az idegrostok természetéről csak halvány elképzeléseik voltak.

1891-ben Waldeyer-Hartz közölte, hogy az idegrostok valójában az idegsejt finom nyúlványai, és annak elválaszthatatlan részei. Ezzel megfogalmazta, hogy az egész idegrendszer „neuronokból” áll, vagyis tulajdonképpen idegsejtekből és azok nyúlványaiból.

Ezen túlmenően kimutatta, hogy a különböző sejtek nyúlványai szorosan közelíthetik egymást, de ténylegesen nem érintkeznek, ami alapvető volt a neuronok közötti kapcsolatok megértésében. A neuronok közti hézagokat később



26. ábra. Wilhelm Heinrich Gottfried Waldeyer-Hartz

„szinapszisoknak” nevezték el, és a felfedezés megalapozta a modern idegi kommunikáció és információfeldolgozás kutatásait. Waldeyer-Hartz munkássága így a neuronelmélet tudományos megalapozását jelentette, amely a 20. század idegtudományának egyik sarokköve lett.

7.11. Camillo Golgi (1844–1926) és a modern idegtudomány alapjai

Camillo Golgi olasz orvos és anatómus az idegrendszer kutatásában alapvető felfedezéseket tett. Nevét elsősorban az idegsejtek vizsgálatára kifejlesztett különleges festési eljárásról ismeri a tudomány, amely lehetővé tette az idegsejtek és azok finom nyúlványainak részletes mikroszkópos vizsgálatát. Ezzel a technikával Golgi elsőként tudta elkülöníteni az idegsejtek két típusát, és felmérni azok szerveződését a központi idegrendszerben.



27. ábra. Camillo Golgi

Golgi felfedezte a kisagy és a nagyagy egyes struktúráit, és a sejtek citoplazmájában található, róla elnevezett Golgi-készülék (Golgi-apparátust), amely az idegsejtek fehérje- és membránanyagcseréjében játszik központi szerepet. Ez a felfedezés nemcsak az idegtudomány, hanem az általános sejtbiológia számára is alapvető jelentőségű volt, mivel megértette a sejt belső szerveződésének működését.

1906-ban Golgi Santiago Ramón y Cajallal megosztva kapott Nobel-díjat az idegrendszer szerkezetének vizsgálatában elért eredményeiért. Ramón y Cajal a modern idegtudomány atyjaként ismert, és Golgi technikáit felhasználva térképezte fel az agy neuronhálózatait, felfedezve a neuronok egymástól elkülönült működését. Golgi munkája tehát lehetővé tette a finom idegszerkezetek mikroszkópos vizsgálatát, a sejtek és nyúlványaik pontos elkülönítését, és alapot adott a neuronelmélet kialakulásához.

Golgi ábrázolásai és festési technikái máig meghatározóak az orvosi oktatásban: a modern orvosi tankönyvekben és mikroszkópos ábrákban is szerepelnek, és az orvostanhallgatók számára az idegrendszer szerkezetének tanulmányozásában ma is nélkülözhetetlenek. Felfedezései összekapcsolták az anatómiai megfigyelést a sejt szintű biológiai folyamatokkal, és lehetővé tették az idegrendszer komplex hálózatainak és működésének tudományos vizsgálatát.

Golgi munkássága tehát nemcsak az idegrendszer anatómiai és funkcionális feltérképezését segítette, hanem hozzájárult a modern sejtbiológia, neurobiológia és neurológia kialakulásához is, így az ő kutatásai a tudománytörténet egyik mérföldkövének számítanak.

7.12. Ernst Heinrich Weber (1795–1878) és az érzékelés fiziológiája

Ernst Heinrich Weber német fiziológus az idegtudomány és a pszichofizika területén végzett úttörő munkát. Bár anatómiai eredményei is ismertek, igazi hírnevét az érzékszerveink működésének feltárásában szerzett. Weber különösen a fül és a bőr érzékelésének, valamint a nyomás-, hő- és térérzékelés vizsgálatára koncentrált, amelyeket akkoriban „térérzékelésnek” neveztek. E vizsgálatok adták a kezdő lökést ahhoz, hogy a kísérleti módszerek a pszichológiába is beépüljenek.

Az 1830-as években Weber felfedezte, hogy az azonos fajtájú két érzet közötti különbség az érzetek intenzitásának logaritmusától függ. Ezt gyakran szemléltetik a gyertyás példával: ha egy sötét szobában meggyújtunk egy gyertyát, és utána egy másikat, az észlelt fényességnövekedést jelöljük x -szel. A harmadik gyertya már nem növeli a fényt ugyanilyen mértékben, hanem két új gyertyára van szükség, hogy további x -szel világosabb legyen a szoba. A következő lépésekben már négy, majd nyolc gyertya kell ugyanilyen észlelt növekedéshez, és így tovább.

E felfedezés alapozta meg Weber törvényét, amely szerint az érzetek és a fizikai ingerek közötti kapcsolat nem lineáris, hanem logaritmikus. Weber munkája az érzékelés és a pszichofizika tudományos vizsgálatának alapját képezte, és jelentős hatással volt a percepció, a szenzoros feldolgozás és a kísérleti pszichológia fejlődésére.

7.13. Wilhelm Wundt (1832–1920) és a korai kísérleti lélektan

Wilhelm Wundt német filozófus és pszichológus a modern kísérleti pszichológia megalapítójaként ismert. Wundt laboratóriumában kialakult a korai kísérleti lélektan, amely elsősorban az érzékelés és észlelés mechanizmusait vizsgálta kísérletekkel, és szinte minden vizsgálatnál alkalmazta az introspekció, vagyis az önmegfigyelés módszerét.

Munkássága nyomán alakultak ki olyan kísérleti módszerek, mint például patkányok útvesztő feladatának vizsgálata, vagy csimpánzok tréningje, hogy elérjenek bizonyos távolságban lévő banánokat. Ezen kívül kísérleteket végeztek az emberi intelligencia mérésére különböző kérdések és problémák felvetésével, ezzel is feltérképezve a gondolkodási folyamatokat.

Wundt szerint a gondolkodást kivéve minden pszichés funkció vizsgálható az introspekció módszerével. Ugyanakkor az introspekció szubjektivitása és korlátai is nyilvánvalóak voltak: a módszer nem alkalmazható gyerekek, bizonyos elmebetegségekben szenvedők és állatok vizsgálatára.

A korai kísérleti lélektanra jellemző volt az elementarista megközelítés, amely szerint a pszichés funkciókat elemeire kell bontani, hogy pontosabban megérthessük azok működését. Wundt módszerei és laboratóriumi vizsgálatai alapot szolgáltattak a modern kísérleti pszichológia kialakulásához, és hozzájárultak a pszichológiai kutatás tudományos módszertanának megszilárdításához.

7.14. Alfred Binet (1857–1911) és az intelligenciateszt tudományos megközelítése

Alfred Binet francia pszichológus az intelligencia mérésének úttörője volt, munkássága jelentős hatással volt a pedagógiai pszichológia és a kísérleti pszichológia fejlődésére. Az 1900-as évek elején Franciaországban bevezették a tankötelezettséget, és hamarosan nyilvánvalóvá vált, hogy a hagyományos oktatási módszerek nem minden gyermek számára biztosítják az optimális fejlődést. E kihívásra reagálva Binetet arra kérték, hogy dolgozzon ki egy egységes, objektív mérőeszközt, amely segítségével a tanulási nehézségekkel küzdő gyermekek időben azonosíthatók, és célzott pedagógiai támogatásban részesíthetők. A cél nem a szegregáció, hanem a felzárkóztató oktatás volt.

Binet meggyőződése szerint az intelligencia nem statikus és veleszületett tulajdonság, hanem fejleszhető, dinamikus képesség, amely a környezeti hatások és a tanulási tapasztalatok révén alakítható. E nézet alapozta meg a mentális orthopédia koncepcióját, amelynek keretében a gyermekeket tanulni tanította, és ezzel közvetlenül növelte szellemi teljesítményüket. Ez a megközelítés radikálisan eltért a korábbi, determinisztikus nézetektől, amelyek szerint a tanulási képesség genetikailag rögzített és korlátozott volt.



28. ábra. Alfred Binet

Binet módszere lépcsőzetes feladatsorokból állt, amelyek különböző nehézségi szintet képviseltek az egyes életkori csoportok számára. A vizsgáló a gyermek életkorának megfelelő feladatsorral kezdte a vizsgálatot, majd fokozatosan haladt a komplexebb feladatok felé. Az a feladatsor, amelyet a gyermek utoljára helyesen oldott meg, meghatározta a gyermek mentális korát (mental age), és szolgált alapul az oktatási beavatkozás és fejlesztés számára. Ez a módszer a mai gyermek-intelligenciatesztek, például a Stanford–Binet-teszt alapját képezi, és kiemelkedő jelentőségű a pszichometriai mérési elvek, valamint az adaptív oktatási programok kialakításában.

Binet munkássága nemcsak a gyakorlati pedagógiát, hanem a pszichológiai kutatást is alapjaiban formálta. A kísérleti pszichológia terén bevezetett objektív mérőeszközök és standardizált feladatok új utat nyitottak az intelligencia, a kognitív funkciók és a tanulási folyamatok mérésében, és megalapozták a 20. századi pszichológia módszertani kereteit.

7.15. Ivan Pavlov (1849–1936) és a fiziológiai kutatások úttörője

Ivan Petrovics Pavlov fiziológus a keringési és emésztőrendszer működésének vizsgálatában szerzett nemzetközi hírnevet, és az élettani kutatásokban bevezette a szigorú kísérleti módszereket, amelyek megalapozták a modern fiziológia és a viselkedéstudomány fejlődését. Pavlov első önálló kutatásában a keringési rendszert tanulmányozta, majd 1888 és 1890 között Szentpétervárott a szív élettanára és a vérnyomás szabályozására koncentrált. Kiváló sebészi képességei lehetővé tették, hogy például fájdalommentesen, érzéstelenítés nélkül katétert helyezzen egy kutya combcsonti artériájába, ami ritkaságnak számított a korszakban, és hozzájárult a kísérletes élettan fejlődéséhez.

1890-ben Pavlovot az Orvosi Akadémia élettan professzorává nevezték ki, ahol egészen 1924-ig folytatta kutatásait. Tudományos elkötelezettsége mellett nagy hangsúlyt fektetett az állatokkal való etikus bánásmódra, kiállt amellett, hogy a Kísérleti Orvostani Intézetben alkalmazott állatok szakszerű műtéti eljárásban részesüljenek, és felhívta a figyelmet az operáció utáni gondozás és egészségmegőrzés fontosságára is. Pavlov így nemcsak tudományos szempontból, hanem etikai szempontból is úttörő volt a kísérletes fiziológiában.

1890 és 1900 között Pavlov a gyomor emésztési szekréciós folyamatait tanulmányozta. Kidolgozott egy olyan műtéti eljárást, amely lehetővé tette a gyomor elkülönítését az elfogyasztott tápláléktól úgy, hogy az idegi ellátás továbbra is biztosított maradjon. Ezzel a módszerrel valós időben követte végig az állatok emésztési folyamatait, és számos mechanizmust, például a gyomorszekréció idegi szabályozását, pontosan feltérképezte. Pavlov kutatásai során kimutatta, hogy az emésztőváladékok termelődését nem csupán a gyomorba jutó táplálék fizikai jelenléte váltja ki, hanem pszichológiai ingerek, például látvány, illat és hanghatások is előidézhetik a szekréciót, ami megalapozta későbbi híres kondicionálási kísérleteit.

1904-ben Pavlov orvosi Nobel-díjat kapott az emésztőrendszerrel kapcsolatos kutatásaiért, amelyeket a szigorú kísérleti metodológia és az állatokkal szembeni tudományos felelősségteljes bánásmód jellemeztek. Pavlov munkássága nemcsak az emésztés élettanát gazdagította, hanem a viselkedésbiológia, az asszociatív tanulás és a kísérleti pszichológia alapjait is megalapozta. Kondicionálási kísérletei révén, amelyek során a kutyáknál a feltételes

reflexeket vizsgálta, sikeresen bizonyította, hogy a viselkedés bizonyos formái tanúlással és asszociációval alakíthatók, ezzel létrehozva a modern pszichológiai tanuláselméletek tudományos alapját.

7.16. John Broadus Watson (1878–1958) és a behaviorizmus megalapozása

John Broadus Watson amerikai pszichológus az egyik legjelentősebb alakja a behaviorizmus kialakulásának. Watson úgy vélte, hogy a pszichológia feladata az objektíven mérhető viselkedés vizsgálata, és ezzel lehet áthidalni az állati viselkedés tanulmányozása és az emberi tudat vizsgálata közötti szakadékot. Két megközelítést látott erre: vagy az állati magatartást kell a pszichológiától függetlenül vizsgálni, vagy a pszichológiát kell úgy átalakítani, hogy az a magatartás tudományos tanulmányozására irányuljon. Watson az utóbbit választotta.

Watson szerint a probléma főként az introspekció módszerében rejlik, amely a korai kísérleti pszichológia egyik leggyakrabban alkalmazott eszköze volt. Úgy ítélte meg, hogy az introspektív módszer szubjektív, és hosszú távon a pszichológusok a tudat alapvető elemein fognak vitázni, ahelyett, hogy a magatartás tényszerű megfigyelésére koncentrálnának. E nézet nyomán Watson a pszichológiát a magatartás tudományos vizsgálatává alakította át, hangsúlyozva a kísérleti módszerek, az objektív megfigyelés és az ellenőrizhetőség jelentőségét.

Watson legismertebb kísérlete a „kis Albert” vizsgálat, amely során azt demonstrálta, hogy a klasszikus kondicionálás nemcsak az állatok, hanem az emberek esetében is működik. Kísérlete során egy kisgyermeket különböző tárgyakkal és állatokkal mutattak be, miközben hangos, ijesztő zajt generáltak. A gyermek hamarosan félelmet tanult bizonyos tárgyakkal kapcsolatban, például a fehér patkánnyal, így Watson bizonyította, hogy az érzelmi reakciók kondicionálhatóak. Ez a kísérlet megerősítette a behaviorista álláspontot, miszerint az emberi viselkedés és érzelmek tanult reakciók, és megfigyelhető módon kísérletileg tanulmányozhatók.

Watson munkássága alapjaiban változtatta meg a pszichológia megközelítését, és a behaviorizmus meghatározó irányzatává vált a 20. században. Fő hozzájárulása abban rejlik, hogy a pszichológiát tudományos, kísérletes alapokra helyezte, és a magatartás vizsgálatát a kutatás középpontjába állította, ezzel megnyitva az utat a modern viselkedéskutatás és a kognitív pszichológia fejlődése előtt.

Charles Scott Sherrington (1857–1952) és a reflexek fizioiogiája

Charles Scott Sherrington angol fiziológus a neurológiai kutatások egyik úttörője, aki alapvető ismereteket nyújtott a reflexek működéséről és az idegrendszer szerveződéséről. 1891-ben kezdett foglalkozni a gerincvelői reflexek vizsgálatával, amelyek alapvető szerepet játszanak olyan automatikus mozgásokban, mint a köhögés, tüszentés vagy a fájdalom által kiváltott menekülő mozdulatok.

Sherrington számos állatkísérletet végzett, amelyek során pontosan elkülönítette a gerincvelőbe és az agytörzsbe futó idegeket, valamint a központi idegrendszerből a testbe vezető idegi pályákat. Kutatásai során az agy felső, fejlettebb részeit eltávolította, így csak a primitív agytörzs és a gerincvelő maradt az állatokban. Ezek az úgynevezett „agy nélküli lények” lehetővé tették a központi idegrendszer reflexív működésének vizsgálatát anélkül, hogy a fejlettebb agyi funkciók, például a gondolkodás, befolyásolták volna az eredményeket.

Sherrington kísérletei révén bizonyította, hogy a reflexek szisztematikusan szervezett folyamatok, melyek során az érzékszervektől érkező ingerek a központi idegrendszerbe jutnak, ahol az ingerületre adandó válasz kialakul, és ennek megfelelően az izmok összehúzódnak vagy elernyednek. Emellett Sherrington rámutatott, hogy a reflexívek nem izoláltan, hanem hálózatként működnek, az ingerületre adott válasz több forrásból érkező jelek összegződésének eredménye. Ez a felismerés forradalmasította a korábbi, egyszerű lineáris reflexmodelleket, és alapot adott a neurológiai integráció és koordináció modern elméletének kialakításához.

Sherrington munkássága, amelyet később a neurális integráció és szinaptikus működés vizsgálata követett, lehetővé tette, hogy az idegrendszert dinamikus, hálózatszerű rendszerként értsük meg, nem pusztán izolált reflexívekből álló mechanizmusként. Eredményei jelentős hatással voltak a neurofiziológia, neurológia és modern idegtudomány fejlődésére, és hozzájárultak ahhoz, hogy a központi idegrendszert komplex információfeldolgozó rendszereként értelmezzék.

7.17. Willem Einthoven (1860–1927) az elektrokardiográfia úttörője

Willem Einthoven holland fiziológus az elektrokardiográfia (EKG) úttörőjeként vált világhírűvé, hozzájárulva a szív élettanának és a kardiológiai diagnosztika fejlődéséhez. Az Utrechti Egyetemen szerezte orvosi diplomáját, majd 1886-tól a Leideni Egyetem élettanprofesszora lett, pozícióját haláláig megtartotta.

1903-ban Einthoven megtervezte az első húros galvanométert, amelyet ma Einthoven-féle galvanométernek neveznek. Ezzel a készülékkel lehetővé vált a szívizom összehúzódásakor keletkező elektromos potenciálváltozások mérésére és grafikus rögzítésére. Einthoven felismerte, hogy a különböző szívbetegségekből származó felvételek görbéi eltérnek,

így a szív működésének elektromos jelei diagnosztikai információt hordoznak. E felfedezés alapozta meg a modern elektrokardiográfia klinikai alkalmazását.

1908 és 1913 között Einthoven az egészséges szív elektromos aktivitásának hullámait tanulmányozta, részletesen feltérképezve a szívverés során kialakuló P-, QRS- és T-hullámok jellegzetességeit. E munkája során továbbfejlesztette az elektródák elhelyezési rendjét, amely lehetővé tette a pontosabb és reprodukálható felvételek készítését a diagnosztikában.

1924-ben Einthovent orvostudományi és fiziológiai Nobel-díjjal tüntették ki az általa kifejlesztett elektrokardiográf és az általa feltárt szív elektromos tulajdonságok felfedezéséért. Az általa alkotott és tökéletesített műszer a gyakorlati klinikai kardiológiában ma is alapvető eszköz, amely lehetővé teszi a szívbetegségek korai felismerését és pontos diagnosztikáját. Einthoven munkássága így nemcsak a fiziológia tudományát gazdagította, hanem a modern kardiológia fejlődését is megalapozta.

7.18. Hans Berger (1873–1941) és az elektroencefalográfia megalapozása

Hans Berger német pszichiáter az agyi elektromos aktivitás mérése terén vált úttörővé, munkássága megalapozta az elektroencefalográfia (EEG) modern tudományát. Berger egyik legjelentősebb hozzájárulása az volt, hogy elektródákat helyezett a koponyára, és rögzítette a ritmikusan változó elektromos potenciálokat, amelyek az agytevékenységet kísérik. Ezeket a felvételeket ő nevezte „elektroencefalogramoknak”, amelyek révén lehetővé vált az agy működésének objektív, fiziológiai vizsgálata.



