

Megment vagy elpusztít: a higany és arzén gyógyászati karrierje I. rész higany

Save or destroy: The medical career of mercury and arsenic. Part 1, Mercury

Dr. Madarász Bálint

S.E. Gyógyszertudományi Kar

balintmadarasz1993@gmail.com

Initially submitted March. 18, 2019; accepted for publication Apr. 20, 2019

Abstract

Mercury and arsenic joined since ever humans in their history with multiple functions as medicine or poison thus these elements and their compounds played a significant role over the centuries. The aim of this study is to present the real or assumed role of these compounds in the healing practices. This research concerned also the social and professional causes which instigated the anti-vaccination campaigns respectively. As sources were used medical, pharmaceutical, metallurgical and other natural history's primary and secondary documents and the recent results too. Based on these data, we can obtain insight into the medical and health effects of these substances from the mercury ointments of ancient Sushruta Samhita (600 BC) through the 606th Salvarsan (1910) until the current vaccine preserver Thiomersal. The significance of arsenic is not second to the mercury only I discussed mercury more thoroughly. This study is divided in two parts.

Kulcsszavak: természettudomány története, higany, kohászat, mérge, gyógyítás művészete, védőoltások

Key words: science history, mercury, metallurgical, poison, arts of healing vaccinations

1.rész: Higany

1. Anyagismertetés

A 80-as rendszámú higany a periódusos rendszer II. B mellékcsoportjában, vagy más néven a cinkcsoportban és a 6. periódusban található. Ebbe a csoportba tartozik még a cink és a kadmium is. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** A higanynak hat elektronhéja van, valamint vegyérték elektronjainak a száma kettő, melyek a 6 s pályán helyezkednek el. Elektronszerkezete $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2$, noha a szomszédos aranytól csak egy elektronnal tér el, mégis fizikai és kémiai tulajdonságaiban merően különbözik egymástól a két anyag, a hasonló nemesfémre jellemző tulajdonsága ellenére. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A legismertebb és legjellemzőbb tulajdonsága a az egyedülálló cseppfolyós halmazállapota szobahőmérsékleten, mivel az olvadáspontja kiemelten alacsony $-38,83^\circ\text{C}$ (említhetnénk még a Céziumot és a Galliumot is, de azok olvadáspontja a 25°C felett nem sokkal van körülbelül $28-29^\circ\text{C}$ körül) A forráspontja is egy fémhez képest ($356,73^\circ\text{C}$) meglehetősen alacsony. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Sűrűsége igen magas $13,534 \text{ g/cm}^3$ ez több mint az ezüsté, vagy az ólomé. Mind az elektromos, mind a hővezetési képessége gyenge. Atomsugara viszonylag kicsi (150 pm), ionizációs energiája (1007,1 kJ/mol) és elektronegativitása 2,00 (Pauling-skála) pedig relatíve magas. Felületi feszültségének nagysága miatt, az edény falát nem nedvesítő folyadék, ami gömb alakot vesz fel. A korábbi elterjedt használatát lázmérőkben pedig a majdnem lineáris hőtágulási együtthatójának köszönheti. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Apoláris anyag, a levegőn stabil, oxigénnel csak hevítve, nitrogénnel nem, ellenben a halogénekkal már szobahőmérsékleten is reakcióba lép. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** Híg, és tömény sósav nem, azonban a tömény kén- és salétromsav, valamint a királyvíz feloldja. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** A folyékony higany szobahőmérsékleten már reagál a kénnel, mert a higany erősen kalkofil. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Ötvözeteket képez, ezek az amalgámok, melyek lehetnek szilárdak vagy folyékonyak is pl. rézzel cinkkel ezüsttel, arannyal, **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** de antimonnal és arzénal is vegyülhet. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Kétféle oxidációt formája ismert: a +1-es merkuro és a +2-es merkuri. Jellemzően a higany mindkét kétvegyértékű, így a merkuri állapot az általánosabb. Míg a merkuro egy különleges kémiai formája a higanynak, ami egy kétatomos állapot, ha felbomlik egy +2-es állapotú ion és egy elemi állapotú higany atommá alakul. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**



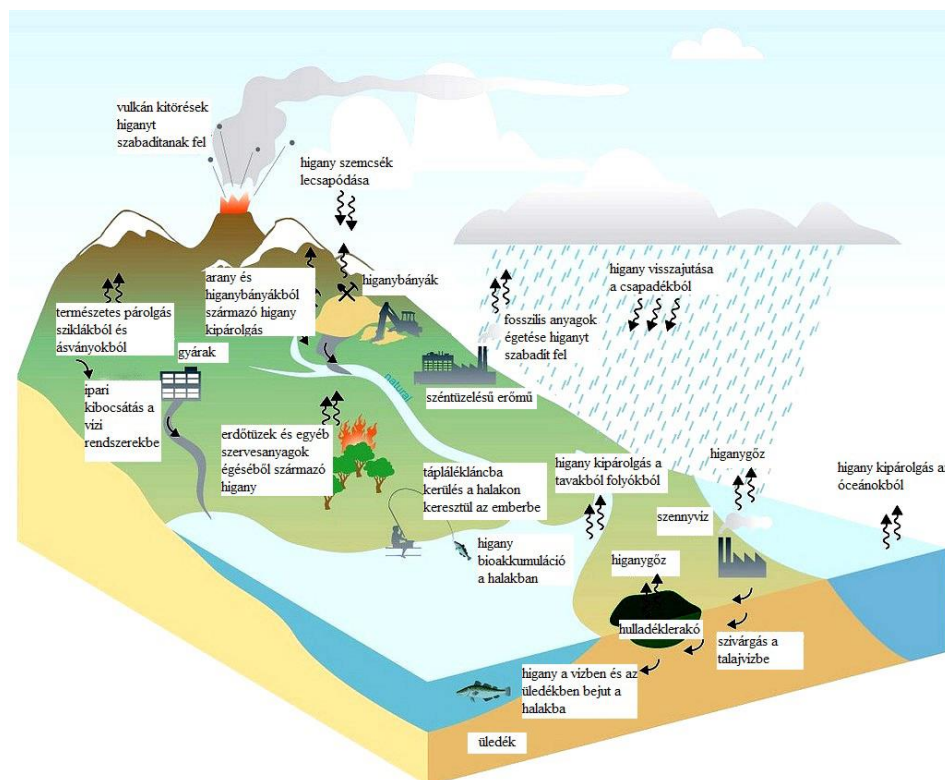
1. ábra: Elemi állapotú higany

(forrás: <http://elsosegely.hu/cikk.95.higanymergezes>)

Higany előfordulása környezetben

A higany jelenléte a környezetben két forrásból eredhet: egyrészt a természetes geológiai folyamatok eredményeként: pl. vulkanikus tevékenység nyomán, erdőtüzek során, vagy az ércei és azok dúsulásainak környezetében a természetes párolgás és bomlás eredményeként. Ezenkívül előfordulhat ezen ércek

hasznosítása közben az emberi tevékenység nyomán is környezetbe jutatott (antropogén eredetű) higany (lásd. 1. ábra).



2. ábra: Higany a környezetben (szállítás, szennyezés, termelés)

(forrás: https://farm1.staticflickr.com/478/31985840850_55bdd5ae4f_b.jpg)

Természetes előfordulás

„... a csillagok belseje az a kohó, amelyikben az anyag legegyszerűbb formájából, a hidrogénből, kialakulnak az egyre összetettebb, nehezebb elemek.” [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

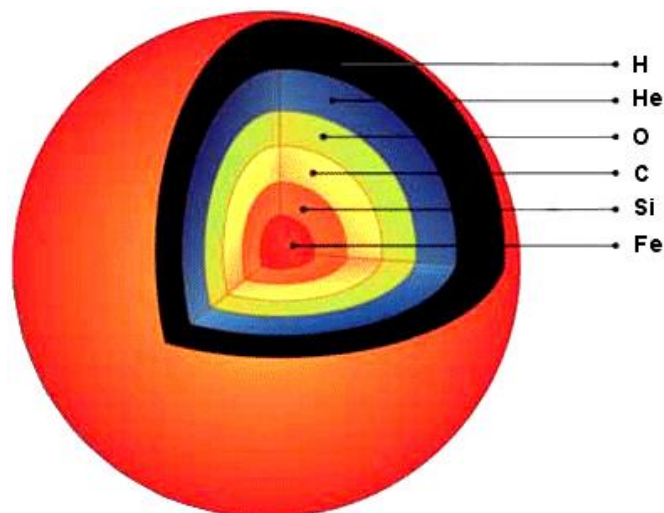
A világegyetem ősanója a hidrogén, ebből az elemből az összes többi elem kialakulása lehetséges a magreakciók során, ugyanis a hidrogén protonja pozitron-bomlással neutronná alakulhat, így válhat elérhetővé a magasabb tömegszámú elemekhez szükséges összes építőköve. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