29. ábra. Hans Berger

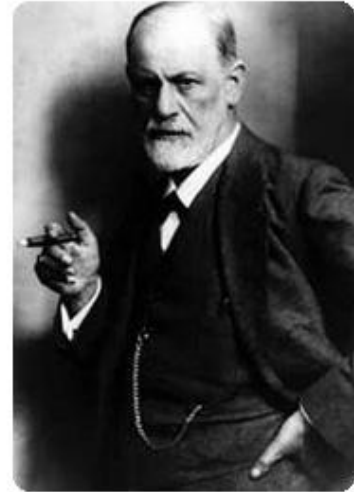
A felvételek kezdetben rendkívül bonyolultnak és nehezen értelmezhetőnek bizonyultak, de Berger rendszeres kísérletei és elemzései lehetővé tették az agyi hullámok jellegzetességeinek feltérképezését. Megfigyelte, hogy különböző agyállapotok és kórképek specifikus elektromos mintázatokkal járnak, például kiterjedt agykárosodás esetén, amikor daganat vagy szövetelváltozás van jelen, az EEG-n jól látható elváltozások jelentkeznek.

Ugyanígy az EEG lehetővé tette a „szent betegségként” ismert epilepszia objektív diagnosztizálását, mivel az epilepsziás rohamok során az agyi elektromos aktivitás jellegzetes eltéréseket mutat. Berger felfedezései így nemcsak a pszichiátriai és neurológiai diagnosztika fejlődését segítették elő, hanem az agykutatás módszertani alapjait is lefektették, amelyek a későbbi neurofiziológiai és kognitív kutatásokhoz vezettek.

7.19. Sigmund Freud (1856–1939) és a pszichoanalízis megszületése

Sigmund Freud osztrák orvos és pszichiáter a pszichoanalízis megalapítója, mely a tudat és a tudattalan dinamikájának feltárására irányuló módszertani rendszerként forradalmasította a pszichológiai és pszichiátriai gyakorlatot. Freud célja az volt, hogy gyermekkori konfliktusokat, elfojtott érzelmeket és tudattalan motivációkat a tudatos szintre emeljen, ezzel lehetővé téve azok racionális és kezelhető feldolgozását.

A pszichoanalízis fő technikái közé tartozik a szabad asszociáció és az álomfejtés. Freud korai munkái során alkalmazott hipnotikus eljárásokat, azonban a hipnózis korlátozott hatékonysága miatt fokozatosan eltávolodott annak közvetlen alkalmazásától. A szabad asszociációban azonban számos elem megtalálható, amely a hipnózis mechanizmusára emlékeztet: például a páciens díványon való elhelyezése, relaxált testhelyzet, csukott szemek, valamint az esetleges



30. ábra. Sigmund Freud

terapeuta általi enyhe érintés a homlokon. Freud tapasztalata szerint a hipnózis sikeressége nagymértékben a kliens együttműködésén múlik, és nem teljesen a terapeuta irányításán.

A pszichoanalízis fokozatosan vált a modern pszichoterápia alapjává, miközben a hipnózis, mint terápiás eszköz, a kémiai érzéstelenítők és más modern módszerek térhódítása miatt több évtizedre feledésbe merült. Freud ezen túlmenően a kokain idegrendszeri hatásait is tanulmányozta, kísérletezve a szer hatásmechanizmusával és potenciális klinikai alkalmazásával.

Freud munkássága tehát nem csupán a pszichoterápia, hanem a pszichológia és pszichiátria tudományos alapjainak megerősítését is szolgálta, hozzájárulva ahhoz, hogy a tudattalan motivációk és érzelmi folyamatok tudományos vizsgálata a modern pszichológiai kutatás és klinikai gyakorlat szerves részévé váljon.

7.20. Carl Koller (1857–1944) és a helyi érzéstelenítés úttörője

Carl Koller osztrák orvos, aki ugyanabban a bécsi kórházban dolgozott, ahol Sigmund Freud, jelentős áttörést ért el az orvosi érzéstelenítés történetében. Freud kokainról szóló beszámolója ihlette, hogy Koller 1884-ben a kokainoldatot szemműtét során sikeresen alkalmazza helyi érzéstelenítőként.

Koller kísérleteit saját szemén is demonstrálta: kokainoldatot cseppentett a szemébe, majd tüvel végzett behatást, igazolva, hogy a helyi érzéstelenítés biztonságosan és hatékonyan

lehetővé teszi a műtéti beavatkozást anélkül, hogy az egész szervezetet altatás alá kellene helyezni. Ez volt az első klinikai alkalmazása a helyi érzéstelenítésnek, amely forradalmasította a sebészetet, különösen a szemészet területén, mivel a műtét közben a beteg tudatánál maradt, és a test egy meghatározott részét tették érzéketlenné.

A korszakban a kokaint különféle formákban: oldat, por, cigaretta, cseppek forgalmazták, és széles körben alkalmazták különböző panaszok, például fogfájás, haspuffadás vagy idegi fájdalom kezelésére. Koller kísérletei ugyanakkor rámutattak a kokain klinikai potenciáljára és a helyi érzéstelenítés gyakorlati lehetőségeire. A korabeli orvosi és társadalmi gyakorlatban a kokaint még függőség elleni, teljesítményfokozó és általános gyógyszerként is használták, ami jól mutatja a vegyület iránti nagy érdeklődést, és a modern érzéstelenítés kialakulásának kiindulópontját jelenti.

Koller munkássága tehát nemcsak a szemészetben, hanem a sebészeti érzéstelenítés általános fejlődésében is mérföldkőnek számít, és megalapozta a helyi érzéstelenítés biztonságos, rutinszerű alkalmazását a modern orvostudományban.

7.21. Alfred Adler (1870–1937) és az individuálpszichológia kialakulása

Alfred Adler osztrák pszichiáter a pszichoanalízis freudi irányzatából kiindulva alakította ki saját, egyedi pszichológiai koncepcióját, az individuálpszichológiát, amely a személyiség fejlődésének társadalmi és biológiai tényezőit egyaránt figyelembe veszi. Adler kezdetben Freud tanítványa volt, de rövid idő alatt felismerte, hogy a pszichoanalízis túlzottan a tudattalan szexuális motivációkra koncentrál, ezért 1911-ben megalkotta saját elméletét, amely a gyermekkori tapasztalatokra, kisebbségi érzésekre és társadalmi interakciókra helyezte a hangsúlyt. Adler gyermekkorában angolkórban szenvedett, ami miatt fizikailag gyengébbnek érezte magát bátyjaival szemben, és ennek hatására már korán kialakult benne a felsőbbrendűségi törekvés igénye, valamint a kisebbségi érzés fogalma. E tapasztalatok alapozzák meg későbbi elméletét a kisebbségi komplexusról, amely szerint az ember születésétől fogva arra törekszik, hogy saját korlátait legyőzze, és környezete felett érvényt szerezzen képességeinek és hatalmának.

Az individuálpszichológia központi eleme, hogy az ego viselkedésünk mozgatórugója, és az ember döntő mértékben a társadalmi késztetések, a közösségi interakciók hatására fejlődik. Adler hangsúlyozta, hogy a szociális érdeklődés (social interest) nem csupán a tanulás vagy nevelés eredménye, hanem veleszületett tulajdonság, amely a társas kapcsolatokban való aktív részvételre ösztönzi az egyént.

Munkássága során Adler hozzájárult a pszichológia humanisztikus irányzatainak kialakulásához, és megalapozta azokat a későbbi klinikai gyakorlatokat, amelyek a személyiség fejlődését, társadalmi interakcióit és a pszichés problémák korai kezelését veszik alapul. Az individuálpszichológia jelentős hatással volt a gyermekpszichológia, a pedagógiai pszichológia és a klinikai pszichológia fejlődésére is, különösen a komplexusok, az önértékelés és a társas motivációk vizsgálatában.

7.22. Carl Gustav Jung (1875–1961) és a kollektív tudattalan elmélete

Carl Gustav Jung svájci pszichiáter, kezdetben Freud elkötelezett követője volt, aki nagy hatással volt a pszichoanalízis korai fejlődésére. Amikor Jung először találkozott Freuddal, a pszichoanalízis atyjával, Freud az összes kliensét lemondta, és tizenhárom órán keresztül folyamatosan beszélgetett Junggal, felismerve benne a jövő pszichoanalitikus vezetőjét. Jung a kezdeti tisztelet és követés után azonban saját útját kezdte járni, amely jelentősen eltért Freud szigorúan tudat alatti, szexuális motívumokra épülő elméletétől. Az I. világháború után Jung széleskörű kutatóútjaira indult, megfigyelte a bennszülöttek, őslakosok kultúráját Afrikában, Amerikában és Indiában, és kiemelt jelentőséget tulajdonított annak, hogy az emberi pszichét ne csupán a laboratóriumi kísérleteken keresztül vizsgáljuk, hanem a valós élet komplex társadalmi és kulturális jelenségeiben is. Jung szerint, aki az emberi pszichét meg akarja ismerni, az hibát követ el, ha kizárólag a kísérleti pszichológiára hagyatkozik; sokkal gazdagabb és mélyebb ismeretekre tehet szert, ha nyitott szívvel és gondolkodással tanulmányozza az emberi viselkedést, akár a társadalom peremterületein: börtönökben, pszichiátriai intézetekben, kórházakban, bordélyházakban vagy akár az elhagyatott külvárosi kávéházakban. Jung legismertebb és legnagyobb hatású hozzájárulása a kollektív tudattalan elmélete, amely szerint az emberi psziché nem csupán személyes tapasztalatokból áll, hanem örökölt, univerzális pszichikus struktúrákat, úgynevezett archetípusokat is tartalmaz. Ezek az archetípusok, mint például az Anya, az Árnyék vagy a Hős minden emberi kultúrában, időtől és földrajztól függetlenül jelen vannak, és az egyén tudattalan tartalmaiban manifesztálódnak, befolyásolva érzelmeinket, álmainkat és viselkedésünket.

Jung munkássága a pszichoanalízistől a mélylélektan irányába tolta el a pszichológiát, hangsúlyozva a személyes tapasztalat és a kulturális örökség kölcsönhatását. Elméletei a modern pszichoterápia, a személyiségelméletek, a kultúra-pszichológia és a művészetpszichológia alapjait is jelentősen befolyásolták, és az emberi psziché komplex, többdimenziós értelmezését tették lehetővé.

7.23. Burrhus Frederic Skinner (1904–1990) és a radikális behaviorizmus

Burrhus Frederic Skinner amerikai pszichológus és író, a kísérleti pszichológia és a behaviorizmus meghatározó alakja volt. Munkássága a viselkedés tudományos vizsgálatára összpontosított, kiemelve az operáns kondicionálás szerepét az állati és emberi viselkedés kialakulásában. Skinner alapvetően abban különböztette meg magát korábbi behaviorista kollégáitól, hogy a külső környezeti ingerek és a viselkedés közötti kapcsolatot részletes, mérhető módon elemezte, kizárva az introspektív vagy mentális magyarázatokat. Skinner legismertebb kísérlete az úgynevezett Skinner-box vagy operáns kondicionáló kamra volt. Ebben a kísérleti elrendezésben éhes állatot, leggyakrabban patkányt vagy galambot helyezett egy zárt dobozba, amelyben egy pedál és alatta egy etetőtál volt. A patkány eleinte véletlenszerűen mozog a dobozban, és előfordul, hogy megnyomja a pedált. A kísérletvezető azonnal aktiválta az ételadagolót, így a pedálnyomás ételjutalmat eredményezett. A patkány megtanulta, hogy a pedál megnyomása rendszeresen ételhez juttatja, és viselkedését az operáns kondicionálás szabályai szerint módosította: a jutalom megerősítette a kívánt cselekvést.

Skinner ezen kívül a radikális behaviorizmus elméletét is kidolgozta, amely szerint az emberi viselkedés teljes mértékben a környezeti ingerek és azok következményei által meghatározott, és a belső mentális állapotok vizsgálata nélkül is pontosan elemezhető. Ezzel új módszertani alapot teremtett a kísérleti pszichológiában, amely a mérésen, megfigyelésen és kontrollált kísérleteken alapul. A tudományos munkásság mellett Skinner érdeklődése a gyermeknevelés gyakorlati problémái felé is kiterjedt. Ennek eredményeként megalkotta a Skinner Air-Crib, vagy más néven Baby-tender nevű eszközt. Ez egy hőmérséklet- és páratartalom-szabályozóval ellátott kiságy volt, amelyet úgy tervezett, hogy nagyobb mozgásteret biztosítson a csecsemőknek, miközben könnyen tisztítható volt. A találmány rendkívül innovatívnak számított, de egyben ellentmondásos is volt, mivel a nagyközönség sokszor félreértette célját, és a „bezárt” kiságy képét kritikával fogadta. Skinner munkássága alapjaiban formálta a modern viselkedésterápiát, az oktatás és nevelés pszichológiai megközelítéseit, valamint a kísérleti pszichológia módszertanát. Elméletei máig meghatározóak az operáns kondicionálás, a jutalmazás és büntetés mechanizmusainak megértésében, valamint az emberi és állati viselkedés tudományos vizsgálatában.

8. A HORMONELMÉLET MEGALKOTÁSA

A hormonelmélet megalkotása a biológia és az orvostudomány történetében mérföldkőnek számít. A 19–20. század fordulóján a kutatók előtt még ismeretlen volt, miként képesek a szervezet különböző szervei távolról, közvetlen idegi kapcsolat nélkül is befolyásolni egymás működését. A hormonelmélet felismerése és megfogalmazása új dimenziót nyitott a szervezet működésének megértésében: feltárta a belső elválasztású mirigyek szerepét, a kémiai hírvivő anyagok jelentőségét, s ezzel megeremtette az endokrinológia tudományának alapjait. Ez a felismerés nem csupán elméleti áttörést hozott, hanem forradalmi gyakorlati következményekkel is járt az orvoslásban, lehetővé téve számos betegség új szempontú megértését és kezelését.

8.1. Ernest Henry Starling és William Maddock Bayliss – a hormonelmélet úttörői

Ernest Henry Starling (1866–1927) és William Maddock Bayliss (1860–1924) az emésztőrendszer szabályozásának vizsgálata közben tették meg egyik legjelentősebb felfedezésüket, amely alapjaiban változtatta meg az élettan és az endokrinológia szemléletét. Kísérleteik során kimutatták, hogy az emésztőnedvek kiválasztása nem pusztán az idegi szabályozástól függ: még akkor is beindul, ha az idegi kapcsolatokat a hasnyálmirigy és az agy között megszüntetik.

Kísérleteikben a bélbe jutó gyomorsav hatására a hasnyálmirigy továbbra is kiválasztotta az emésztőnedvet. Ezt a szekréciót kiváltó anyagot szekretinnek nevezték. Ezzel bebizonyították, hogy az emésztés szabályozásában a véráramba jutó kémiai anyagok (nemcsak az idegi jelek) játszanak döntő szerepet.

E felfedezés alapján Starling megalkotta a hormon fogalmát (a görög *hormao* = „buzdít”), amely alatt olyan biokémiai üzenetközvetítő anyagokat értünk, amelyeket a belső elválasztású mirigyek termelnek, majd a véráramon keresztül juttatnak el más szervekhez, ahol specifikus működést váltanak ki. A hormonok tehát a szervezet kémiai szabályozásának kulcsfontosságú elemei, és az endokrinológia alapjait képezik.

Starling munkássága azonban nem korlátozódott az endokrinológiai kutatásokra. Nevéhez fűződik a Frank-Starling-szív törvény is, amely a szív fiziológiájának egyik alapvető elve:

- A törvény kimondja, hogy a szív kitöltöttsége és az összehúzódás ereje közötti kapcsolat lineáris: minél nagyobb a vérmennyiség a kamrákban a telődés pillanatában (preload), annál erősebben húzódik össze a szívizom, és annál nagyobb a kilökött vér térfogata.
- Ez a mechanizmus biztosítja, hogy a szív adaptálódni tudjon a változó véráramláshoz, és a keringés hatékony maradjon minden fizikai aktivitás során.
- Összességében Bayliss és Starling munkássága megalapozta a hormonrendszer tudományos vizsgálatát, és bemutatta, hogy a szervezetben az idegi és kémiai szabályozás együttesen irányítja a fiziológiai folyamatokat, legyen szó az emésztésről vagy a keringésről.

8.2.Jokichi Takamine – az adrenalin izolálásának úttörője

Jokichi Takamine (1854–1922) japán származású amerikai biokémikus és gyógyszerkutató, aki az endokrinológia egyik legfontosabb mérföldkövét érte el azzal, hogy 1901-ben elsőként izolálta a mellékveséből az adrenalin nevű hormont.

A mellékvesék kémiai anyagainak vizsgálata során Takamine kimutatta, hogy ezek a szövetek erős élettani hatású anyagokat tartalmaznak, melyek a szervezet számos funkcióját szabályozzák, például a vérnyomást, a szívritmust és a glikogén lebontását. Az adrenalin izolálása azért volt különösen jelentős, mert ez volt az első hormon, amelyet sikerült tiszta formában elkülöníteni, így lehetővé vált a szerkezetének, kémiai összetételének és élettani hatásainak részletes vizsgálata.

Takamine munkája alapjaiban változtatta meg az endokrinológia és a gyógyszerészet gyakorlatát. Az adrenalin izolálásával lehetővé vált a gyógyszerként történő alkalmazása, amely napjainkban is létfontosságú eszköz a súlyos allergiás reakciók (anafilaxia), asztmás rohamok és szívmegeállás kezelésében. Felfedezése nemcsak a hormonok izolálásának technikáját tökéletesítette, hanem megnyitotta az utat az endokrinológiai gyógyszerkutatás előtt, elősegítve más hormonok, például a tiroxin és az inzulin későbbi izolálását és klinikai alkalmazását.

8.3.Edward Calvin Kendall – a hormonkutatás úttörője

Edward Calvin Kendall (1886–1972) amerikai biokémikus jelentős mértékben hozzájárult a hormonok izolálásához és a modern hormonterápia kialakításához. 1914-ben Kendall izolálta a tiroxint, a pajzsmirigy egyik fő hormonját, amely kulcsfontosságúvá vált a pajzsmirigy-alulműködés kezelésében, és az inzulin mellett a kialakuló hormonterápia alapvető

komponensévé vált. Ez a felfedezés lehetővé tette a pontos, biokémiai alapokon nyugvó pajzsmirigy-kezelést, és alapot teremtett a későbbi hormonpótló terápiákhoz.

Kendall munkássága kiterjedt az oxido-redukciós folyamatok molekuláris szintű vizsgálatára is; felismerte a cisztein és a glutation szerepét, amelyek létfontosságúak a sejtek antioxidáns védekezésében és a metabolikus homeosztázis fenntartásában.

1930-tól Kendall a mellékvesekéreg hormonjait kutatta. Összesen 28 különböző anyagot izolált, amelyek közül a dehidrokortikoszteron (1944) és a kortizon (1946) klinikailag kiemelkedő jelentőségűvé váltak a gyulladásos betegségek és hormonhiányos állapotok kezelésében. E kutatások révén derült fény a kortikoszteroidok szerkezetére és biológiai hatásaira, amelyek alapvetően átalakították a reumatológia, endokrinológia és belgyógyászat gyakorlatát.

1950-ben Kendall orvosi Nobel-díjat kapott a mellékvesekéreg-hormonok felfedezéséért és a szerkezetük, valamint biológiai működésük feltárásáért. Eredményei szoros összefüggésben álltak Magnus-Levy korábbi megfigyeléseivel, aki kimutatta, hogy a pajzsmirigy betegségei jelentős hatással vannak az anyagcsere működésére, így Kendall munkája alapjaiban bővítette a hormonok élettani és klinikai jelentőségéről szerzett ismereteket.