A világegyetem anyaga kezdetben koncentrálnodva helyezkedett el az Ősrobbanás előtt. Ezt követően pedig a nagy energiára szert tett szétrepülő magok ütközéséből eredően megindultak a nehezebb részecskék képződései magreakciók útján. Az így létrejött nehezebb magokba újabb részecskék is befogódtak így a folyamat egyre nehezebb és nehezebb magokhoz vezetett. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

Új elemek azonban nem csak az Ősrobbanáskor keletkeztek [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.] a hatalmas nyomás és hőmérséklet, amely némelyik hatalmas csillag belsejében fennállt magfúziós folyamatokat indított meg. Így főként és elsődlegesen hélium keletkezett a hidrogénből (akárcsak a mi Napunk esetében) Továbbá három hélium atomból C^{12} atom, abból pedig O^{16} keletkezhetett. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.] Egyes speciális esetekben középsúlyú atommagok is létrejöhetnek példa erre a 43-as rendszámú technécium, ami rövid felezési idejű anyag (néhány millió év elég az elbomlásához), mégis egyes csillagok színpéjében kimutatható. De ott van

például a szupernóvákban a szintén rövid felezési idejű (55nap) transzurán kalifornium-254, aminek jelenléte szintén bizonyítja a de novo keletkezést. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az olyan csillagokban, mint ami a mi Napunk is azonban csak a 26-os rendszámú vasig mehet végbe a fúzió. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**



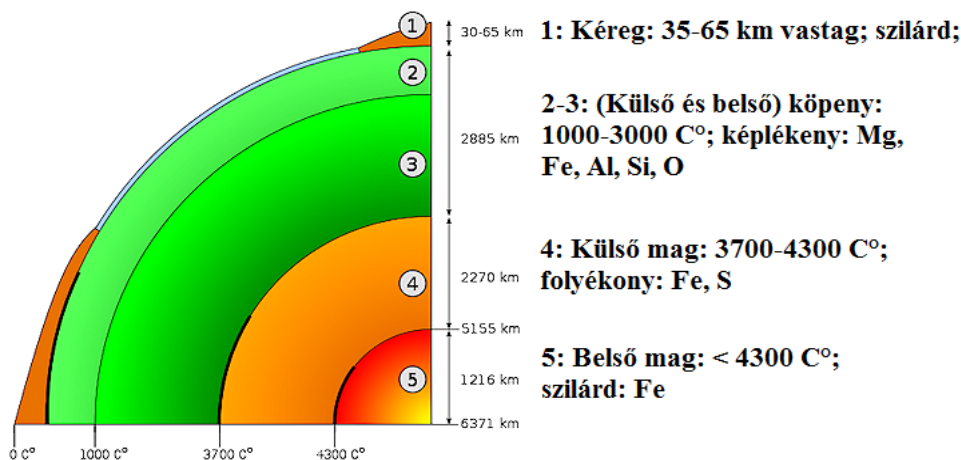
3. ábra: A csillagokban magfúzióval keletkező kémiai elemek

(forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFAT6101/sco_02_01.htm)

A vasnál nagyobb rendszámú elemek feltehetőleg főként szupernóva-robbanásokkor keletkezhetnek. Ilyenkor a csillag legbelső magja összehúzódik, aminek eredményeként létrejövő hatalmas nyomás miatt nehéz elemek jöhetnek létre a hidrogénből, amik óriási robbanások alkalmával kijuthatnak és szétszóródhatnak a világűrben. Az kijutott magasabb rendszámú elemekből álló felhők később pedig porköddé állhatnak össze, amikből aztán második generációs csillagok jöhetnek létre. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Valószínűleg a Föld anyaga is korábbi szupernóva kitörésből eredhet. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A kémiai elemek a Földön nem mutatnak egyenletes eloszlást. A geofizikai adatok és meteoritok tanulmányozásából úgy következtethetünk, hogy a Föld három egymástól mind fizikailag mind kémiailag eltérő zónából áll. Öves felépítésű belülről kifelé haladva: mag, köpeny és kéreg. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**



4. ábra: A Föld öves felépítése az uralkodó kémiai elemekkel

(forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFAT6101/sco_02_03.htm)

A mag fő alkotója elemi vas, és vas-nikkel ötvözet, de szilícium és kén is kis mennyiségben részt vesz felépítésében. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A köpenyben a magnézium, vas, oxigén, és szilícium dominálnak (oxidok és szilikátok formájában) amire a meteorit analógok is következtetni engednek. De nem csupán innen vonhatjuk le a következtetéseket, hanem a vulkáni működés is információt szolgáltat, mivel ez a felszín közelébe juttatja a köpenyeredetű anyagokat (pl Mg Al Fe) tartalmazó nagy kőzeteket. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A kéreg a másik két réteghez képest csekélyebb méretű, azonban mind kémiaileg mind fizikailag eltérő a fentebb tárgyalt két réteghez képest. Domináns eleme az oxigén és a szilícium. A vas és magnézium aránya már kisebb, mint a köpenyben ezzel szemben jelentősebb a nátrium és kálium jelenléte. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A köpenyanyagok felszínhez való közelebb kerülésének földtani okai vannak, például a vulkáni működés, valamint a lánchegységek képződésénél lejátszódó tektonikai folyamat: a gyűrődés.

„A gyűrődés során a mélyben lévő kőzetrétegek a hatalmas nyomás és hőmérséklet hatására képlékennyé, formálhatóvá válnak. S meggyűrődnek, ha oldalról nyomás éri őket. Az összegyűrődött rétegek a földkéreg mozgásának következtében évmilliók alatt aztán a felszínre kerülnek, s hegyláncok formájában kiemelkednek.” **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A köpeny anyagban jelenlévő higany ennek következtében a vulkanikus területeken, valamint (fiatal) lánchegységek közelében lesz fellelhető a felszín közelében. A világ legnagyobb higanybányáit tehát ilyen helyeken találhatjuk meg.



5. ábra: A Föld jelentősebb higany lelőhelyei

(Ofi földrajz atlasz térképei alapján)

forrás: <https://player.nkp.hu/play/160074>,

<https://geology.com/world/world-map.shtml>)

Higany kitermelés

A 2000-es évekig a regisztrált higanytermelés durván fele Európából került ki, a Spanyolországi Almadénből, ami egymaga az össztermelés 1/3-át adta. További kitermelés negyedét az amerikai kontinens szolgálta, a fennmaradó körülbelül 40%-ot pedig ázsiai országok termelték ki (Kína, Kirgizisztán) a világpiacra. 2000-ben 236 tonna higanyt bányásztak Almadénből, a Kirgizisztáni Khaydarkanból 550 t. Algériából 240 t. Kínából kb. 200 t. Az egyéb fémek termelése során melléktermékként Peruból további 48 Finnországból 45 és az USA-ból legalább 15 tonna higany került még ki. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

Míg a 2000-es évek elején körülbelül higanytermelés a világon nagyjából 2000 tonna körül volt [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.], addig ez a szám 2016-ra már 4500 tonna körüli értéket mutatott. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]. Ezenkívül pedig a legtöbb higanyt termelő országok listája is megváltozott. (lásd 1. táblázat).