8.4. Joseph von Mering és Oscar Minkowski – a cukorbetegség élettani hátterének feltárói

Joseph von Mering (1849–1908) és Oscar Minkowski (1858–1931) német fiziológusok úttörő kísérleteik révén világítottak rá a cukorbetegség (diabetes mellitus) mechanizmusára. A 19. század végén a cukorbetegség kialakulásának pontos oka még ismeretlen volt, bár feltételezték, hogy valamilyen szervi eltérés állhat a háttérben.

A kutatók sebészi módszerrel eltávolították a hasnyálmirigyet kísérleti állatokból. A műtét után a kísérleti alanyok rövid időn belül súlyos hiperglikémiát és a cukorbetegség tipikus tüneteit mutatták, beleértve a fokozott vizeletürítést (polyuria) és fokozott szomjúságot (polydipsia).

Ezzel a kísérlettel bizonyították, hogy a hasnyálmirigy létfontosságú szerepet játszik a vércukorszint szabályozásában, és a szerv hiánya közvetlenül vezet a diabetes mellitus kialakulásához. Eredményeik megalapozták az inzulin felfedezését és a cukorbetegség kezelésének modern, hormonális alapjait, hiszen világossá vált, hogy a hasnyálmirigy bizonyos anyagai (később inzulin) kulcsfontosságúak a glükóz anyagcseréjében.

Ez a kísérleti bizonyíték áttörést jelentett az endokrinológia és az anyagcsere-betegségek kutatásában, és a későbbi Banting és Best-féle inzulinfelfedezés számára is nélkülözhetetlen előzményt biztosított.

8.5. Frederick Grant Banting és Charles Herbert Best – az inzulin felfedezői

Frederick Grant Banting (1891–1941) kanadai orvos és kutató, valamint Charles Herbert Best (1899–1978) fiziológus kulcsszerepet játszottak a cukorbetegség kezelésében forradalmi áttörést jelentő inzulin felfedezésében. A 20. század elején a kutatók már ismerték, hogy a hasnyálmirigy hiánya cukorbetegséget okoz (Mering és Minkowski kísérletei), de hosszú ideig nem sikerült a szerv hormonját, az inzulint izolálni és klinikailag alkalmazni.

1920-ban Banting új módszert dolgozott ki: elkötötte egy élő állat hasnyálmirigyének vezetékét, így a hasnyálmirigy által termelt emésztőenzimek nem kerültek a tápcsatornába, miközben a hormon a véráramba továbbított. Ez lehetővé tette, hogy a hormon izolálható legyen anélkül, hogy a hasnyálmirigy emésztőenzimeit lebontanák azt.

Banting Charles Herbert Best segítségével végezte a kísérleteket, amely során elsőként sikerült elkülöníteni és kimutatni az inzulint. Ez a hormon kulcsszerepet játszik a vércukorszint szabályozásában, lehetővé téve a cukorbetegség számára a túléléshez és életminőségük javításához szükséges kezelés megkezdését.

Az inzulin izolálása nem csupán az endokrinológia, hanem a gyógyszeripar és klinikai orvostudomány történetében is mérföldkönek számít, mivel ez tette lehetővé a cukorbetegség hormonpótló kezelését, és alapozta meg a modern diabetes-terápiát.

8.6. Adolf Friedrich Johann Butenandt – a nemi hormonok kutatója

Adolf Butenandt (1903–1995) német biokémikus úttörő szerepet játszott a nemi hormonok izolálásában és szerkezetük feltárásában, amely alapvetően formálta a modern endokrinológia és reprodukcióbiológia fejlődését. 1929-ben Butenandt, majdnem egyidőben az amerikai Edward A. Doisyval, sikeresen elkülönítette a női nemi hormont, az ösztrogént, amely kulcsszerepet játszik a menstruációs ciklus és a reprodukció funkciók szabályozásában. Ezt követően az androszteron, a fő férfi nemi hormon izolálása követte, majd a progeszteron, a terhesség fenntartásáért felelős hormon elkülönítése.



31. ábra. Adolf Butenandt

Felfedezései nem csupán a biokémiai alap kutatásban jelentettek áttörést, hanem gyakorlati alkalmazásokhoz is vezettek. Munkája megalapozta a fogamzásgátló tabletták kifejlesztését, valamint hozzájárult a kortizon ipari előállításához, amely számos gyulladáscsökkentő és hormonális betegség kezelésében nélkülözhetetlen.

Butenandt kutatásai kiterjedtek a nemi hormonok kölcsönhatásaira, azok élettani szerepére és a potenciális rákkeltő hatások vizsgálatára is, ami segítette a hormonális rákkutatás fejlődésében. 1939-ben Leopold Ruzickával megosztva elnyerte a kémiai Nobel-díjat a nemi hormonokkal kapcsolatos munkásságáért, elismerve ezzel a hormonkutatás tudományos és gyakorlati jelentőségét.

8.7. Bernardo Alberto Houssay – az agyalapi mirigy és a cukoranyagcsere kutatója

Bernardo Alberto Houssay (1887–1971) argentin fiziológus úttörő kutatásokat végzett az endokrin rendszerek és a cukoranyagcsere kapcsolatában, különösen a hasnyálmirigy és az agyalapi mirigy kölcsönhatásaira fókuszálva. 1924 és 1937 között Houssay olyan kísérleteket végzett kutyákon, amelyekben sebészeti úton eltávolította a hasnyálmirigyet, így az állatok cukorbeteggé váltak. E kísérletek során megfigyelte, hogy az adenohipofízis (az agyalapi mirigy elülső lebenye) eltávolítása jelentősen mérsékelte a cukorbetegség tüneteit, és az állatokat szokatlanul érzékennyé tette az inzulinra.



32. ábra. Bernardo Alberto Houssay

További vizsgálatok kimutatták, hogy az agyalapi mirigy kivonatának injekciózása cukorbeteg állatokba jelentős mértékben növeli a vércukorszintet, demonstrálva, hogy az agyalapi mirigy hormonjai inzulinnal ellentétes, vércukorszint-emelő hatást fejtenek ki. Ez az eredmény alapvető bizonyítékot szolgáltatott arra, hogy a vércukorszint szabályozása több hormonális tényező összjátékának eredménye, nem csupán az inzulin aktivitásának függvénye.

Houssay munkája megalapozta a hipofízis szerepének megértését a glükózanyagcserében, és rávilágított az endokrin rendszer komplex, többszintű szabályozására. 1947-ben Carl és Gerty Corival megosztva elnyerte az orvosi-élettani Nobel-díjat, az agyalapi mirigy hormonjainak a cukoranyagcserében betöltött szerepének feltárásáért.

8.8. Cso Hao Li – az agyalapi mirigy hormonjainak kutatója

Cso Hao Li (1897–1987) kínai származású amerikai biokémikus, aki az endokrinológia fejlődésében játszott úttörő szerepet, különösen az agyalapi mirigy hormonjainak izolálása és jellemzése terén. Az 1930-as és 1940-es években Li számos hormon tiszta formában történő izolálását végezte el, amelyek közül a legismertebb a növekedési hormon (GH, growth hormone) volt. Munkája lehetővé tette, hogy pontosan vizsgálhassák a hormon fiziológiai hatásait.

A növekedési hormon a szervezet növekedésének és anyagcseréjének kulcsfontosságú szabályozója. Li kísérletei és izolációi hozzájárultak annak felismeréséhez, hogy a hormon mennyiségi eltérései súlyos fejlődési rendellenességekhez vezethetnek: túlzott termelődés esetén gigantizmus vagy akromegália, elégtelen termelődés esetén törpenövés alakul ki.

Cso Hao Li munkássága révén a XX. század közepére az endokrinológia nem csupán a hormonok molekuláris jellemzésének, hanem az emberi és állati fiziológia komplex szabályozásának is dinamikusan fejlődő tudományágává vált. Munkái megalapozták a gyógyászati hormonpótló terápiák későbbi kidolgozását, és a modern endokrinológia alapvető módszertani kereteit.

9. A SZEROLÓGIA KIALAKULÁSA ÉS A VÉRC SOPORTOK FELFEDEZÉSE

A szerológia a vérszérum és az abban található anyagok, elsősorban antitestek vizsgálatával foglalkozó tudományág, amely a fertőző betegségek megértésének és kezelésének alapját képezte a modern orvostudományban. A XIX. század végén és a XX. század elején a baktériológia és az immunológia fejlődése szoros kapcsolatban állt a szerológia kialakulásával, lehetővé téve a kórokozók elleni specifikus védekezés megtervezését és alkalmazását.

A szerológia alapfeltevése szerint a szervezet immunválaszként ellenanyagokat termel a fertőző ágensekkel szemben, és ezek az ellenanyagok átvihetők más egyedekre, így passzív immunitás hozható létre. Ezt az elvet Emil Adolf von Behring és Paul Ehrlich dolgozta ki a diftéria és tetanusz elleni kísérletek során, amelyek révén megszületett az első hatékony szérumterápia.

A szerológia nemcsak a fertőző betegségek elleni védekezésben játszott kiemelkedő szerepet, hanem megalapozta a modern immunológiai kutatások, a vakcinológia, valamint a diagnosztikai eljárások fejlődését is. A tudományág fejlődése hozzájárult az antitestek szerkezetének és működésének megértéséhez, lehetővé téve új terápiás eljárások, például a célzott immunterápiák kifejlesztését.

A szerológia a vérszérum alkalmazásával és az immunreakciók vizsgálatával foglalkozó tudományág, amely a fertőző betegségek elleni védekezés alapját képezte a XIX–XX. század fordulóján.

9.1. Emil Adolf von Behring (1854–1917) és Paul Ehrlich (1854–1915)

A német bakteriológia kiemelkedő alakjai, a Koch-módszerek mellett dolgoztak, és jelentős felfedezést tettek a passzív immunizáció terén.

- Antitestek felfedezése: Behring és Ehrlich kimutatták, hogy ha egy állatot beoltanak egy specifikus kórokozóval, például a diftériát vagy tetanuszt okozó baktériummal, a szervezet immunválaszként ellenanyagokat (antitesteket) termel a vérben.
- Szérumterápia elve: A beoltott állat véréből nyert antitestekben gazdag szérum átültethető más állatokba vagy emberekbe, így azok is védettséget szerezhetnek a fertőzés ellen. Ez a passzív immunizáció korai példája.

Behring elsőként alkalmazta sikerrel a módszert az 1892-es diftériajárvány idején, jelentősen csökkentve a betegség halálozási arányát gyermekek körében. Paul Ehrlich közben

dolgozott a szérum adagolásának standardizálásán, a pontos mennyiség meghatározásán, amely lehetővé tette a biztonságos és reprodukálható kezelést.

Bár a két tudós idővel külön utakon folytatta munkáját, a szerológia alapjait Ehrlich tevékenységéhez kötjük. Ő vezette be az antitestek mennyiségi vizsgálatát, és fektette le a modern immunológia kísérleti módszereit. A szerológia fejlődése lehetővé tette az ellenanyag-alapú védekezést fertőző betegségek ellen, megalapozva a későbbi vakcinológiai és immunterápiás kutatásokat. Behring és Ehrlich munkássága révén az antitestek ismerete klinikai alkalmazásra került, ami a modern orvostudomány egyik kiemelkedő áttörését jelentette.

9.2.Jules Bordet és a komplementrendszer felfedezése

Jules Jean Baptiste Vincen Bordet (1870–1939) belga bakteriológus kiemelkedő szerepet játszott a szerológia fejlődésében. Mecsnyikov mellett Párizsban dolgozva, Bordet vizsgálta a vérszérum antimikrobiális tulajdonságait, és felfedezte, hogy a szérum felmelegítése 55 °C-ra elveszíti baktériumölő képességét, ugyanakkor az antitestek az antigénnel való egyesülésre továbbra is képesek maradnak.

Bordet hipotézise szerint a szérum ezen baktériumölő hatása külön, érzékeny alkotóelemhez kötődött, amely az antitest hatását kiegészítette. Ezt az elemet ő „alexinnek” nevezte, míg Paul Ehrlich a „komplement” elnevezést használta, amely a mai immunológiában is általánosan elfogadott.

1901-ben Bordet demonstrálta, hogy az antitest és antigén reakciója során a komplement felhasználódik, és ennek a folyamatnak a mérésére kidolgozta a komplementrögztítési próbát. Ez a módszer forradalmi jelentőségűvé vált a klinikai diagnosztikában, különösen a szifilisz kimutatásában, mivel lehetővé tette a szerológiai reakciók specifikus és érzékeny mérését.

Bordet felfedezése tehát nemcsak az antitestek működésének megértését segítette, hanem a komplementrendszer szerepét is világossá tette, amely a modern immunológia egyik alapkövévé vált.

9.3.August von Wassermann és a szifilisz szerológiai diagnosztikája

August von Wassermann (1866–1925) német bakteriológus a szerológia klinikai alkalmazásának egyik úttörője volt. 1906-ban dolgozta ki az eljárást, amely máig a Wassermann-próba néven ismert, és a szifilisz korai diagnosztikájában játszott alapvető szerepet.

A Wassermann-próba lényege, hogy a beteg vérszérumát meghatározott antigénnel reagáltatják. Ha a szervezetben jelen van a *Treponema pallidum*, a szifilisz okozó kórokozó elleni antitest, az antigén-antitest reakció létrejön, és ennek során a komplement felhasználódik. A komplement eltűnése tehát pozitív eredményt jelez, ami a betegség fennállására utal.

Amennyiben a komplement nem tűnik el, a reakció nem megy végbe, így a beteg szervezetében nem mutatható ki a szifilisz elleni antitest. Ezzel a módszerrel először vált lehetővé a szifilisz objektív, laboratóriumi diagnosztikája, ami forradalmasította a fertőző betegségek korai felismerését és kezelését.

A Wassermann-próba a komplementrendszer működésére épülő szerológiai tesztek első gyakorlati példája, és közvetlenül kapcsolódik Jules Bordet felfedezéseéhez, mivel a vizsgált antitest-komplement interakcióra alapoz.

9.4.Karl Landsteiner és a vércsoportok felfedezése

Karl Landsteiner (1868–1943) osztrák orvos és immunológus a vérátömlesztés biztonságának forradalmasításában játszott kulcsszerepet. 1900–1901 között a Bécsi Egyetemen vizsgálta, miért sikeres bizonyos betegek vérátömlesztése, míg másoknál súlyos reakciók lépnek fel, amelyek akár halálos kimenetűek is lehetnek.

E kutatások nyomán 1901-ben Landsteiner felfedezte az emberi vércsoportok rendszerét, az ABO-rendszert. Ebben a rendszerben a vörösvértestek felszínén jelenlévő antigének alapján az emberek négy fő vércsoport egyikébe sorolhatók: A, B, AB és 0.

- Az A és B jelölés a vörösvértestek felszínén található két típusú antigénre utal.
- A 0-s vércsoportú egyének vörösvértestjein egyik antigén sem található, ezért e vércsoport adása szinte mindenki számára biztonságos lehet.

A felfedezés klinikai jelentősége óriási: a vérátömlesztések biztonságossá váltak, mivel az orvosok képesek voltak összeférhetetlen vércsoportok elkerülésére, ezzel csökkentve a transfúziós reakciók kockázatát. A munkáját 1930-ban fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjjal ismerték el.

1937-ben Landsteiner Alexander Weinerrel közösen azonosította a Rh-faktort, ami tovább finomította a transfúziós gyakorlatot, és lehetővé tette a magzati és újszülöttkori hemolitikus betegségek megelőzését. Halála után a Lasker-díj is az ő munkásságát dicsérte, amely a modern transfúziós medicina alapját képezte.

9.5. Sydney Ringer és az élettani oldatok fejlesztése

Sydney Ringer (1834–1910) angol orvos jelentős hozzájárulást tett a szervtan és az élettani kutatások fejlődéséhez azáltal, hogy kidolgozta az izotóniás Ringer-oldatot, amely lehetővé tette az élő szövetek hosszabb ideig tartó vizsgálatát in vitro körülmények között. Ezzel az élettani folyamatok – például a szívverés vagy az izomösszehúzódások – valós időben, működőképes szövetekkel követhetők voltak.



33. ábra. Sydney Ringer

A Ringer-oldat alapkomponensei:

- Nátrium-klorid (NaCl) – a sejtek ozmotikus egyensúlyáért,
- Kálium-klorid (KCl) – az ideg- és izomsejtek elektromos aktivitásáért,
- Kalcium-klorid (CaCl_2) – különösen az izomösszehúzódások szabályozásában fontos,
- Nátrium-bikarbonát (NaHCO_3) – a pH szabályozására.
- Az oldatot kiegészítő anyagokkal is lehet módosítani, például:
- Tápanyagokkal: glukóz, dextróz, ATP,
- Védőszerrel: antibiotikumok, gombaölők,
- Ionokkal: magnézium, laktát, hogy pontosabban utánczó extracelluláris környezetet biztosítsanak.

Alkalmazások és fajspecifikus változatok

Ringer eredeti kísérleteiben a béka szívét tartotta életben, ezért az első oldat béka-specifikus volt. Később számos változatot fejlesztettek ki különböző fajokra (madár, emlős, édesvízi és tengeri halak) és szövettípusokra (pl. szívizom, agy) optimalizálva. Ezek az oldatok lehetővé tették az izom- és idegszövetek, valamint más szervek élettani vizsgálatát, hozzájárulva az in vitro kísérletek fejlődéséhez.

A Ringer-oldat bevezetése forradalmasította az élettani kísérleteket, mivel először vált lehetővé a működőképes, de a szervezetből izolált szövetek tartós vizsgálata. Ezáltal a fiziológiai folyamatok mechanizmusai, például a szív ritmusának vagy az izomkontrakciók idegi szabályozása, részletesen és reprodukálhatóan tanulmányozhatók lettek.

9.6. Alexis Carrel (1873–1944)

Francia orvos a modern érsebészet és a szervátültetés egyik úttörőjeként vált ismertté. Legjelentősebb hozzájárulása az érrendszeri varrástechnika tökéletesítése volt, amelyet a

mindennapi kezűgyességéből merített ötletek segítségével fejlesztett ki: egy hímnőztől vett varrásórák gyakorlatát alkalmazta a finom érrendszeri varratok elkészítésére. Ezzel a technikával lehetővé vált az erek és kisebb szövetek összeillesztése, ami forradalmi újítást jelentett az akkori sebészeti gyakorlatban. Carrel 1904-ben Chicagóba költözött, ahol Charles Guthrie-vel közösen végeztek kísérleti transzplantációkat; munkájuk során különféle szerveket, például ereket, pajzsmirigyet, mellékpajzsmirigyet, petefészket, herét és szívet ültettek át.

Kutatásai során a szövetek testen kívüli életben tartásának lehetőségeit is vizsgálta. Steril edényekben szaporította a különféle sejteket, és megfigyelte a fizikai és kémiai behatások hatását, miközben vért vagy tápoldatot áramoltatott át a sejtekhez. Ezzel a módszerrel például egy csirkeembrió szívsejtjeit 34 éven át sikerült életben tartania, ami az antibiotikumok felfedezése előtti időszakban rendkívüli teljesítménynek számított. Munkássága lehetővé tette a szív- és érműtétek biztonságos kivitelezését, megalapozta a szervátültetés technikai és kísérleti feltételeit, valamint hozzájárult a tartós szövettenyésztés és az *in vitro* kísérletek fejlődéséhez, ami a későbbi celluláris és molekuláris biológiai kutatásoknak is alapot adott.