1. táblázat: Az öt legtöbb higanyt termelő országok listája 2016-ban (becsült)

1.	Kína
2.	Kirgizisztán
3.	Mexikó
4.	Peru
5.	Tádzsikisztán

(forrás: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/mercury/mcs-2017-mercu.pdf>)

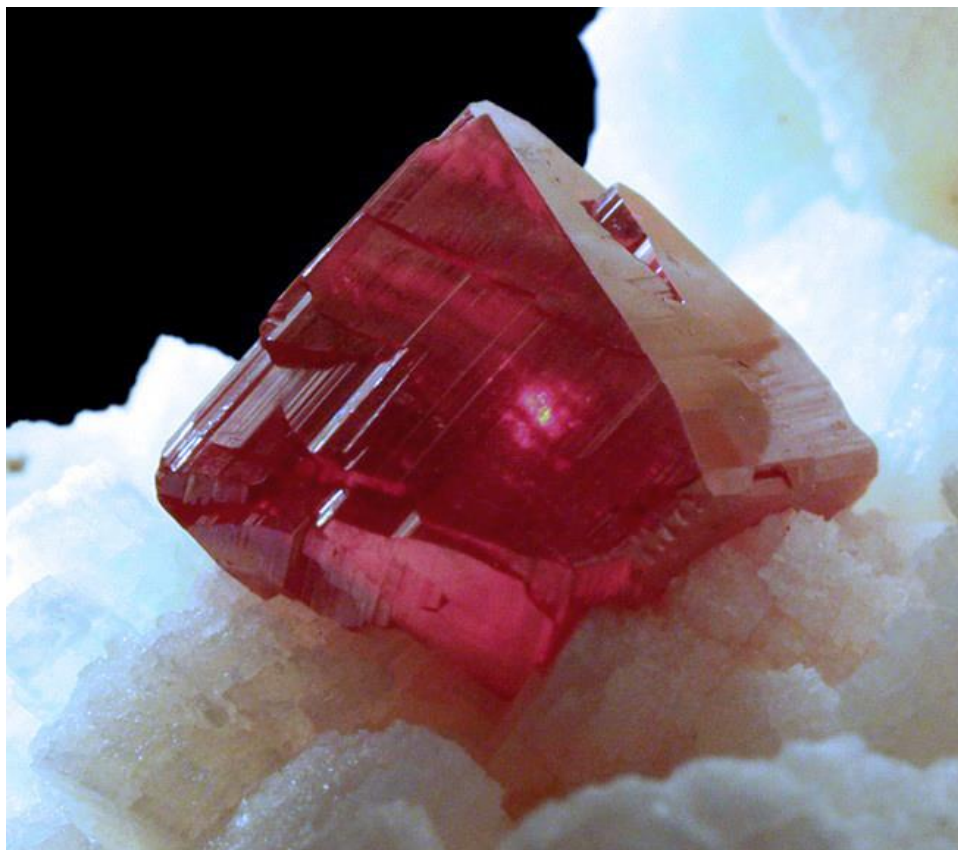
A higany természetes formában előfordulhat: ritkábban elemi és gyakrabban érces vagy amalgám formában. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

2. táblázat: A higany jelentősebb természetes előfordulási formái

Amalgámok	Ércek
Kongsbergit: α -(Ag,Hg) (α -ezüstamalgám)	Metacinnabarit: HgS
Landsbergit: γ -(Ag,Hg) (γ -ezüstamalgám)	Tiemannit: HgSe
Aranyamalgám Au_2Hg_3	Coloradoit: HgTe
Potarit: PdHg	Schwazit: Hg-fakóérc (szulfidos)
	Cinnabarit (cinóber): HgS
	Livingstonit: HgS . 2 Sb ₂ S ₃
	Montroydit HgO
	Kalomel HgCl

(forrás: Koch, S., K. I. Sztrókay, and Gy Grasselly. "Ásványtan I-II." Tankönyvkiadó, Budapest (1967). 438-554. o. alapján)

A legfontosabb higanytartalmú érc, melyet bányászati célból leggyakrabban használnak a cinnabarit **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**, amit az egykori Magyarország területén Alsó-sajón **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** és Zalatna környékén is bányásztak. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**



6. ábra: Cinnabarit

(forrás: <https://www.mineralienatlas.de/VIEWmaxFULL.php/param/1329743685-Cinnabarit.jpg>)

Bányászati módszere

A bányászati módszerekről és technikákról szóló ismeretanyagot Georgius Agricola a *Tizenkét könyv a bányászatról és kohászatról* című 16. századi művében összefoglalta. Kitér többek között a bányászat jelentőségére és hasznára, a különböző bányaművelési módokra, a telérek tulajdonságaira és feltérképezésére, a bányamérésére, művelésre és annak eszközeire, valamint az ércek feldolgozására és fémek kinyerésére.