1912-ben Carrelt orvosi Nobel-díjjal tüntették ki az érrendszeri varrással, valamint a véredény- és szervátültetéssel kapcsolatos úttörő munkájáért, amely a modern sebészet és a transzplantációs medicina fejlődését jelentősen előmozdította. Munkássága révén a sebészet és a szervátültetés tudománya olyan technikai és elméleti alapokra helyeződött, amelyek máig meghatározóak az orvostudományban.

10. A BAKTERIOLÓGIA ÉS AZ ANTIBIOTIKUMOK KUTATÁSA A XX. SZÁZAD ELSŐ FELÉBEN

A 20. század eleje a bakteriológia és az orvostudomány történetében korszakváltó időszak volt. A mikroorganizmusok világának feltárása ekkorra már megalapozta a fertőző betegségek okainak megértését, de a hatékony kezelés még váratott magára. A tudósok a baktériumok biológiájának vizsgálatával egyre közelebb kerültek ahhoz a felismeréshez, hogy bizonyos természetes anyagok képesek gátolni a kórokozók szaporodását. Ennek a kutatási iránynak az eredménye lett az antibiotikumok felfedezése, amely forradalmasította a gyógyítást, és alapjaiban változtatta meg az emberiség viszonyát a fertőző betegségekhez.

10.1. Gerhard Domagk (1895–1964)

Német biokémikus és orvos úttörő munkát végzett az antibiotikumok korai kutatásában, hozzájárulva a modern gyógyszerészet fejlődéséhez. Domagk célja az volt, hogy a szervezet természetes védekezőképességét erősítse, illetve a kórokozó baktériumokat képes legyen a szervezeten belül elpusztítani. Munkásságát az I. G. Farbenindustrie kutatójaként végezte, ahol új szintetikus festékanyagok antibakteriális hatását vizsgálta, követve Paul Ehrlich elveit, miszerint „a baktériumokat a festékek nemcsak megfestik, hanem el is pusztíthatják”.

Kísérletei során a prontosil nevű, narancsvörös gyapjufesték vegyületet az egerekbe oltotta, és azt tapasztalta, hogy a készítmény rendkívül hatékony a streptococcus-fertőzések ellen. A kezelt állatok 48 órán belül mentesültek a fertőzéstől, miközben a nem kezelt kontrollcsoport állatai elpusztultak a kórokozók okozta károsodások következtében. A prontosil különösen fontos volt, mert a szervezet számára jól tolerálható volt, így emberi alkalmazásra is alkalmasnak bizonyult.

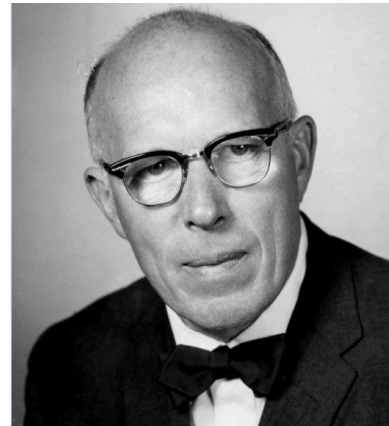
Domagk egyik első emberi páciense saját lánya volt, akinek egy tüszúrás után elfertőződött karját a prontosil kezelésével sikerült megmenteni az amputálástól. A kísérletek és a gyógyszer klinikai sikerei nyomán 1939-ben Domagk megkapta a Nobel-díjat, elismerve ezzel az első szintetikus antibakteriális gyógyszer kifejlesztését. Munkássága nemcsak az antibiotikumok kutatásának, hanem az orvosi kezelés paradigmászerű átalakulásának is alapját képezte, amely lehetővé tette a bakteriális fertőzések hatékony kezelését a 20. században.

10.2. René Jules Dubos (1901–1982)

Francia származású amerikai mikrobiológus úttörő szerepet játszott az antibiotikumok felfedezésében és a mikrobiológia alkalmazott területeinek fejlesztésében. Kutatásai során a

talaj mikroorganizmusait tanulmányozta, különös figyelmet fordítva arra a jelenségre, hogy a különböző betegségekben elhullott állatok maradványai a talajba kerülve mégsem váltanak ki fertőzést. Ez azt sugallta, hogy a talajban természetes antibakteriális tényezők léteznek, amelyek a baktériumok szaporodását gátolják.

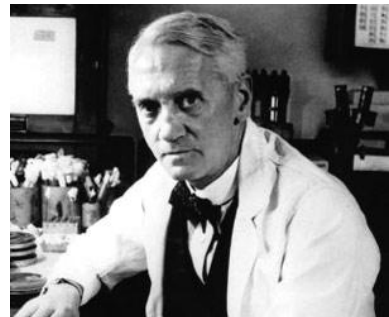
1939-ben Dubos izolálta az első antibiotikumot, a „tirothricint”, egy talajbaktériumból, ezzel bizonyítva, hogy a természet önmagában is képes olyan vegyületeket előállítani, amelyek a kórokozókat hatékonyan képesek elpusztítani. Felfedezése hozzájárult a modern antibiotikum-kutatás és a fertőző betegségek elleni terápiás stratégiák kialakulásához, megnyitva az utat a gyógyszerek szisztematikus kifejlesztése előtt. Dubos munkássága nemcsak a mikrobiológiai tudományokhoz, hanem a gyógyszerészethez és az egészségügyi gyakorlathoz is jelentős új perspektívát hozott, rámutatva a természetes környezet szerepére a fertőzések elleni védekezésben.



34. ábra. René Jules Dubos

10.3. Alexander Fleming (1881–1955)

Skót orvos-bakteriológus a modern antibiotikum-kutatás úttörője, aki 1928-ban fedezte fel a penicillint, az első természetes eredetű antibiotikumot. Tudományos érdeklődése a baktériumkutatás, az immunológia és a kemoterápia területeire terjedt ki, és Vincenzo Tiberio mellett az elsők között alkalmazott embereken tífusz elleni védőoltást.



35. ábra. Alexander Fleming

Fleming 1928-ban, az influenzavírust kutatva és a lizozim antiszeptikus tulajdonságait tanulmányozva, észrevette, hogy a *Penicillium notatum* gomba bizonyos anyaga gátolja a baktériumok növekedését. Ez a megfigyelés vezetett a penicillin felfedezéséhez, amely az emberi kórokozók széles spektrumával szemben bizonyult rendkívül hatásosnak. 1941-re a penicillint már emberi betegeken is alkalmazták, és gyorsan bebizonyosodott, hogy képes gyógyítani olyan fertőzéseket, amelyek korábban gyakran halálosak voltak.

A gyógyszeripar nagyüzemi előállítása révén a penicillin a második világháború idején nemcsak a katonák, hanem a polgári lakosság gyógyításában is kiemelkedő szerepet kapott. Fleming felfedezése forradalmasította a fertőző betegségek kezelését, és megalapozta a modern antibiotikumok fejlesztését, miközben a penicillin a mai napig az egyik legelterjedtebb és

leghatékonyabb antibakteriális szer maradt. 1945-ben Fleming megosztott orvosi Nobel-díjat kapott munkásságáért.

10.4. Selman Abraham Waksman (1888–1973)

Amerikai bakteriológus, aki a modern antibiotikum-kutatás egyik meghatározó alakja volt, és a tuberkulózis elleni első hatékony antibiotikum, a sztreptomycin felfedezéséért 1952-ben elnyerte az orvosi Nobel-díjat. Kutatói pályafutása során a talaj mikrobiológiájára, a növényi és állati maradványok lebomlására, a humusz képződésére, valamint a tengerben élő baktériumok ökológiai szerepére koncentrált, ezáltal alapozva meg a talajmikrobiológia és a gyógyszerkutatás szoros kapcsolatát.

Waksman munkatársaival számos antibiotikumot izolált, jellemezett és tesztelt, amelyek közül kiemelkedő jelentőségű a sztreptomycin és a neomicin, melyek az emberek, állatok és növények különböző fertőzéseinek kezelésében máig meghatározó szerepet játszanak. A sztreptomycinre vonatkozó szabadalma a tíz olyan szabadalom egyike, amelyet a szakirodalom „a világot megváltoztató” találmányok között tart számon.

Waksman nemcsak az antibiotikumok gyakorlati alkalmazásában ért el áttörést, hanem a fogalom kialakításában is: az általa bevezetett „antibiotikum” kifejezés a baktériumok szaporodását gátló, természetes eredetű anyagokra utal, és máig az orvostudomány alapvető terminusa. Munkássága révén az antibiotikumok a modern orvoslás központi eszközévé váltak, és lehetővé tették számos korábban halálos fertőző betegség hatékony kezelését, így Waksman munkája alapvetően formálta a 20. századi gyógyszerészet és fertőző betegségek elleni védekezés fejlődését.

11. A BIOKÉMIA ÉS A FIZIOLÓGIA FEJLŐDÉSE A XIX–XX. SZÁZADBAN

Fiziológia és biokémia területén a XX. században számos kiemelkedő tudós járult hozzá a molekuláris biológia és az enzimekémia fejlődéséhez, akiknek munkája alapjaiban változtatta meg a biológiai folyamatok megértését. Sajnos voltak hibás orvosi, ipari, mezőgazdasági kísérletek, vegyszerhasználati próbálkozások is.

11.1. Paul Müller Hermann

Svájci vegyész volt, aki a 20. század közepén jelentős áttörést ért el a rovarirtószerek kutatásában. Célja egy olyan kémiai anyag megtalálása volt, amely gyorsan elpusztítja a rovarokat, ugyanakkor nem okoz károsodást a növényeken és a melegvérű állatokon. A korábban alkalmazott rovarirtók nagy része arzént tartalmazott, ami hosszú távon felhalmozódott a talajban és komoly környezeti károkat okozott.

1939-ben Müller a klórozott szénhidrogének kutatásába kezdett, és felfedezte a diklór-difenil-triklórétánt (DDT) hatékonyságát. A DDT rendkívül eredményesen irtotta a leggyakoribb rovarokat, így legyeket, szúnyogokat, poloskákat, tetveket, és jelentős szerepet játszott a mezőgazdasági kártevők



36. ábra. Paul Müller Hermann

elleni védekezésben is. Felfedezése nemcsak a mezőgazdaságban volt forradalmi, hanem az egészségügyben is: a DDT segítségével számos fertőző betegséget, köztük a maláriát, a kiütéses tífuszt és más trópusi betegségeket sikerült visszaszorítani, emberek millióinak életét mentve meg.

Müller munkáját 1948-ban orvosi-élettani Nobel-díjjal ismerték el, ezzel is hangsúlyozva a vegyszeres rovarirtás tudományos és gyakorlati jelentőségét a fertőző betegségek elleni küzdelemben. A DDT felfedezése elindította a modern, célzott rovarirtás korszakát, amely később a vegyszerek biztonságosabb és környezetbarátabb alkalmazásához vezetett.

11.2. Otto Fritz Meyerhof (1884–1951)

Német biokémikus és fiziológus volt, aki a 20. század elején jelentős mértékben hozzájárult a biokémia és az élettani kutatások fejlődéséhez. 1909-ben szerzett orvosi diplomát a Heidelbergi Egyetemen, majd több német egyetem, köztük Kiel tanszékein dolgozott az

élettan és a fizikai kémia területén. 1929-től a heidelbergi Kaiser-Wilhelm-Institut für Medizinische Forschung élettani intézetének igazgatója volt.

Meyerhof munkássága az izomanyagcsere folyamatainak feltárásában volt kiemelkedő. Vizsgálatai során kimutatta az izom oxigénfelhasználása és a tejsavtermelés közötti összefüggést, ami alapvetően hozzájárult az izomműködés és az energiefelhasználás biokémiai mechanizmusainak megértéséhez. Munkájának fontosságát 1922-ben Archibald Vivian Hill-lel megosztva orvosi-élettani Nobel-díjjal ismerték el. Bár a későbbi kutatások Meyerhof eredményeit bizonyos részletekben pontosították, felfedezései a modern izomfiziológia alapját képezik, és hozzájárultak az izomműködés és a metabolizmus összefüggéseinek feltárásához.

11.3. Carl Ferdinand Cori (1896–1984) és Gerty Theresa Cori (1896–1958)

Amerikai biokémikus házaspár volt, akik alapvető felfedezéseket tettek a szénhidrát-anyagcsere területén. Kutatásaik során azonosították a glükóz foszfáttartalmú vegyületét, a glükóz-1-foszfátot, amelyet később „Cori-észter”-nek neveztek el. Ez a vegyület az első köztestermék az állati szervezetben a glikogén glükózzá történő lebontása során, és kulcsszerepet játszik a cukrok és keményítők közötti átalakulás szabályozásában.



37. ábra. Gerty Theresa Cori és Carl Ferdinand Cori

Felfedezésük hozzájárult annak megértéséhez, hogyan szabályozzák a hormonok az állati szervezet szénhidrát-anyagcseréjét, különösen a glükóz és a glikogén kölcsönös átalakulását. E munkájukért 1947-ben megosztva Bernardo Houssay-jel elnyerték az orvosi-élettani Nobel-díjat, elismerve a szénhidrát-anyagcsere mechanizmusainak feltárásában elért kiemelkedő eredményeiket.

11.4. Fritz Albert Lipmann

Német származású amerikai biokémikus alapvető felfedezést tett az energiatranszfer biokémiájában. Kutatásai során kimutatta, hogy a foszfátcsoportok a molekulákban kétféle kötéstípusban fordulhatnak elő: alacsony és magas energiájú kötések formájában.

Lipmann munkája szerint, amikor a keményítő vagy a zsír molekulái lebomlanak, a felszabaduló energia arra használódik fel, hogy az alacsony energiájú foszfát magas energiájú foszfáttá alakuljon. Így az energia kémiaiag könnyen hozzáférhető, tárolható formában raktározódik el a sejtekben. Egy magas energiájú foszfát lebontásakor a felszabaduló energia

elegendő ahhoz, hogy a szervezetben végbemenő, energiát igénylő kémiai folyamatokat – például izomösszehúzódást vagy szintézisreakciókat – fenntartsák. E felfedezés alapjaiban járult hozzá az anyagcsere és az energiaforgalom megértéséhez.

11.5. Hans Adolf Krebs (1900–1981)

Német biokémikus a sejtek anyagcseréjének feltérképezésében végzett úttörő munkát. Cambridge-ben és Sheffieldben kezdte kutatásait, majd 1967-ig Whiteleyben a biokémia professzora volt, továbbá Oxfordban a Trinity College tagjaként is tevékenykedett. Kutatásai központjában a sejten belüli anyagcsere állt, különös tekintettel a szénhidrát-, fehérje- és zsírlébonatás folyamatainak összefüggéseire.

Legjelentősebb eredménye a citrátkör, vagy más néven citromsavciklus leírása volt, amely a sejtek aerob energiatermelésének központi folyamata, és szemlélteti a szénhidrát-, fehérje- és zsíryananyagcsere köztes termékeinek általános, végső lebomlását. A kutatás alapját Szent-Györgyi Albert szerves savakra vonatkozó munkája képezte, ezért a folyamatot gyakran „Szent-Györgyi-Krebs körfolyamatnak” is nevezik. E felfedezéséért 1953-ban Fritz Albert Lipmannal megosztva orvosi-élettani Nobel-díjat kapott, jelentősen hozzájárulva a sejtek energiafolyamatainak megértéséhez.

11.6. Szent-Györgyi Albert (1893–1986)

Magyar származású biokémikus, a modern biokémia kiemelkedő alakja, aki jelentős felfedezéseivel alapvetően járult hozzá a sejtek anyagcsere-folyamatainak megértéséhez. Tanulmányait a budapesti Lónyai utcai református gimnáziumban kezdte, majd a Budapesti Tudományegyetemen folytatta, ahol 1917-ben orvosi oklevelet szerzett. Az első világháború idején medikusként szolgált, de megsérült, ezért hamarosan leszerelték. Ezt követően tanulmányait külföldön folytatta Pozsonyban, Prágában, Berlinben, Leidenben és Groningenben, különböző tudományterületeken: biológia, élettan, gyógyszeratan, bakteriológia és fizikai-kémia terén.

Klebelsberg kultuszminiszter hívására hazatért, és 1931-től 1945-ig a Szegedi Tudományegyetem Orvosi Vegyészeti Intézetének professzora volt, ahol jelentős kutatásokat végzett a biológiai égésfolyamatok és a sejtek anyagcseréjének területén. 1947-ben az Egyesült Államokba költözött, ahol a Boston melletti Woods Hole-ban működő Izomkutató Tudományos Intézet tengerbiológiai laboratóriumának igazgatója lett, pozícióját 1962-ig töltötte be, miközben kapcsolatát Magyarországgal mindig fenntartotta.

Szent-Györgyi Albert 1937-ben élettani-orvosi Nobel-díjat nyert „a biológiai égésfolyamatok, különösképpen a C-vitamin és a fumársav-katalízis szerepének megértése terén tett felfedezéseiért”, ami a sejtek energiafolyamatainak és a vitaminok élettani szerepének megértésében hozott forradalmi áttörést.

11.7. Rudolf Schönheimer (1898–1941)

Német származású amerikai biokémikus a modern izotópkutatás úttörője volt a biokémia területén. Ő volt az első, aki nagy mennyiségben alkalmazott izotópokat, különösen a hidrogén ritka izotópját, a deutériumot, biokémiai kísérletekhez. Schönheimer kísérleteiben deutériummal helyettesített zsírmolekulákat szintetizált, majd ezeket beiktatta kísérleti állatok étrendjébe. Az állatok szervezete a deutériummal módosított zsírokkal ugyanúgy bánt, mint a normál zsírokkal, így lehetővé vált a zsírok anyagcseréjének nyomon követése.

Az állatok szöveteiben a deutérium-tartalmú zsírok elemzése új és meglepő betekintést nyújtott az anyagcsere folyamatokba, és megalapozta az izotópok széles körű alkalmazását a biokémiai kutatásokban. Schönheimer munkája jelentősen hozzájárult a szervezet szerves molekuláinak dinamikus anyagcseréjének megértéséhez, és alapvető módszertani újítást hozott a metabolikus kutatásokban.

11.8. Melvin Calvin (1911–1997)

Amerikai biokémikus a fotoszintézis folyamatainak részletes feltérképezéséért vált világhírűvé, mely munkájáért 1961-ben kémiai Nobel-díjat kapott. 1937-ben csatlakozott a Kaliforniai Egyetem Berkeley campusához, ahol 1946-ban a Lawrence Radiation Laboratory biokémiai csoportját vezette, később 1971-ben egyetemi tanári kinevezést kapott.

Calvin az 1940-es évek közepén kezdte meg a fotoszintézis kutatását, különösen a *Chlorella* zöldmoszat segítségével. Radiokarbon-módszerrel, azaz ^{14}C izotóp alkalmazásával vizsgálta a fotoszintézis közbenső lépéseit: a növényi növekedést különböző stádiumokban megállítva, a keletkezett radioaktív vegyületeket azonosította. Ezek a vizsgálatok lehetővé tették a fotoszintézis kémiai reakcióinak feltérképezését, és hozzájárultak a szén-dioxid beépülésének megértéséhez a növényi szerves anyagokba.

Calvin kutatómunkája nemcsak a fotoszintézisre terjedt ki, hanem a sugárkémiaira és az élet keletkezését befolyásoló folyamatok vizsgálatára is, így munkássága alapvető jelentőségű a biokémia és a növényi élettan területén.

11.9. Hans Karl von Euler-Chelpin (1873–1964)

Német származású svéd kémikus volt, aki úttörő munkát végzett az enzimkémia és a vitaminkutatás területén. Tanulmányait Münchenben, Berlinben, Strassburgban, Göttingenben, valamint a párizsi Pasteur Intézetben végezte, ahol a kémia és a természettudományok alapjait sajátította el. Kutatásai középpontjában az enzimkémia állt: sikerült izolálnia több jelentős enzim koenzimjét, ami nagyban hozzájárult az enzimek működésének megértéséhez.

Eredményei a vitaminkutatásban is jelentősek: felismerte, hogy a karotin az A-vitamin provitaminja, így összekapcsolta a táplálkozást és az egészséget. Emellett a tumorok biokémiájával is foglalkozott, és kutatásai segítették az anyagcsere és a sejtfunkciók megértését. 1929-ben Arthur Harden-nel megosztva kémiai Nobel-díjat kapott a cukor erjedésének és az erjedésben szereplő enzimek vizsgálatáért.

Érdekesség, hogy fia, Ulf von Euler-Chelpin szintén Nobel-díjas lett az élettani-orvostudomány területén, így a család két nemzedéke is kiemelkedő tudományos teljesítményt nyújtott.

11.10. James Batcheller Sumner (1887–1955)

Amerikai biokémikus az enzimek természetének kutatásában végzett úttörő munkát, amely alapvetően hozzájárult a modern biokémia fejlődéséhez. Sumner munkássága során azzal foglalkozott, hogy az enzimek, amelyek a kémiai reakciókat a szervezetben katalizálják valóban fehérjék-e. Korábban sokan kételkedtek abban, hogy az enzimek tiszta, izolálható fehérjék lennének, vagy csupán valamilyen biológiai komplex részei. Sumner ezt a kérdést a gyakorlatban bizonyította: babból kivont ureáz nevű enzimét kristályosította. Az ureáz a karbamidot ammóniára és szén-dioxidra bontó enzim, és az izolálás során apró, jól definiált kristályokat nyert. Amikor ezeket a kristályokat feloldotta, az oldat továbbra is aktív volt, vagyis képes volt a karbamid lebontására, bizonyítva, hogy az enzimek fehérjékből állnak. Ez az eredmény rendkívül jelentős volt, hiszen az ureáz volt az első enzim, amelyet kristályos formában állítottak elő, és ezáltal egyértelmű bizonyítékot szolgáltatott az enzimek fehérje természetére. E munkájáért Sumner később Nobel-díjat kapott, és kutatásai megalapozták az enzimek szerkezetének és működésének részletes vizsgálatát.

11.11. Theodor Svedberg (1884–1971)

Svéd vegyész szintén alapvető jelentőségű munkát végzett a fehérjék és más makromolekulák kutatásában. 1907-ben doktorált az uppsalai egyetemen, ahol később pályafutását is kezdte, majd 1949 és 1967 között az új Gustaf Werners Magkémiai Intézet igazgatója volt. Svedberg fő eredménye az ultracentrifuga megalkotása volt, amely a

gravitációs erőnél akár több százezerszer nagyobb centrifugális erőt tudott létrehozni. Az ultracentrifuga lehetővé tette a fehérjék molekulatömegének pontos meghatározását, valamint a különböző fehérjeformák és kolloidok tulajdonságainak vizsgálatát. Az eszköz segítségével például a hemoglobin molekulatömegét is pontosan meg tudta állapítani, ami kiemelkedő jelentőségű volt a biokémiai kutatások számára. 1926-ban kémiai Nobel-díjat kapott a kolloidok kémiai vizsgálataért és az ultracentrifuga kifejlesztéséért. Később Svedberg a magkémiai problémák, valamint a ciklotron továbbfejlesztésének területén is dolgozott, így hozzájárulva a nukleáris kémia és a biokémia további fejlődéséhez.

Mind Sumner, mind Svedberg munkássága példája annak, hogy a kísérleti módszerek fejlesztése milyen mértékben tudta elősegíteni a biokémia és a molekuláris biológia fejlődését, lehetővé téve a makromolekulák szerkezetének és működésének mélyebb megértését.

11.12. Arne Wilhelm K. Tiselius

Svéd vegyész és Theodor Svedberg tanítványa, 1925-től az asszisztenseként dolgozott, és szuszpendált fehérjék elválasztására elektroforetikus módszert dolgozott ki. Ez a technika lehetővé tette komplex elegyek, így fehérjék, enzimek, hormonok, vitaminok és antibiotikumok szétválasztását és tanulmányozását. Tiselius felfedezte, hogy a vérplazma több fehérje-típusú frakcióra bontható, és a szérum-proteidek komplex természetének feltárásáért 1948-ban kémiai Nobel-díjat kapott. 1947 és 1964 között a Nobel Alapítvány alelnökeként, majd elnökeként is jelentős szerepet játszott a tudományos közösség irányításában.

A biokémia és molekuláris biológia fejlődésében Carl Linus Pauling (1901–1994) amerikai vegyész forradalmi jelentőségű volt. Ő alkalmazta a kvantumelméletet a kémiában, és 1954-ben Nobel-díjat kapott a vegyérték-kötés elmélet terén végzett munkájáért. Pauling molekulaszervezet-vizsgálatai, főként röntgensugár-elhajlás segítségével, alapvetően hozzájárultak az aminosavak láncolatának és a fehérjék spirális, hélix szerkezetének megértéséhez. Tudományos munkásságát később kiegészítette a nukleáris fegyverkezés és a békefolyamatok iránti aktív közreműködéssel, amelyért 1962-ben Nobel-békedíjat is kapott, így ő lett az első tudós, aki két teljes Nobel-díj tulajdonosa lehetett.

11.13. John Cowdery Kendrew (1917–1997)

Angol biokémikus és krisztallográfus szintén alapvető jelentőségű munkát végzett a fehérjék szerkezetének feltárásában. 1946-tól Max Perutz mellett Cambridge-ben dolgozott, ahol röntgendiffrakciós módszerekkel vizsgálták a hemoproteineket. Kendrew a mioglobint, Perutz pedig a hemoglobint kristályszerkezetét tisztázta, és az eredményeket közösen

publikálták. 1962-ben a két kutató kémiai Nobel-díjat kapott a globuláris fehérjék szerkezetének feltárásáért, munkásságuk jelentősen megkönnyítette J. D. Watson és F. Crick munkáját, akik a DNS kettős spirálszerkezetét fedezték fel.



38. ábra. John Cowdery Kendrew

11.14. Hermann Emil Fischer (1852–1919)

Német vegyész kiemelkedő szerepet játszott a szerves kémia és a biokémia fejlődésében. Már 1881-ben elkezdett a purinokkal foglalkozni, és kimutatta, hogy az aminosavakat milyen kötések kapcsolják össze a fehérjemolekulán belül.

1907-ben sikerült egy egyszerű, tizennyolc egységből felépülő, fehérjéhez hasonló anyagot előállítania, amely öt aminosav 15 molekulájából és három másik aminosavból állt. Ez a munka jelentős előrelépést jelentett a fehérjék és enzimek kémiai vizsgálatában.

Fischer meghatározta számos fontos vegyület, köztük a húgysav, a xantin, a koffein és a teobromin összetételét és szerkezetét, bizonyítva, hogy mind a purin nevű nitrogéntartalmú bázis származékai. 1883-tól kezdődően a cukorcsoport kutatásába is belefogott, és eredményei a glükóz, fruktóz és számos más cukor molekulászerkezetének meghatározásában kiemelkedőek voltak. Fischer munkáját nem csupán elemzéssel, hanem a vegyületek szintézisével is igazolta, ezáltal alapvető módon járult hozzá a fehérjék, köztük az enzimek kémiai megértéséhez.

Fischer munkássága a purinok, cukrok és aminosavak kutatásán keresztül megalapozta a modern biokémia és szerves kémia fejlődését, különösen a fehérjék és nukleinsavak szerkezetének vizsgálatában.

11.15. Richard Laurence Millington Synge (1914–1994)

Angol biokémikus, aki a kromatográfia módszertanának fejlesztésében ért el jelentős eredményeket. 1941 és 1943 között a leedszi gyapjúipari kutatóintézetben dolgozott, ahol kidolgozta a papírkromatográfia technikáját, amely lehetővé tette vegyületek egyszerű és hatékony szétválasztását szűrőpapíron. 1952-ben A. J. P. Martinnal együtt kémiai Nobel-díjat kapott a szétválasztási módszer kidolgozásáért. Ezt követően az East Anglia-i Egyetemen 1968-tól a biológiai tudományok tiszteletbeli professzoraként folytatta munkáját, módszerei pedig alapvetővé váltak a biokémiai analízisekben.

11.16. Vincent du Vigneaud (1901–1978)

Amerikai biokémikus, aki Frederick Sanger szintetizáló módszereit alkalmazva dolgozott az oxitocin szintézisének területén. Cornell Egyetem laboratóriumában vezetésével számos fontos eredményt ért el, többek között a penicillin szintézisében, valamint a biotin izolálásában és szerkezetének meghatározásában, továbbá sok egyéb kéntartalmú szerves vegyület vizsgálatában. 1955-ben kémiai Nobel-díjat kapott az agyalapi hormonok, a vazopresszin és az oxitocin elkülönítéséért és teljes szintéziséért, amelyek alapvető szerepet játszanak a szervezet fiziológiai folyamataiban, például a vérnyomás szabályozásában, a méh összehúzódásában és a tejelválasztásban.

11.17. Wendell Meredith Stanley (1904–1971)

Amerikai biokémikus, aki a molekuláris biológia egyik úttörőjeként ismert. Princetonban, a növénypatológiai laboratóriumban folytatta kutatásait, ahol sikerült kristályosítania a dohánymozzaik-vírust. Bár eredményeit a tudományos közvélemény eleinte kétkedéssel fogadta, később széles körben elfogadták, és ez a munka alapvető jelentőségűvé vált a vírusok biokémiai vizsgálatában. 1948 és 1969 között a Berkeley Egyetem víruslaboratóriumát vezette, ahol elsősorban az emberi betegségeket okozó kórokozókkal, köztük az influenzavírussal foglalkozott. 1946-ban kémiai Nobel-díjat kapott John Howard Northroppal és James Batcheller Sumnerrel megosztva a vírusok kristályosításában és vizsgálatában elért eredményeiért.

11.18. Wilhelm Ludvig Johannsen (1857–1927)

Dán botanikus, aki alapvető fogalmakat alkotott a genetika területén. A Koppenhágai Egyetemen az agrártudományok professzoraként, illetve a Koppenhágai Agrártudományi Intézetben dolgozva 1909-ben bevezette a „gén” fogalmát, amely a görög „életet adni” kifejezésből származik. Ugyanebben az évben alkotta meg a „fenotípus” és „genotípus” fogalmakat is, amelyek a genetikai öröklődés és a megjelenő tulajdonságok megértésének alapját képezik a modern molekuláris biológiában.

11.19. Thomas Hunt Morgan (1866–1945)

Amerikai genetikus, aki a modern genetika megalapozásában játszott kiemelkedő szerepet. 1908-ban kezdett genetikai vizsgálatokba Gregor Mendel örökléstani eredményeinek újrafelfedezése után. Kísérleti alanyául az ecetmuslicát (*Drosophila melanogaster*) választotta, és tanulmányozta a különböző generációkban fellépő mutációkat. Morgan kimutatta, hogy a

gének lineárisan helyezkednek el a kromoszómákon, és felfedezte a gének kapcsoltságát és rekombinációját. Eredményei kiegészítették és pontosították Mendel törvényeit, és elkészítette a *Drosophila* kromoszómáinak első géntérképét. A kromoszómák öröklésben betöltött szerepének bizonyításáért 1933-ban orvosi-életteni Nobel-díjat kapott.

Albert Francis Blakeslee (1874–1954) amerikai botanikus és genetikus, aki a növénygenetika területén végzett úttörő munkát. 1914-ig a Connecticuti Mezőgazdasági Főiskolán botanikaprofesszor volt, ahol magasabb rendű növényeken folytatta kísérleteit. 1915-ben a Carnegie Intézet Cold Spring



39. ábra. Thomas Hunt Morgan

Harbor-i laboratóriumának növénygenetikai kutatója lett, majd 1936-tól az intézet igazgatója volt. Blakeslee az elsők között alkalmazta a kolchicint a kromoszómaszám mesterséges növelésére, így megnyitotta az utat a poliploid növények létrehozása előtt. Nyugdíjazása után a Smith College címzetes botanikaprofesszoraként megalapította a Genetikai Kísérleti Állomást, tovább fejlesztve a növények genetikai kutatásának módszertanát.

11.20. Friedrich Miescher (1844–1895)

Svájci biokémikus a sejtek anyagcseréjének kutatásában vált híressé, különösen a nukleinsavak felfedezésével. 1869-ben, Ernst Hoppe-Seyler irányításával a Tübingeni Egyetemen végzett munkája során gennyből kivont fehérvérsejtek sejtmagjaiban olyan anyagot talált, amely foszfort és nitrogént is tartalmazott. Ezt az anyagot először „nukleinnek” nevezte, mivel úgy tűnt, hogy kizárólag a sejtmagban fordul elő. Később, 1874 után, az anyagot két további összetevőre, egy fehérjére és egy szerves savmolekulára választotta szét. Ma ezt az anyagot ribonukleinsav (RNS) és dezoxiribonukleinsav (DNS) néven ismerjük. Emellett Miescher felfedezte, hogy a légzést nem az oxigén, hanem a vér szén-dioxid-koncentrációja szabályozza, és 1885-ben megalapította Svájc első élettani intézetét.

11.21. Albrecht Kossel (1853–1927)

Német biokémikus, a fiziológiai kémia területén végzett úttörő munkájával vált ismertté, különösen a sejtmagok fehérjéinek vizsgálatában. Felfedezte a hisztidint 1896-ban, valamint a timint és az agmatint is. Kossel izolálta a nukleinsavak alapvető nukleotidjait: az adenint, guanint, citozint, timint és uracilt, és ezek alapján jelentős mértékben hozzájárult a genetikai

anyag kémiai megértéséhez. 1910-ben orvosi-élettani Nobel-díjat kapott a nukleinsavak és a fehérjék kémiájának vizsgálatáért.

11.22. Maurice Hugh Frederick Wilkins (1916–2004)

Brit fizikus 1945-ben kezdett biofizikával foglalkozni a skóciai St Andrews Egyetemen, majd 1946-tól a londoni King's College laboratóriumában John Randall irányításával a DNS röntgenkristallográfiai vizsgálatán dolgozott. Munkája jelentős mértékben hozzájárult a DNS molekula, elsősorban James Watson és Francis Crick által felállított kettős csavar modelljének megalkotásához. 1962-ben Watson, Crick és Wilkins megosztott orvosi Nobel-díjat kapott a DNS szerkezetének feltárásáért és az élő anyag információátadásában betöltött szerepének tisztázásáért.



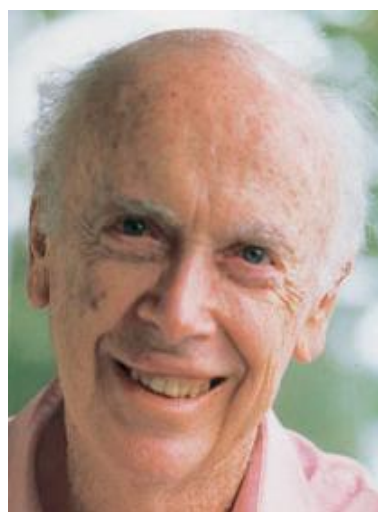
41. ábra. Maurice Hugh Frederick Wilkins

11.23. Francis Harry Compton Crick (1916–2004) és James Dewey Watson (1928–)

Amerikai biokémikusok 1951-ben kezdték közös munkájukat a DNS szerkezetének felderítésére. 1953-ban publikálták a DNS kettős csavar szerkezetére vonatkozó elgondolásukat, amely alapjaiban változtatta meg a molekuláris biológia tudományát. A felfedezésükért 1962-ben Watson, Crick és Wilkins megosztott orvosi Nobel-díjat kapott, és munkájuk később a fehérjeszintézis és az információátadás biokémiai folyamatainak tanulmányozását is megalapozta.



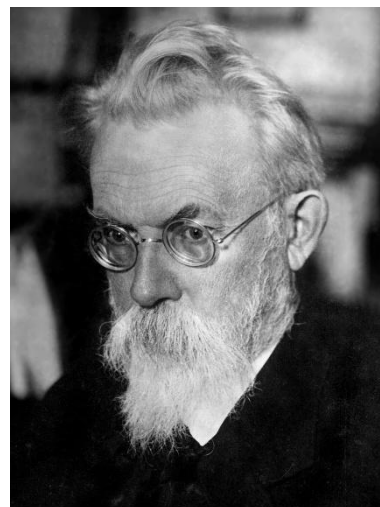
40. ábra. Francis Harry Compton Crick



42. ábra. James Dewey Watson

12. VLAGYIMIR IVANOVICS VERNADSZKIJ ÉLETE ÉS MUNKÁSSÁGA

Vlagyimir Ivanovics Vernadszkij (1863–1945.) a 19–20. század fordulójának egyik legjelentősebb tudósa volt, aki geológusként, ásványtudósként, kémikusként és filozófusként is maradandót alkotott. Munkássága nemcsak a földtudományok és a geokémia fejlődésére volt óriási hatással, hanem új tudományterületek, például a biogeokémia és a nooszféra-elmélet megteremtésével messze túlmutatott saját korán.



43. ábra. Vlagyimir Ivanovics Vernadszkij

Vernadszkij nemesi családból származott, édesapja történész volt, édesanyja zenészcsaládból jött. Gyermekkorát részben Ukrajnában, Poltava környékén töltötte, így a természettel való kapcsolat már fiatal korától meghatározta világlátását. Tanulmányait a Szentpétervári Egyetemen végezte, ahol olyan kiváló tudósok tanítványaként bontakozott ki, mint Dmitrij Mengyelejev. Már diákként nagy érdeklődést mutatott a kristálytan és az ásványtan iránt, s hamarosan a közettan egyik legígéretesebb kutatójává vált.

A 19. század végén több európai egyetemen is tanulmányutakat tett, így Németországban és Franciaországban is bővítette ismereteit. Ezek az évek nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy Vernadszkij a tudomány nemzetközi áramlatainak is aktív résztvevőjévé váljon. 1890-es évektől az ásványtan professzoraként tevékenykedett.

Kutatásai a földkéreg kémiai összetételére, az ásványi anyagok keletkezésére és átalakulására irányultak. Eredményei hozzájárultak a geokémia, mint önálló tudományterület kialakulásához. Különösen jelentős a biogeokémia megalkotásában játszott szerepe: felismerte, hogy az élő szervezetek a Föld kémiai folyamataiban nem passzív résztvevők, hanem aktív alakítói a földi környezetnek. Ezzel lefektette annak a modern szemléletnek az alapjait, amely a bioszféra és a földtudományok kapcsolatát vizsgálja.

Vernadszkij legismertebb gondolati öröksége a nooszféra fogalma, amelyet a 20. század első felében dolgozott ki. E szerint a bioszféra fejlődésének új szakaszába lépett az emberi értelem és tudat megjelenésével. A nooszféra az a szféra, amelyben az emberi gondolkodás és cselekvés alakító tényezővé válik a Földön. Ez a koncepció a fenntartható fejlődés, az ökológiai gondolkodás és a globális környezetvédelem előfutárának tekinthető, messze megelőzve korát.