Első és legfontosabb lépésként a helyszín kiválasztásával kezdődik meg a folyamat. Bányászati szempontból a hegyek és a dombok a legmegfelelőbbek, mert itt a bányavíz önmagától is ki tud folyni az ott könnyen létrehozható vízvezető tárókon keresztül, így itt könnyebben és gazdaságosabban lehet a bányaművelést végezni. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az alkalmas helyszínen a megfelelő telér megtalálása a cél. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

„Telér: Olyan közethasadék, helyesebben hegyhasadék, melyet teljesen vagy csak kis részben valamely ásványi anyag tölt ki. A hasadék tölteléke szerint nevezik: ásványtelérnek, kőzettelérnek, ércotelérnek.” **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A telérek lehetnek nyíltan a földfelszínen, vagy földréteg alatt megbújva is, előbbi esetben általában valami természeti erő következtében kerül a nyílt felszínre (pl. egy patak elmossa a felszínt, a szél kitépi a

fákat sziklaomlás, esőzés következtében vagy erdőtűz miatt) de ez a ritkább eset. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A telérre utaló jelek közül lehet olyan, amelyik nem igényel ásást így az a legegyszerűbb módszer a kutatásra, ha a vízfolyásokat vizsgáljuk meg, mert a víz ereje ilyenkor kisodorja vagy kimossa a törmeléket. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A rejtett telérek megtalálásához a források felkutatása lehet a kiindulópont, mert ezeknek a vize a telérek hasadékából ered. Így a patak törmelékének alakjából (lekerékített messzi, durva közeli a telér) következtethetünk a telér elhelyezkedésére. Ezenkívül lehet még vizsgálni a torlatokban előforduló ásványokat, a víz elpárologtatásával kapott port, vagy, ha a telérenél forrás van jelen közvetlenül, akkor a forrás homokját is. A legeredményesebb, bányászati szempontból, ha a forrás homokot vagy a forrás táplálta patakok homokját mossuk át először és csak ezt követően a folyót. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A patakok vízének ízét a bennük oldott ásványok meghatározzák, így a víz ízéből következtethetünk az oldott ásványok mivoltára. Agricola hat csoportba sorolja a vizeket „... a sósakat, melyekből sót, a szódartartalmúakat, melyekből szódát, a timsórtartalmúakat, melyekből timsót, a vitriolosakat, melyekből vitriolt, a kéneseket, melyekből ként, és végül a bitumen tartalmúakat, melyekből bitument főznek, s amelyeket már a színükről is fel lehet ismerni.” **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A talajviszonyok a befedettség mértékét határozzák meg. „... Az ilyen módon felkutatott teléreket a bányászok „torlatteléreknak” nevezik” **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Agricola alternatív módszerként a lehetséges telérek feletti fű megfigyelésre is felhívja a figyelmet, ugyanis ha nem lesz deres, mert meleget sugároz a telér ki, az megakadályozza a deresedést. Ez a jelenség leginkább április-májusban illetve szeptemberben figyelhető meg. Vagy ha a növények aprók és fakók maradnak, akkor az még inkább áruló jel egy igen meleg telér lehetséges helyéről. De figyelemfelkeltő lehet még a fák állapota is mert a fölből jövő meleg hó káros a gyökereknek, ezáltal elgyengülhet a fa, így a szél könnyebben kitépheti azokat, amellett, hogy a természetestől elütő színe lehet a leveleknek, illetve a kéregnek. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