Tudományos munkássága mellett Vernadszkij fontos szerepet játszott a tudományos élet szervezésében is. 1918-ban alapító tagja volt az Ukrán Tudományos Akadémiának (ma: Ukrán

Nemzeti Tudományos Akadémia), amelynek első elnöke lett. Ezzel meghatározó módon járult hozzá az ukrán tudomány intézményesítéséhez és önálló fejlődéséhez. Emellett részt vett az ásványi nyersanyagok feltárásában és az uránkutatásokban, amelyek a későbbi nukleáris ipar előzményeinek tekinthetők.

A politikai változások közepette sem szakadt el a kutatástól: a cári korszakban, majd a Szovjetunió megalakulása után is folytatta munkáját, bár gyakran kellett alkalmazkodnia az adott hatalomhoz. Ennek ellenére megőrizte tudományos integritását, és a természettudományos gondolkodás függetlenségét képviselte.

Élete utolsó szakaszában, a második világháború idején Moszkvában és vidéki kutatóállomásokon dolgozott tovább. Bár betegségek gyötörték, még ekkor is folytatta írásait és tudományos szervező tevékenységét. 1945 januárjában, 81 éves korában hunyt el Moszkvában.

Öröksége ma is rendkívül jelentős. A geokémia és a biogeokémia alapjain túl a nooszférelmélet révén a környezeti és társadalmi problémák tudományos értelmezésének egyik úttörője volt. Nevéhez számos intézmény kapcsolódik: róla nevezték el a moszkvai Vernadszkij Könyvtárat, amely a világ egyik legnagyobb tudományos könyvtára, valamint a Vernadszkij-krátert a Holdon.

13. MAGYAR SZÁRMAZÁSÚ, KÁRPÁTALJAI KÖTŐDÉSŰ BIOLÓGUSOK

13.1. Kitaibel Pál – orvos, zoológus, botanikus, vegyész

Kitaibel Pál (Nagymarton, 1757. február 3. – Pest, 1817. december 13.) magyar botanikus és kémikus volt, aki életművével jelentősen hozzájárult a magyarországi természettudományok fejlődéséhez. Már fiatal korában, Nagymartonban és Sopronban, majd Budán és Győrben tanult, később a pest-budai orvosegyetemen folytatta tanulmányait, ahol 1785-ben orvosdoktorrá avatták. Tanulmányai alatt Winterl Jakab professzor mellett a vegytani-növényteni tanszéken dolgozott, előadások helyett azonban teljesen a tudományos kutatásnak szentelte életét. Több a mai Kárpátaljai területét kutató expedícióban vett részt.



44. ábra. Kitaibel Pál

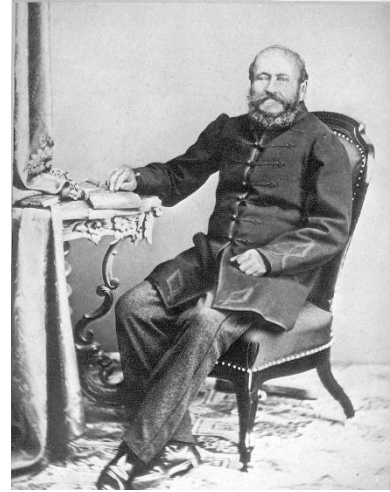
Kitaibel szorgalmas munkája ellenére kezdetben szerény körülmények között dolgozott: laboratóriumát otthonának konyhájában alakította ki, majd 1807-ben nevezték ki a Fűvészkert igazgatójává. Kezdetben főleg kémiával, ásvány- és ásványvízvizsgálatokkal foglalkozott: ő állította elő először a világon a klóros meszet, dolgozott ki analitikai eljárásokat, részt vett a hazai répacukor-gyártás és szappankészítés kísérleteiben, valamint közreműködött a tellúr nevű fém felfedezésében. Bár a tellúr felfedezésének története vitatott, Kitaibel 1789-ben függetlenül is azonosította az elemet, később pedig elismerte, hogy Müller F. József volt az első felfedező.

Botanikai munkássága kiemelkedő: 1799-ben Waldstein Ferenc Ádámmal közösen előfizetési felhívást tettek közzé egy képes magyar növényleírás kiadására, amely során Kitaibel több mint 1200 napot töltött terepen, bejárva mintegy 20 000 kilométert a Kárpát-medencében. Közel 150 növényfaj első tudományos leírója lett. Eredményeit összefoglaló művében, a *Descriptiones et Icones Plantarum Rariorum Hungariae* című háromkötetes, 280 színes rézmetszettel illusztrált munkában publikálta 1799 és 1812 között. Halála után herbáriumának 15 000 lapnyi anyagát József nádor vásárolta meg, a későbbi Magyar Természettudományi Múzeum növénytárának alapjaként. Az egyetem megbízta a teljes *Flora Hungarica* megírásával, de korai halála miatt az anyag részben ma is kiadásra vár.

Kitaibel Pál emlékére számos élőlény őrzi: a Pannon-gyík (*blepharus kitaibelii*), a Kitaibel-mályva (*Kitaibela vitifolia*), a Kitaibel-varfű (*Knautia kitaibelii*) és a Kitaibel-harangláb (*Aquilegia kitaibelii*).

13.2. Frivaldszky Imre – zoológus

Frivaldszky Imre (Bacskó, 1799. február 6. – Jobbágyi, 1870. október 19.) a magyar természettudományok kiemelkedő alakja volt, aki pályafutását a növénytanban kezdte, majd az állattan felé fordult. Magyarország első jelentős leíró zoológusaként nemcsak hazánkban, hanem külföldön is elismert szaktekintélynek számított. Különösen a rovarok és csigák gyűjtésében és vizsgálatában ért el kiemelkedő eredményeket, emellett nagy érdemeket szerzett a Balkán-félsziget természetrajzi viszonyainak feltárásában, négy gyűjtőexpedíciót szervezve a régióba. Kárpátalján is járt gyűjtőúton.



45. ábra. Frivaldszky Imre

Tudományos érdemeit a Magyar Tudományos Akadémia is elismerte: 1833-ban levelező, 1838-ban rendes taggá választották, emellett számos külföldi tudományos társaság tagjai sorába is felvették. Publikációi magyar és német nyelven jelentek meg, ezek közül különösen fontos a *Jellemző adatok Magyarország faunájához*, melyet az MTA 1870-ben a nagy jutalommal tüntetett ki. Ezen kívül jelentősek munkái a magyarországi kígyók monográfiájáról (*Dissertatio inaug. medica sistens monographiam serpentum Hungariae*, 1823), a rovarok katalógusáról (*Catalogus insectorum Emerici Frivaldszky*, 1834), valamint a vándor sáskával kapcsolatos vizsgálatairól (*Értekezés a vándor sáskáról*, 1848).

Érdekes történeti kapcsolata is volt: Frivaldszky figyelmeztette Jókait egy dunai szigetre a török–magyar határon, amely sem Magyarországhoz, sem a szomszédos országokhoz nem tartozott. Ez a sziget inspirálta Jókai *Az arany ember* című regényének helyszínét.

Emlékét a Magyar Rovartani Társaság 1960-ban alapított Frivaldszky Imre-emlékplakettel őrzi, amelyet évente a magyar rovartan kiváló művelőinek ítélnek oda, négy fokozatban: arany, ezüst, bronz és mecénás.

13.3. Frivaldszky János – zoológus

Frivaldszky János (Rajec, Trencsén vármegye, 1822. június 17. – 1895. március 29.) magyar zoológus, Frivaldszky Imre unokaöccse, aki jelentős szerepet játszott a hazai és a balkáni állattani kutatásokban. Gimnáziumi tanulmányait Trencsénben, Nagyszombatban és Léván végezte, érettségijét Vácott szerezte. 1840-ben Pesten mérnöki tanulmányokat kezdett, de minden szabadidejét a Magyar Nemzeti Múzeumban töltötte, ahol nagybátyja, Frivaldszky Imre mellett dolgozott. 1847–1848-ban letette a mérnöki szigorlatot, majd 1852-ben a Magyar

Nemzeti Múzeumhoz nevezték ki segédőrnek, később őrré, majd 1870-ben az Állattár igazgatójává („igazgatóőrévé”) léptették elő.

Fő kutatási területe a rovartan volt, de más állatcsoportokat is tanulmányozott. Hazánk faunájából számos új és érdekes fajt írt le, és kétszer beutazta a Balkán-félszigetet, ahol gazdag gyűjteményt hozott létre, de Kárpátalján is gyűjtött. Tudományos munkáját az MTA is elismerte: 1865-ben levelező, 1873-ban rendes taggá választották, emellett több külföldi tudományos társaság tagjai közé is felvették.

Főbb művei közé tartoznak:

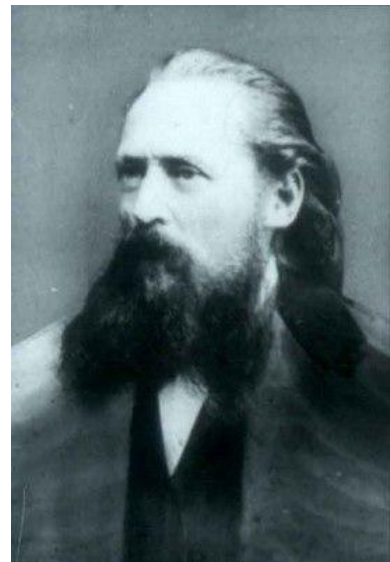
- *A magyarországi egyenes röpiék magánrajza* (Pest, 1867)
- *Adatok a magyarhoni barlangok faunájához* (Mathem. és term. tud. Közl., 1865), amely részletesen ismertette a hazai barlangok állatvilágát
- *Madarak és rovarok (Budapest és környéke...)* (Bp., 1879)
- *Aves Hungariae* (Bp., 1891), mely a magyarországi madárfaunát részletesen mutatta be



46. ábra. Frivaldszky János

13.4. Herman Ottó – az utolsó magyar polihisztor

Herman Ottó (1835–1914) 1835. június 26-án született Breznóbányán felvidéki szász családban. Bár hétéves koráig nem tanult magyarul, már fiatal korától erősen kötődött a magyar kultúrához és hazafias értékekhez. Nevét a német Herrmann formáról magyarosította Hermanra. Élete során kimagasló polihisztorként tevékenykedett: természettudós, zoológus (különösen ornitológus, ichthiológus és arachnológus), néprajzkutató, régész és politikus volt, akit gyakran a madarak atyjának és az utolsó magyar polihisztornak neveztek.



47. ábra. Herman Ottó

Gyermekkorától kezdve a természet szeretete és kutatása vezérelte. Szülőhelyéről 1847-ben költöztek a Miskolc melletti Alsóhámorba. Apja, Herrmann Károly, maga is természetkedvelő volt, és gyermekeit szigorú, de tisztességes nevelésben részesítette. Herman Ottó gyermekkorában szabadidejében folyamatosan a természetet járta, gyűjtötte a növényeket és állatokat. Egy téli csínytevés során

szerzett megfázás következtében hallása részben károsodott, ami egész életére nagyothallóságot eredményezett.

Miskolcon kezdte tanulmányait, ahol tanára, Máday Károly nemcsak a tudományos ismeretekre, hanem a hazaszeretetre is nevelte. A 1848–1849-es forradalom és szabadságharc idején, mindössze tizennégy évesen, jelentkezett honvédnek, hogy az ágyútisztogatásban részt vehessen, de tettét szülei megakadályozták. A szabadságharc leverése mélyen megviselte, és rövid ideig lakatossegédként, majd gépgyári munkásként dolgozott. 18 éves korában Bécsbe utazott a politechnikumra, de apja halála miatt mérnöki pályáját fel kellett adnia, és hosszú ideig géplakatosként dolgozott.

Szabadidejében azonban továbbra is a természetet kutatta, és a bécsi természettudományi múzeumban Carl Brunner von Wattenwyl, a kor neves rovarásza felfigyelt tehetségére, különösen rajzkészségére, és készítette vele a rovarani illusztrációkat. Bár a kötelező katonai sorozáson nem jelent meg, a hatóság kényszerítette, így 12 évre besorozták, amelyből végül négy év után szabadult. Katonai szolgálata során a dalmát tengerparton tanulmányozta a tengeri élőlényeket, és szorgalmának köszönhetően írónoki beosztásba került.

31 évesen a kolozsvári Erdélyi Múzeum Egylet preparátora lett, ahol gyakran járt színházba, és itt kezdődött rövid ideig tartó kapcsolata a híres színésznővel, Jászai Marival. 1875-ben a Magyar Nemzeti Múzeum állattárába nevezték ki őrségédnek, ahol a Természettudományi Társaság megbízásából összeállította Magyarország pókfaunáját és a magyar halászat történetét. Halászati tanulmányait 1883-ban kezdte, és négy év alatt az ország jelentős folyóinál, tavainál, mocsarainál és hegyi patakjainál gyűjtött adatokat. E kutatások eredményeként 1887-ben jelent meg „A magyar halászat könyve”, és 1885-ben rendezte híres halászati kiállítását. Több kárpátaljai gyűjtési eredményét is közli a Szernye-mocsár és Nagydobrony térségéből.

Ugyanebben az évben vette feleségül Borosnyay Kamillát, nála húsz évvel fiatalabb írónőt. Közéleti szerepet is vállalt: 1879–1883 között Szeged, 1893–1896 között Miskolc, majd Törökszentmiklós függetlenségi párti országgyűlési képviselője volt. Politikai tevékenységében mindig kiemelten kezelte a természettudományi ismeretek terjesztését.

1888-ban norvégiai tanulmányúton vett részt, ahol jelentős madártani gyűjteményt szerzett, és 1891-ben nemzetközi ornitológus kongresszust szervezett. 1893-ban jelentette be a magyarországi ősember-leletek felfedezését, ami bizonyítékot szolgáltatott arra, hogy Magyarország területén is éltek ősemberek. 1896-ban a millenniumi ünnepeken sikeres kiállítást rendezett, amely 1900-ban Párizsba is eljutott. Bejárta az országot, Erdélyt, a

Nagykunságot, a Bakonyt és Somogy vidékét néprajzi és természettudományi adatok gyűjtésére, preparált állatokat és tárgyakat is gyűjtött.

75 éves korában egy villamosgázolás érte Budapesten, de felépült, és folytatta írói és kutatói munkáját. Később két kisebb szélütést is átélt, de ennek ellenére befejezte néprajzi tanulmányait. 1914 novemberében jelent meg a magyar pásztorok nyelvkinészt bemutató munkája. December 27-én, egy téli betegség és szívbénulás következtében hunyt el.

Legjelentősebb művei között találjuk *A madarak hasznáról és káráról*, *A magyar halászat könyve* I–II., valamint *Magyarország pók-faunája* I–III. köteteket. Ő indította a magyar ősember-kutatást és a tudományos barlangkutatást, alapította a *Természettudományi Füzetek* és az *Aquila* madártani folyóiratokat, és a Magyar Ornitológiai Központ, valamint a Magyar Néprajzi Társaság alapító tagja volt. Munkásságával nemcsak hazai, hanem nemzetközi elismertséget is szerzett, 1900-ban a Francia Becsületrendet is megkapta.

13.5. Kepes Gyula (1847–1924)

Magyar orvos és sarkkutató, aki az Osztrák–Magyar Monarchia északi-sarki expedíciójának egyetlen magyar tagjaként vált ismertté. 1847. december 7-én született a kárpátaljai Mezőváriban, egy tiszaháti földbirtokos fiaként. Középiskoláit Ungváron és Budapesten végezte, majd a bécsi orvosi egyetemen szerzett diplomát 1870-ben. Ezután a bécsi Rudolf Kórházban dolgozott, ahol Anton Drasche tanár javaslatára vállalta el a sarkkutató expedícióban való részvételt.



48. ábra. Kepes Gyula

1872 nyarán indult útnak az expedíció, amelynek célja az Északi-sark elérése és a terület tudományos feltérképezése volt.

A Tegetthoff nevű hajón indultak útnak, és három évig tartó, rendkívül megpróbáltató körülmények között végezték kutatásaikat.

Kepes feladatai közé tartozott az élelmiszer- és gyógyszerellátás megszervezése, a legénység egészségének megőrzése, valamint a tudományos megfigyelések dokumentálása. Az expedíció során felfedezték a később Ferenc József-föld néven ismert területet, amelyet először dokumentáltak.

Hazatérve Bécsben nagy ünneplés fogadta őket, és Kepes Gyulát is kitüntették. 1874-ben megkapta a Vaskorona III. osztályú rendjelet, valamint honvéd törzsszászlósi kinevezést. Később a bécsi Rudolf Kórházban dolgozott, és orvosi pályafutása során több tudományos munkát is publikált.

Kepes Gyula életét és munkásságát több írás is feldolgozta, például Szállási Árpád "A világjáró Kepes Gyula orvosdoktor" című cikkében. Ezen kívül Julius von Payer, az expedíció vezetője, 1876-ban megjelent könyvében is említést nyert, amelyben részletesen beszámoltak az expedícióról és annak tagjairól.

Kepes Gyula 1924. október 5-én hunyt el Budapesten. Emlékét több helyen is őrzik, és hozzájárulásával jelentős szerepet játszott a magyar tudományos közéletben.

13.6. Timkó Imre (1875–1940) – agrogeológus

Timkó Imre 1875. október 21-én született Ungváron. Egyetemi tanulmányait Budapesten végezte, ahol már hallgatóként bekapcsolódott a Magyar Nemzeti Múzeum ásvány- és őslénytani osztályának, majd az egyetem állattani és anatómiai intézetének munkájába. 1898-ban csatlakozott a Magyar Királyi Földtani Intézet agrogeológiai osztályához, ahol meghatározó szerepet játszott a hazai agrogeológiai felvételi módszerek kidolgozásában és a térképezésben. Szakmai tudását a magyaróvári gazdasági akadémián szerzett agrokémiai és talajtani ismeretekkel is gazdagította.



49. ábra. Timkó Imre

Kutatásai során fontos szerepet vállalt a nagy lecsapolási munkálatokban, például az Ecsedi-láp és a Hanság feltárásában. Vizsgálatai nem korlátozódtak Magyarországra: dolgozott Ausztriában, Bajorországban és a Balkán több országában is. Fő kutatási területe a talajok és a felszín alatti rétegek vizsgálata volt, amelyekről számos jelentést és tanulmányt közölt.

1921-ben főbányatanácsosi, 1933-ban gazdasági főtanácsosi címet kapott, majd rövid ideig a Földtani Intézet hivatalos igazgatójaként is tevékenykedett. Nyugdíjazásáig aktívan részt vett az intézet munkájában. Számos agrogeológiai térképet készített, többek között Horusitzky Henrikkel közösen, és tanulmányai rendszeresen megjelentek a Földtani Közlönyben, valamint az intézet éves jelentéseiben.

Munkássága alapvetően járult hozzá a magyar agrogeológia fejlődéséhez. Kutatásai és térképei máig jelentős forrásként szolgálnak a talajtan és a geológia iránt érdeklődők számára. Timkó Imre 1940. február 2-án hunyt el Budapesten.

13.7. Timkó György (1881–1945) – lichenológus, botanikus, etnográfus

Timkó György 1881. április 23-án született Ungváron. Budapesten végezte egyetemi tanulmányait természetrajz és földrajz szakon, majd 1902-ben a Magyar Nemzeti Múzeum néprajzi osztályán kezdett dolgozni gyakornokként. Pályája elején geológiai, paleontológiai és tárgyi néprajzi kutatásokat is folytatott, később azonban egyre inkább a növényteni vizsgálatok felé fordult. A múzeum növénytárában elsősorban a Budai-hegység, a Pilis és az Alföld zuzmóflóráját tanulmányozta.