„Ahol tehát a fák egész sora szokatlan időszakban lankadt, fekete vagy tarka lesz, és a szél könnyen kicsavarja őket, ott a mélyben telér rejtőzik. A telérek vonulásának irányában bizonyos fajta növények és gombák tenyésznek. Soruk a telérközök felett és néha más, közeli telérek felett is meg-megszakad.” **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** A bányász a megtalált telér helyén árkot ás, ha pedig rejtett és nincsenek megfelelő jelek, akkor a kutató árkokat kell létrehozni addig, míg a telér felső részét meg nem lelik. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az ércekről: A bányászat során „Tiszta állapotban gyakran lehet találni aranyat, ezüstöt, rezet és higanyt, ritkábban vasat, s bizmutot, úgyszólván sohasem ónt és közönséges ólmot.” **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** Agyagos vagy nedves föld esetében a nyersanyagról árulkodó jel lehet a föld zöldes, vagy kékes elszíneződése vagy termésvém szemcsék megléte. Jó jel, ha valamilyen kőzethez az érc mintegy vékony lemezként tapad. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

„...homokkő jó előjelenek minősül, különösen ha finomszemű. Ugyanígy a halványkék és a tompafekete pala is, valamint a mészkő bármely színben. Az ezüsttelérnek jó előjele az a másnemű kőzet, amely legfinomabb, parányi fekete szemcsékkel van telehintve, amelyekből ónt olvasztanak, különösen ha az egész kőanyag ilyen kőzetről áll. Az ilyen kiváló kőzet, értékes érc erekekkel kapcsolva, többnyire ércben gazdag telér üregeit zárja magába” **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A higany kinyerése

Agricola könyve 5 féle metódust is ismertet a higany kinyerésre, azonban ezen eljárásoknak az alapja mindig azonos, nevezetesen az ércet összetörik a lehető legkisebb méretre majd ezt az őrleményt hevítik, és felszabaduló higanyt összegyűjtik. Az eljárásokban rejlő főkülönbség az aprított érceket tartalmazó edény alakja, elhelyezése, kemencék fajtái és a gyűjtés módja. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]



A – égő olvasztótűzhely; B – fahasábok; C – még nem égő tűzhely, amelybe berakják az edényeket; E – az edények sora; F – felső edények; G – alsó edények

7. ábra: Higanynyerés egymásra rakott edényekkel

(forrás: <http://mek.oszk.hu/09200/09241/pdf/agricola2.pdf> 194.o)

A higanynyerésre használt jelenkori eljárások alapja azonban mit sem változott az évszázadok során, hiszen még ma is a pirometallurgiai (tűzi kohászati) módszerre épül, ami lényegében egy desztillációs folyamat, szulfidos ércből hevítés hatására kéndioxid, illetve ha fém forráspontja felett vagyunk, akkor a fém is felszabadul. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

A mai eljárásokban gyakori megoldás még hogy a gázokat a hevítés után egy sorozat U-alakú csövön vezetik át így érve el, hogy a higanygőz lecsapódjon, és folyadék fázisba kerüljön. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