49. ábra. Timkó György kollégái körében (piros körrel jelölve)

Jelentős szerepet vállalt a budapesti Természetrajzi Szövetség megalapításában, ahol előbb főtitkárként, majd elnökként dolgozott. A szervezet célja a természetrajzi és földrajzi ismeretek terjesztése mellett a főváros környéki természeti értékek feltárása és rendszerezése volt. Tudományos munkásságának középpontjában a zuzmók álltak: több tanulmányban közölt adatokat a hazai lichenológiai viszonyokról. Legfontosabb művei közé tartozik az 1926-ban megjelent „*Új adatok a Budai és Szentendre–Visegrádi hegyvidék zuzmóvegetációjának ismeretéhez*”, valamint a „*Kitaibel Pál herbáriumának zuzmói*” (1943), amelyben a nagy botanikus gyűjteményének zuzmóanyagát dolgozta fel.

Herbáriumi gyűjtései máig fennmaradtak, és nemcsak hazai, hanem nemzetközi gyűjteményekben – például a londoni Természettudományi Múzeum herbáriumában – is megtalálhatók. Munkásságával jelentősen hozzájárult a magyar zuzmóflóra feltárásához, és maradandó értéket teremtett a hazai botanikai kutatások történetében. Timkó György 1945. szeptember 13-án hunyt el Budapesten.

13.8. Vágner Lajos (1815–1888) – botanikus, erdészeti szakember

Vágner Lajos 1815-ben született a Máramaros vármegyei Tiszabog-dány településen. Élete és munkássága révén a kárpátaljai botanikai kutatás egyik úttörőjévé vált, és a nemzetközi tudományos közösség számára is ismertté tette Kárpátalja növényvilágát. Bár fő szakmája az erdészet volt, amatőr botanikusként végzett részletes, alapos gyűjtő- és kutatómunkát, amely során jelentős herbáriumi anyagot hozott létre, és számos növényfajt örökített meg a tudomány számára.

1835-ben Vágner Lajos a máramarosszigeti Királyi Állattenyésztési és Bányáigazgatóságon kezdett dolgozni sószállítási felügyelőként. Ezt követően Huszton a Királyi Erdészeti Gazdaság Igazgatóságán ellenőrként és pénztárosként tevékenykedett, majd 1870-ben, amikor a Királyi Erdőgazdaság Igazgatósága megszüntette kirendeltségét a városban, a Rahói Erdészeti Igazgatóságra helyezték át. Ezekben az években, Máramarosszigeten, Huszton és Rahón, Vágner rendszeresen végzett botanikai gyűjtőutakat, amelyek során alaposan feltérképezte a térség növényvilágát.

Vágner Lajos nemcsak gyűjtőmunkát végzett, hanem aktív levelezést folytatott más országok neves botanikusaival, és részt vett herbáriumcserékben. Első jelentősebb saját herbáriumi gyűjteményét 1837 körül állította össze, és a magyar botanikusok közül elsőként csatlakozott a Bécsi Botanikai Társasághoz (Wiener Botanischen Tauschvereins), amely lehetőséget adott arra, hogy más régiókból származó növényekkel és kutatókkal cserélje gyűjteményét. Emellett a bécsi Kerner von Marilaun professzor által alapított *Flora exsiccata Austro-Hungarica* projekt számára is rendszeresen készített gyűjtéseket, így hozzájárulva a nemzetközi növényteni szakirodalom és herbáriumi anyagok bővítéséhez.

A Vágner Lajos által gyűjtött és gondozott herbáriumi lapok ma számos múzeum és természettudományi kutatóintézet gyűjteményét gazdagítják. A Magyar Természettudományi Múzeumban mintegy 40 ezer herbáriumi lapot őriznek tőle, amelyek nagy része az általa gondozott, személyes gyűjtemény része. Érdekes módon, bizonyos külföldi gyűjtőktől származó lapok kizárólag Vágner saját gyűjteményében maradtak fenn, így munkája különleges értéket képvisel a kárpátaljai és az európai botanikai kutatás történetében.

Vágner Lajos herbáriuma alapján számos növényfajt írtak le, és róla nevezték el azokat. Kerner von Marilaun a *Phyteuma vagneri* fajt írta le a gyűjtemény alapján. Neve emellett a *Gentiana vagneri* Janka és a *Leucojum vernum* var. *vagneri* Stapf elnevezésekben is megőrződött, biztosítva, hogy a tudományos közösség emlékezzen hozzájárulására.

Vágner Lajos munkássága egyedülállóan ötvözte az erdészeti szakértelmet a botanikai kutatással, és olyan alapmunkát hozott létre, amely máig meghatározó Kárpátalja

növényvilágának megismerésében. Herbáriumai és levelezése más botanikusokkal nemcsak gyűjteményként, hanem a nemzetközi tudományos kapcsolatok kialakításának eszközeként is szolgáltak. Vágner életműve így példaként szolgál arra, hogyan lehet amatőrként is maradandót alkotni a tudomány számára, és miként válhat egy lokális kutatás nemzetközileg is értékes tudományos teljesítménnyé.

13.9. Margittai Antal – botanikus, matematika és fizika tanár

Margittai Antal a Bereg vármegyei Várpalánkán született, és életét a tudományos kíváncsiság és a pedagógiai elhivatottság jellemezte. Tanulmányait a Munkácsi Reálgimnáziumban, majd a Budapesti Egyetem filozófiai fakultásán végezte, ahol olyan neves tanárok mentorálták, mint Beke Manó és Eötvös Loránd. Bár hivatását tekintve matematikatanárnaként dolgozott, szabadidejét elsősorban a botanikának szentelte, és munkássága révén Kárpátalja növényvilágának megismerésében maradandó nyomot hagyott.



50. ábra. Margittai Antal

Egyetemi éve alatt Margittai szoros kapcsolatban állt korának jelentős magyar botanikusával, például dr. Degen Árpáddal, Wagner Jánossal és Jávorka Sándorral. Már fiatalon aktívan kutatta a Kis- és Nagy-Fátra növényvilágát, és új fajokat is írt le tudományos közlésében. Körülbelül ezer oldalas herbáriumot készített, amelynek nagyobb része a pozsonyi Szlovák Nemzeti Múzeumban található, így munkája a mai napig fontos forrás a kárpátaljai botanikai kutatás számára.

1916-ban professzori állást kapott a Munkácsi Állami Tanítóképzőben, és egyidejűleg a Munkácsi Kereskedelmi Akadémián is tanított. 1923-ban felkérték az akadémia igazgatói posztjának betöltésére, de a felkérést nem fogadta el, mivel az adminisztrációs teendők elvonták volna a figyelmét kedvenc tevékenységétől, a botanikától. Margittai Antal az elsők között kezdeményezte a szisztematikus florisztikai kutatásokat Kárpátalján, és számos, akkor még leíratlan növényfajt fedezett fel, többek között a fekete fodorkát (*Asplenium adiantum-nigrum* L.), az erdélyi ledneket (*Lathyrus transsilvanicus*), a törpe iszaprojtot (*Limosella aquatica* L.) és a magyar cickafarkot (*Achillea pannonica* Scheele).

1916-tól kutatási területét kiterjesztette Ung, Ugocsa és Máramaros vármegyékre is. Florisztikai kirándulásai során kedvelt célpontja lett a Szvidoveci-masszívum, ahol több mint két évtizeden keresztül gyűjtötte, írta le és rendszerezte a rózsza nemzetséget (*Rosa* L.), több új fajt és hibridet is dokumentálva. Eredményeit az *Enumeratio monographiae Rosarum sponte*

crescentium Carpatorum septentrionalis orientalium című monográfiában foglalta össze, melynek latin nyelvű kézírata a Magyar Természettudományi Múzeumban található.

Margittai aktívan részt vett nemzetközi herbáriumi projektekben, többek között a *Flora Hungarica exsiccate*, a *Flora Exsiccata Reipublicae Bohemicae Slovenicae*, a *Flora Cechoslovenca exsiccate* és a *Plantae Exsiccatae Carpatorum* kollektciókban. Hosszú időn át gyűjtött a *Magyarország füvei* (1900–1915), valamint a *Magyar sásfélék, szittyófélék, gyékényfélék és békabuzogányfélék* (1914–1928) kollektciók számára. Gyűjteményeinek legnagyobb részét a Magyar Természettudományi Múzeum, valamint kolozsvári, pozsonyi és prágai múzeumok őrzik.

Margittai munkássága emlékezetes az általa felfedezett és róla elnevezett növényfajok révén is. Ilyenek például a *Centaurea margittaiana* Wagn., *Festuca dominii* var. *margittaii* Krajina, *Gentiana margittaiana* Fodor, *Rosa margittaiana* Sabr. és a *Sorbus margittaiana* (Jáv.) Kárpáti. Bár Kárpátalja teljes flóragyűjteményét már nem sikerült befejeznie, élete munkája alapvető forrást jelentett a régió botanikai ismereteiben.

2010. szeptember 16–19. között Margittai Antal tiszteletére nemzetközi botanikai konferenciát szerveztek Munkácson, amelyet a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, az Ungvári Nemzeti Egyetem, az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia Botanikai Intézete, a Kárpátaljai Honismereti Múzeum, a Magyar Természettudományi Múzeum, a Kárpátaljai Állami Levéltár és a Kárpátaljai Állami Természetvédelmi Hivatal közösen rendezett. Ezen túlmenően a Kárpátaljai Magyar Pedagógusszövetség minden évben a kárpátaljai középiskolai biológia tanulmányi verseny névadójául választotta.

Margittai Antal élete és munkássága példája annak, miként lehet a pedagógiai elhivatottságot a tudományos kíváncsisággal és a helyi flóra feltárásával ötvözni. Eredményei a kárpátaljai botanikai kutatások alapját képezik, és emléke nemcsak a tudományos közösség, hanem a pedagógiai és természeti örökség számára is maradandó értéket képvisel.

13.10. Hrabár Sándor (1883–1959) – ornitológus, természettudós, múzeumigazgató

Hrabár Sándor 1883. augusztus 17-én született Budapesten. Édesapja állami tisztviselő volt, a család később visszatért Kárpátaljára, ahol Sándor az Ungvári Drugeth Gimnáziumban érettségizett. Felsőfokú tanulmányait Budapesten végezte, és 1909-ben természettan–földrajztanári diplomát szerzett. Egy ideig



51. . ábra. Hrabár Sándor

Grazban nevelősködött az Ázsia-kutató Almásy György családjánál; tanítványa volt többek között Almásy László Afrika-kutató, aki az *Angol beteg* című film főhősének mintája lett.

Már diákként érdeklődött a madártan iránt, és ez az érdeklődés élete végéig kitartott. Bár lehetősége lett volna a budapesti Nemzeti Múzeum természetrajzi osztályán elhelyezkedni, ő inkább hazatért, és 1911-től a Drugeth Gimnázium tanára lett. A tanintézet megszűnéséig, 34 éven át ott dolgozott, miközben bejárta Kárpátalja minden táját. Különösen a ragadozó madarak és a baglyok érdekelték, amelyekből teljes gyűjteménnyel rendelkezett. A madarakat maga preparálta, módszerét a szakemberek nagyra értékelték. Gazdag lepke- és szitakötőkollekciót is létrehozott, amelyet később az ungvári egyetem múzeumának ajándékozott.



52. ábra. Hrabár Sándor által preparált ragadozó madarak az ungvári Nemzeti Egyetem Állattani Gyűjteményében

Pedagógusi pályája mellett tudományos kutatómunkát is folytatott. Mintegy hetven tudományos közleménye jelent meg, főként ornitológiai témákban. 1926-ban a Királyi Magyar Ornitológiai Központ rendes megfigyelőjévé választották. Leghíresebb munkái közé tartozik az *A Kárpátalja ragadozó madarai* című 1942-es kötete, valamint több tanulmánya, amelyek az *Aquila* folyóiratban láttak napvilágot. A szovjet időszakban a Kárpátaljai Helytörténeti Múzeum első igazgatója, majd a múzeum természetrajzi osztályának vezetője lett.

Sokoldalú tehetség volt. Nemcsak biológusként, hanem festőként is maradandót alkotott. Élethűen örökítette meg a természetet és az erdők világát. Emellett kertészkedett, zongorázott.

Életművét nemcsak Ungváron, hanem Kárpátalja egész tudományos életében nagyra becsülték. Hrabár Sándor 1959. június 30-án, 76 éves korában hunyt el. Munkásságával maradandó nyomot hagyott Kárpátalja természettudományos kutatásában és kulturális életében, egyszerre volt elhivatott pedagógus, elismert kutató és sokoldalú művész.

13.11. Prof. dr. Fodor István (1907–2000) – kárpátaljai magyar botanikus, pedagógus és kutató

Felsőgerebenen született kárpátaljai magyar botanikus, pedagógus és kutató életét a tudomány és a szülőföld iránti elkötelezettség jellemezte. 1907-ben született, és gimnáziumi tanulmányai befejezése után eredetileg az ungvári görögkatolikus papneveldebe készült, ám nem sikerült felvételt nyernie. Egy időre vasutasnak állt Beregszentmiklóson, de tudásvágyától vezérelve továbbra is a tudományos pályát kereste, ezért felvételizett a prágai Károly

Egyetemre. Itt a neves cseh botanikus, Karel Domin tanítványa lett, és diplomamunkáját a Szernye-mocsár és Pannónia növényvilágának vizsgálatából készítette, jelezve már korán a terepi kutatások iránti elkötelezettségét.

1931-ben az egyetem elvégzése után az ungvári Drugeth Gimnáziumban kezdett tanítani, később a Szent Erzsébet Leánygimnáziumban oktatta a természet- és földrajz tantárgyakat. Tanári munkáját mindig a diákok természeti világ iránti érdeklődésének felkeltése vezette, kiemelkedő előadói képességeinek köszönhetően sok fiatal számára vált inspirálóvá. 1939-ben a Kárpátaljai Cserkészszövetség parancsnokává nevezték ki, mely a közösségi életben is aktív szerepvállalását mutatta. A második világháború idején, 1941 és 1945 között a honvédségnél szolgált, majd hadifogságba került, ami rövid időre megszakította oktatói és tudományos pályáját.



53. ábra. Prof. dr. Fodor István

Hazatérése után először az orosz nyelvű középiskolában kapott állást, de 1946-tól már az Ungvári Állami Egyetem Botanikai Tanszékén dolgozott, ahol jelentős szerepet vállalt a botanikus kert kialakításában és a kutatási infrastruktúra fejlesztésében. Szenvedélyesen szerette a terepi munkát, és a növények rendszertani meghatározásában mindig precíz volt. Tudományos érdeklődése elsősorban Kárpátalja növénytakarójának feltérképezésére irányult, különös figyelmet fordítva a Róna-havas fahatárának változásaira.

Kutatásai során számos jelentős botanikai felfedezést tett: részletesen tanulmányozta a Kárpáti hóvirágot és a Szernye-mocsár növényvilágát, publikációi pedig botanikai, természetvédelmi, mezőgazdasági és tudománytörténeti témákban egyaránt megjelentek. Fontosabb természetvédelmi írásai közé tartozik a *Mocsárból puszta?*, a *Védett növényeink* és az *Arborétum Nagybereznán*, míg tudománytörténeti munkái között kiemelkedik a *Kultúrnövényeink eredetének kutatója* és a *100 éve született Vavilov Nyikolaj* című tanulmány. 1975-ben a Moszkvai Lomonoszov Egyetemen biológiai tudományok doktora címet szerzett, professzori kinevezést pedig 1974-ben kapott, 67 éves korában.

Fodor István munkássága a mai napig élő hagyaték: 2011 szeptemberében a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola keretében megkezdte működését a Fodor István Természettudományi Kutatóközpont, amely az ő kutatási örökségét és szellemi örökségét viszi tovább. Kutatásai során munkatársaival 3820 növény- és állatfajt írtak le, köztük 38 olyan

növényfajt, amelyet Kárpátalján először dokumentáltak. Oktatói és tudományos munkásságát a Magyar Biológiai Társaság Botanikai Szakosztályának aranyérmével is elismerték.

Élete során Fodor István mindig hű maradt szülőföldjéhez és magyarságához, életpéldájával inspirálva kortársait és az utókor tudományos nemzedékét. Szenvedélyes kutatói, oktatói és természetvédelmi tevékenysége révén a kárpátaljai botanikai kutatás és a magyar ökológia egyik alapvető alakjává vált, és öröksége a mai napig élő hivatkozási alap a tudományos közösségben.

13.12. Prof. dr. Balogh János (1913–2002)

A kárpátaljai születésű ökológus és zoológus, a magyar talajzoológia és ökológia egyik legnagyobb alakja, 1913. február 19-én látta meg a napvilágot Nagybocksó közelében, Máramaros megyében. Gyermekkorát azonban már Túrkevén töltötte, ahová szoros kötődés fűzte egész életében. Tanulmányait Budapesten kezdte, először a Protestáns Országos Árvaházban nevelkedett, majd a híres Fasori Evangélikus Gimnáziumban érettségizett. Egyetemi éveit a Pázmány Péter Tudományegyetem Természettudományi–Földrajz szakán végezte, 1935-ben zoológiai doktori címet szerzett, majd 1938-ban biológia–földrajz szakos tanári képesítést is. 1943-ban habilitált, 1952-ben a biológiai tudományok kandidátusa, 1954-ben pedig doktora lett.



54. . ábra. Prof dr. Balogh János

Balogh János tudományos pályája a talajzoológiához kötődik, amelyben nemzetközi rangú kutatásokat végzett. 1970 és 1983 között létrehozta és vezette az MTA Talajzoológiai Kutatócsoportját. Munkájának középpontjában a trópusi őserdők talajfaunája, különösen az atkák vizsgálata állt. A témában nyolckötetes alpművet és számos monográfiát publikált, amelyek nemcsak Magyarországon, hanem világszerte meghatározó forrásokká váltak. Kutatói eredményeit több rangos díjjal ismerték el: 1963-ban Kossuth-díjat, 1993-ban Széchenyi-díjat, 1995-ben Akadémiai Aranyérmet kapott, 2001-ben pedig a Corvin-lánccal is kitüntették.

Tudományos közéleti szerepvállalása szintén kiemelkedő volt. 1965-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező, majd 1973-ban rendes tagja lett. Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen 1966-tól egyetemi tanárként, valamint az állatrendszertani és ökológiai tanszék vezetőjeként dolgozott. Nemcsak kutató és oktató volt, hanem elhivatott ismeretterjesztő is: rádiós és televíziós műsorokban ismertette a természet világát, közérthető

módon közelebb hozva azt a nagyközönséghez. Nemzetközi elismertségét jelzi, hogy 1985-ben az ELTE díszdoktora lett, 1986-ban pedig az Osztrák Tudományos Akadémia tiszteletbeli tagjává választotta.

Életének szerves része maradt Túrkeve és az Alföld, amelyet gyermekként ismert meg. Végredelele szerint hamvai Ecegapusztán nyugszanak, így tért vissza ahhoz a tájhoz, amelyhez leginkább kötődött. A tudós tiszteletére rendszeresen rendeznek emlékkonferenciákat, életét és munkásságát pedig számos írás és visszaemlékezés őrzi. 2003-ban jelent meg életrajzi kötete „Túrkevétől Óceániáig” címmel, amely bepillantást nyújt sokszínű pályájába és tudományos örökségébe.

Balogh János munkássága a magyar talajfauna-kutatás és a talajökológia világszintű elismertségét teremtette meg. Életútja példa arra, miként kapcsolódhat össze a szülőföld iránti hűség és a tudomány iránti szenvedély. Nemcsak kutatóként, hanem pedagógusként és ismeretterjesztőként is maradandót alkotott, s a 20. századi magyar biológia egyik legnagyobb alakjaként tartják számon.

13.13. Prof. dr. Krocskó Gyula (1934–2007), kárpátaljai magyar zoológus és ökológus

1934. augusztus 9-én született Ungváron. Tanulmányait az Ungvári Magyar Királyi Elemi Iskolában kezdte, majd 1952-ben érettségizett az Ungvári 1. Számú Középiskolában. Kiváló tanulmányi eredményei alapján az Ungvári Állami Egyetemen folytatta tanulmányait, ahol 1957-ben szerzett oklevelet zoológia, biológia és kémia szakos tanárként. Már egyetemi évei alatt kitűnt tudományos érdeklődésével és pontosságával, ezért Koljusev, az egyetem akkori Állattani Tanszékének vezetője javaslatára vezető laboránsi munkakörben helyezték el. Első tudományos publikációját 1960-ban jelentette meg, amelyben Kárpátalja és az Északkeleti-Kárpátok denevéreit vizsgálta, különös tekintettel a kihalt fajokra, és a jelenkori fauna kialakulására. Ukrajnában elsőként alkalmazott populációs és ökológiai szempontú elemzést a denevérfajok vizsgálatában, vizsgálva azok térségbeli eloszlását, kor- és nemi összetételét, táplálkozását, vándorlását, szaporodását és fejlődését, valamint fajközi kapcsolataikat, ellenségeiket és élősködőiket. E munkássága során elkészítette a Kárpátalján honos denevérfajok kataszterét, amely jelentős hozzájárulást jelentett a fajvédelmi intézkedésekhez.



55. ábra. Prof. dr. Krocskó Gyula

1962-től az Ungvári Állami Egyetem Állattani Tanszékének tanársegédjeként folytatta pályafutását, majd 1966-tól a Kijevben működő Schmalhausen Állattani Intézet aspiránsa lett. 1968-tól ismét az Ungvári Állami Egyetemen tanított, 1970 márciusában sikeresen megvédte kandidátusi disszertációját, és szeptembertől docensi kinevezést kapott. 1989-ben az egyetem biológia karának dékánhelyettese lett, majd 1992-ben nagydoktori disszertációját is megvédte. 1993-ban professzori rangot nyert, 1995 és 2000 között az Állattani Tanszék vezetője volt. 2000-tól az MTA köztestületi tagja, 2002-ben a Magyar Professzorok Világtanácsa Pro Universitate et Scientia díjjal ismerte el munkásságát. 2003-tól haláláig a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Biológia Tanszékének alapítója és vezetője volt, 2004-ben az MTA külső tagjává, 2006-ban pedig az MTA doktora címet is elnyerte.



56. . ábra. Krocskó Gyula professzor főiskolás biológushallgatók körében 2006-ban.

Krocskó Gyula munkásságát elsősorban a Kárpátalja és a Keleti-Kárpátok természetvilágának kutatása jellemezte. Mint az egyetem Ökológiai Központjának vezetője, aktívan támogatta a Szinevéri Nemzeti Park és a Kárpáti Bioszféra Rezervátum tudományos munkacsoportjait. Kezdeményezte az ungvári járásban denevérrezervátum létrehozását, és a rahói bioszférezervátum barlangjainak eredeti állapotának megőrzését. Emellett a terület vadállományának védelmére is törekedett, és figyelmet fordított a fakitermelés, a megváltozó vízgazdálkodás és a Tisza okozta árvizek közötti összefüggések vizsgálatára. Oktatóként hallgatóit természetszeretetre és a környezeti értékek megbecsülésére nevelte, miközben kutatásai során több ezer növény- és állatfajt dokumentált, köztük számos új, Kárpátalján először leírt növényfajt.

Krocskó Gyula 2007. december 1-jén hunyt el Budapesten. Életműve és kutatásai a kárpátaljai természettudományos ismeretek és természetvédelmi gyakorlat egyik meghatározó alapját képezik, kiemelkedő példát adva a tudományos kutatás és az oktatás elkötelezett összehangolására.

13.14. Prof. dr. Szikura József (1932–2015) – botanikus, rektor

1932. december 7-én született Munkácson. Tanulmányait 1938-ban kezdte a munkácsi római katolikus iskolában, majd Huszton folytatta a Polgári Állami Iskolában. 1946-ban

visszatért szülővárosába, ahol ukrán nyelven folytatta tanulmányait, majd 1947-ben felvételt nyert a munkácsi mezőgazdasági szakiskolába, ahol agronómussegédi oklevelet szerzett.

1950-től az Ungvári Állami Egyetem Biológiai Karának hallgatója volt, ahol mestere és mentora id. Fodor István professzor lett. 1957 és 1960 között az egyetem talajkutató csoportjának fő geobotanikusaként Kárpátalja természetes rétjeit és legelőit tanulmányozta, és javaslatokat dolgozott ki azok feljavítására. 1960-tól meghívásos pályázat alapján az Ukrán Tudományos Akadémia Központi Botanikus Kertjének munkatársa lett, ahol Közép-Ázsia és Kazahsztán spontán flóráját tanulmányozta, különös figyelemmel a haszonnövényekre és azok Ukrajnába történő betelepítésének lehetőségeire.



57. ábra. Prof. dr. Szikura József

E kutatások alapján írta meg kandidátusi disszertációját, amelyet 1967. március 8-án sikeresen megvédett az UTA Botanikai Intézetében, elnyerve a biológiai tudományok

kandidátusa fokozatot. Tudományos pályáját tovább folytatta, és 1982. január 6-án a Szovjet Tudományos Akadémia Központi Botanikai Intézetében doktori disszertációját is sikeresen megvédte. Pályafutásáért 1989-ben professzori címet kapott.

1975 és 1993 között az Ukrán Tudományos Akadémia Központi Botanikus Kertjének osztályvezetője volt. Ezt követően az UTA Sejtbiológiai és Génebézészeti Kutatóintézet munkatársa lett, ahol nemzetközi tudományos projektek keretében a világflóra virágos növényeinek gazdasági felhasználási lehetőségeit vizsgálták. Tudományos tevékenysége elismeréseként 2001. május 7-én a Magyar Tudományos Akadémia külső tagjává választotta, 2008-tól pedig a Moldovai Köztársaság Nemzeti Ökológiai Akadémiájának rendes tagja lett.

Dr. Szikura több mint háromszáz kutató-gyűjtő expedícióban vett részt, többek között az Északkeleti-Kárpátokban, a Krím- és Kola-félszigeten, Kazahsztánban, Kirgizisztánban, Üzbegisztánban, a balti államokban, Belorussziában, Nyugat-Szibériában, a Balkánon és Dél-Amerika trópusi esőerdeiben. Eredményei közé tartozik a Sejtbiológiai és Génebézészeti Kutatóintézet tudományos herbáriumának létrehozása, valamint a világflóra virágos növényeinek magbankjának megalkotása 5 000 fajpéldánnyal. Tudományos eredményeit több mint 200 kiadványban és 22 monográfiában publikálta.

A II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskolán a Biológia Tanszék megalapítása óta professzora, 2008-tól tanszékvezetője, majd 2011-ben rektorává nevezték ki. Évtizedes oktatói és kutatói munkáját, valamint a kárpátaljai magyar felsőoktatás fejlesztésében végzett

tevékenységét Magyarország köztársasági elnöke 2012-ben a Magyar Érdemrend tisztikeresztjével ismerte el. Hódmezővásárhely tiszteletbeli polgára volt.

Dr. Szikura József 2015 decemberében, életének 84. évében hunyt el. A II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola saját halottjaként gyászolta, és az ungvári Kálvária-temetőben kísérték utolsó útjára 2015. december 19-én.

13.15. Prof. Dr. Buczkó István (1930–2020) – kémikus, tanszékvezető

Buczkó István 1930. június 3-án született Munkácson, magyar értelmiségi családban. Édesapja iskolaigazgatóként és tankönyvíróként is ismert volt, így a gyermekkorától kezdve a tanulás és a tudományos érdeklődés természetes környezetben fejlődhetett. Gyermekként megtapasztalta Kárpátalja változó politikai és társadalmi környezetét: a csehszlovák éra kihívásait, a II. világháború és a rövid ideig fennálló Podkarpatszka Ruszt korszakát, majd a II. bécsi döntést követő magyar időszakot. Gyermek- és ifjúkori élményei – multietnikus közeg, többnyelvű környezet és intenzív műveltségi impulzusok – meghatározták későbbi nyitott, toleráns és nemzetközi látókörű személyiségét.



58. ábra. Prof. dr. Buczkó István

Iskoláit a klasszikus polgári iskolákban kezdte, 1948-ban érettségizett a munkácsi I. számú Középfőiskolában, majd felvételt nyert az Ungvári Állami Egyetem kémia szakára, ahol 1953-ban diplomázott. Egyetemi éve alatt már tanított fizikát az ungvári esti középiskolában, ami előrevetítette pedagógiai elhivatottságát. Nyelvi adottságai – magyar anyanyelv mellett angol, német, ukrán, cseh, orosz és jiddis nyelv ismerete, valamint a latin és görög tanulmányok – lehetővé tették, hogy tudományos és közösségi munkájában a multikulturális környezetet is hatékonyan kezelje.

Tudományos pályáját az USZSZK Tudományos Akadémiájának L. V. Piszazsevszkij Fotokémiai Intézetében kezdte, ahol aspiránsként és később mérnökként dolgozott. 1962-ben védte meg kandidátusi disszertációját a klorofill és a vastartalmú sók kölcsönhatásairól. Pályakezdése a szovjet felsőoktatási rendszer ideológiai korlátai között zajlott, amely komoly alkalmazkodást, idegennyelvi kompetenciát és szorgalmat igényelt, de egyben biztosította számára a tudományos alapok megszilárdítását.

1963-ban Buczkó István visszatért Kárpátaljára, ahol az Ungvári Állami Egyetem Általános és Szervetlen Kémia Tanszékének adjunktusaként kezdte meg oktatói pályáját, és hamarosan docensi címet is kapott. Tudományos munkássága szorosan összefonódott az

egyetemmel és később a beregszászi II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskolával, ahol több mint öt évtizeden keresztül dolgozott oktatóként, kutatóként és tanszékvezetőként. 1964 és 1966 között Ghánában, a Cape Coast-i Egyetemen vendégprofesszorként vett részt szovjet tudományos kiküldetésben, ahol a nemzetközi tudományos együttműködés gyakorlati tapasztalatát is megszerezte. Hazatérése után 1966 szeptemberétől az Ungvári Állami Egyetem Általános és Szervetlen Kémia Tanszékének vezetőjévé nevezték ki. Itt megnyitotta a szervetlen kémia szakot, majd a Doktori Iskola létrehozásában is kulcsszerepet vállalt.

Buczko István tudományos érdeklődése az alkalmazott fotokémia, a környezetkémia és a biokémia területére is kiterjedt. Részt vett a Szovjet Tudományos Akadémia környezetkémiai projektjeiben, számos környezeti hatásvizsgálati és módszertani tanulmány szerzője. Több mint 150 szakcikket, valamint számos tankönyvet és jegyzetet publikált, elsősorban a fizikai és szervetlen kémia, valamint a laboratóriumi gyakorlatok témakörében. Tudományos munkáját Ukrajna és a Szovjetunió tudományos szervezetei számos elismeréssel jutalmazták, továbbá a Magyar Tudományos Akadémia külső tagjaként a kárpátaljai kutatók anyaországi kapcsolatépítését is támogatta.

Oktatói munkássága kiemelkedő volt: előadásai szakmailag magas színvonalúak, didaktikailag is követendő példát nyújtottak, hallgatóit a természettudományok iránti elkötelezettségre és a kritikai gondolkodásra nevelte. Az Ungvári Állami Egyetemen és a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskolán eltöltött évtizedek alatt tanítványain keresztül a helyi közösség szellemiségére is hatott. 2011 és 2020 között a Főiskola Biológia és Kémia Tanszékének vezetője volt, részt vett nemzetközi konferenciák szervezésében, tudományos publikációk előkészítésében, akkreditációs folyamatokban, és a hallgatók diplomamunkáinak témavezetésében. Buczko István életművének különlegessége, hogy tudományos eredményei és oktatói tevékenysége mellett közösségi szerepvállalásával is maradandót alkotott. Sajat telkét a Róna-havas közelében a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola rendelkezésére bocsátotta, lehetővé téve egy korszerű terepgyakorlati és kutatóbázis kialakítását, amely ma is szolgálja a földrajz, biológia, kémia és turizmus szakos hallgatók képzését, valamint nyári táborok, erdei iskolák és tehetséggondozó programok helyszínéül funkcionál.

Összességében Buczko István élete és munkássága példaként szolgál arra, hogyan lehet a tudomány, az oktatás és a közösségi felelősségvállalás terén maradandó értékeket teremteni. Tudományos, oktatói és tudományszervezői pályája jól illusztrálja, hogy a kihívásokkal teli történelmi környezetben is lehetséges kitartással, szakmai igényességgel és közösségi elkötelezettséggel maradandót alkotni. Élete végéig aktív maradt, munkássága és személyes hozzájárulása a kárpátaljai tudományos és felsőoktatási élethez máig élő örökséget jelent.

14. MAGYAR ÉS UKRÁN SZÁRMAZÁSÚ NOBEL-DÍJASOK

A magyar és ukrán származású tudósok munkássága világosan mutatja, hogy Közép- és Kelet-Európa kulturális és tudományos hagyományai milyen kiemelkedő szerepet játszottak a 20. század tudományos forradalmaiban. A C-vitamin felfedezésétől a hallás és az egyensúly vizsgálatán át a sejtek életfolyamatainak feltárásáig, valamint az immunológia és az antibiotikum-kutatás forradalmi eredményeiig ezek a tudósok nem csupán tudományterületük, hanem az emberiség egészének fejlődéséhez járultak hozzá.

A 20. század tudományos világában a közép-kelet-európai származású kutatók különösen sokat tettek a természettudomány és az orvostudomány fejlődéséért. Bár sokan emigrációban bontakoztatták ki pályafutásukat, viszont gyökereik és neveltetésük meghatározó volt életükben.

Szent-Györgyi Albert (1893–1986) az egyetlen, aki Magyarországon végzett kutatásaiért kapott Nobel-díjat. 1937-ben ismerték el orvosi Nobel-díjjal a C-vitamin felfedezéséért, valamint a sejtlegzés biológiai folyamatainak feltárásáért. A Szegedi Egyetemen végzett vizsgálatai során mutatta ki a paprika rendkívül magas C-vitamin-tartalmát, ami nemcsak a tudományos világot, hanem a hétköznapi emberek életét is befolyásolta, hiszen hozzájárult a vitaminhiányos betegségek visszaszorításához.

Békésy György (1899–1972) Budapesten született és a hallás mechanizmusának kutatásával vált világhírűvé. Kísérletei során feltárta, hogyan működik a belső fül csigája, és hogyan alakul át a hang rezgéssé, majd idegi ingerületté. 1961-ben kapta meg a fiziológiai-orvosi Nobel-díjat, amely kutatásai jelentőségét a modern audiológia és orvosi diagnosztika fejlődésében is bizonyítja.

Wigner Jenő (1902–1995) a 20. század egyik legnagyobb hatású elméleti fizikusa volt. Budapesten született, de tanulmányai után Németországban, majd az Egyesült Államokban folytatta pályáját. 1963-ban fizikai Nobel-díjat kapott a kvantummechanika szimmetriatörvényeinek kidolgozásáért, amelyek alapvető fontosságúak az atommag- és részecskefizikában. Munkássága hozzájárult az atomenergia békés és katonai célú hasznosításához is.

Gábor Dénes (1900–1979) mérnöki zsenialitása a holográfia felfedezésében teljesedett ki. 1971-ben kapott fizikai Nobel-díjat, miután megmutatta, hogyan lehet a fény hullámtermészetét kihasználva háromdimenziós képeket rögzíteni és visszaadni. Találmánya hosszú távon a modern optika, adattárolás és képalkotás alapja lett.

Herskó Ferenc (1937–) Debrecenben született és Izraelben teljesedett ki tudományos pályája. Kutatótársával, Aaron Ciechanoverrel és Irwin Rose-zal együtt 2004-ben nyerte el a kémiai Nobel-díjat az ubiquitin által vezérelt fehérjebontási mechanizmus felfedezéséért. Ez a rendszer alapvető szerepet játszik a sejtek életében, a fehérjék lebontásában, a sejtciklus szabályozásában, valamint számos betegség, köztük a daganatos és neurodegeneratív kórok megértésében.

Ukrajna területén született vagy ott gyökerekkel rendelkező tudósok szintén meghatározó szerepet játszottak a 20. század tudományos világában. Többen közülük a biológia és az orvostudomány alapvető kérdéseire adtak választ.

Ilja Iljics Mechnikov (1845–1916) a mai Harkiv megyében született, és az immunológia egyik megalapítójaként tartják számon. Kutatásai során felfedezte a fagocitózist, vagyis azt a folyamatot, amelynek során a fehérvérsejtek elnyelik és megsemmisítik a kórokozókat. Ez a felismerés alapjaiban változtatta meg az immunrendszerről alkotott képet. 1908-ban Paul Ehrlichkel megosztva kapta meg az orvosi Nobel-díjat.

Bárány Róbert (1876–1936) Bécsben született, de felmenői galíciai, magyarországi és prágai zsidók voltak, családja részben az Ukrajnához tartozó területről származott. Orvosi pályája során a belső fül és az egyensúlyszerv működését vizsgálta. Kimutatta, hogyan kapcsolódik a fül a testtartás és az egyensúly szabályozásához. 1914-ben ezért a munkájáért ítelték neki oda a fiziológiai-orvosi Nobel-díjat, amelynek eredményeit ma is alkalmazzák a neurológiai diagnosztikában.

Selman Abraham Waksman (1888–1973) a Poltava környéki Prilukiban született zsidó családban, majd az Egyesült Államokban telepedett le. Mikrobiológiai kutatásai során fedezte fel a streptomocint, amely az első hatékony antibiotikum volt a tuberkulózis kezelésében. Ez a gyógyszer világszerte milliók életét mentette meg, és forradalmasította a fertőző betegségek gyógyítását. 1952-ben ezért kapta meg az orvosi Nobel-díjat.

IRODALOMJEGYZÉK

- Asimov, I. (1972): A biológia rövid története. Gondolat Kiadó, Budapest, 152 pp.
- Junker, T. (2007): A biológia története. Corvina Kiadó, Budapest.
- Szabó Á., Szabó T., Szemrád E. (2002): A fizika és a kémia története. Nyíregyháza: Bessenyei György Könyvkiadó, 233 p.
- Філеп М., Коложварі С., Молнар К., Семрад О. (2024): Історія хімії та Історія та загальнотеоретичні основи біології / A kémia története és A biológia alapjai és tudománytörténete. Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II. 88 с.
- Михайличенко О.В. (2013): Історія науки і техніки навчальний посібник для студентів педагогічних спеціальностей. Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка.
- Семрад О.О., Лендел В.Г., Кохан О.П. (2003): Історія хімії. Ужгород: Патент, 207 с.