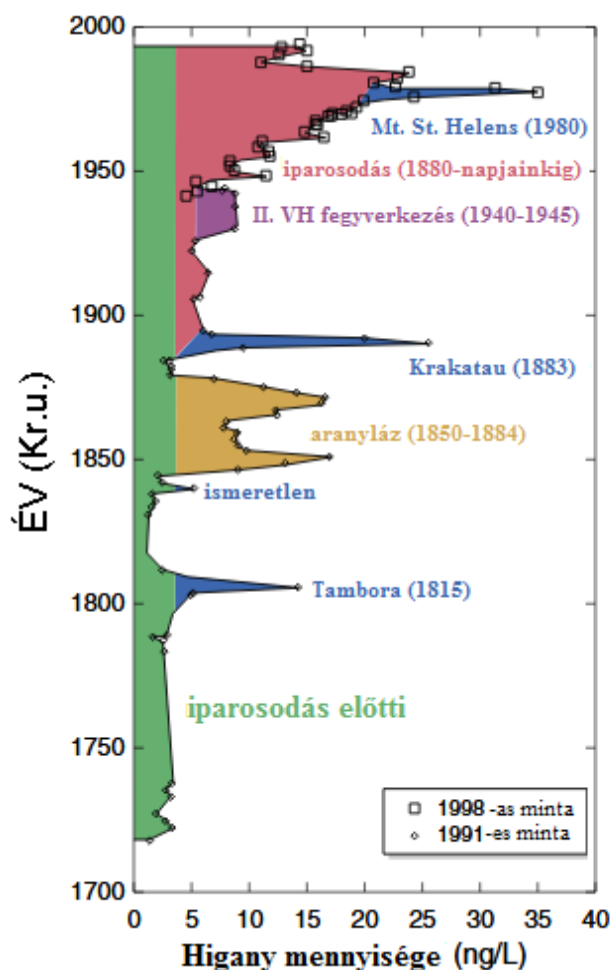
A higany mesterséges előfordulása

A higany természetes előfordulásán kívül számos antropogén forrásból származó egyéb higanydúsulások és szennyezések is létrejöttek környezetünkben.

A higany terheltség jelentősen emelkedett az iparosodás következtében. Ennek bizonyítékául Paul Schuster és David P. Krabbenhoft munkacsoportja végezett egy kutatást a kilencvenes évek végén, aminek keretében a wyomingi Upper Fremont gleccserből különböző mélységekből vett jégminták alapján az

azokból meghatározott higany szintjéből következtethetnek az egykori légköri higany mennyiségére, ezáltal a környezet szennyezettségére is mind helyi, mind globális szinten is. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

A minták alapján az elmúlt 270 évben 52% a szennyezésnek emberi, 6% vulkanikus tevékenység és 42% háttérforrásból származik (extrapolálás alapján). Azonban, ha csak az elmúlt 100 évet vesszük figyelembe, akkor az antropogén forrásból való szennyezés az összeszennyezés 70%-át teszi ki, és folyamatos növekedést mutat. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]



8. ábra: Légköri higany lerakódás az elmúlt 270 évben vulkanikus és antropogén hatások következtében

(forrás: <https://toxics.usgs.gov/pubs/FS-051-02/pdf/fs-051-02.pdf>)

Környezetszennyezés

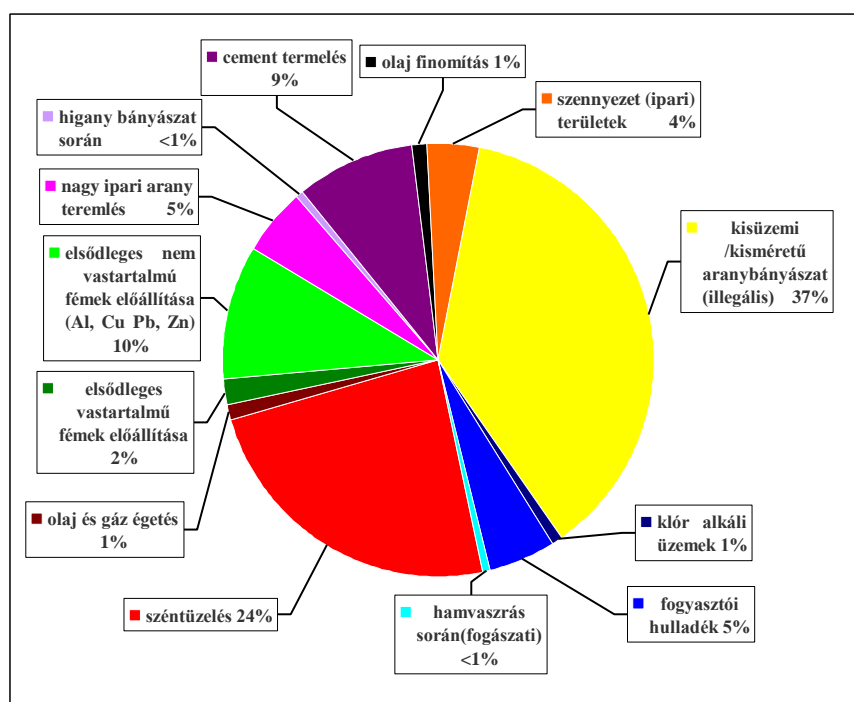
2013-ban elkészült az ENSZ globális higany helyzet értékelése a lég- és vízszennyezettségéről. A teljes antropogén eredetű légköri higanyszennyezés becslést értéke az 2010-ben 1960 tonna volt, ami 30 százaléka a teljes higany mennyiségnek, ami emittálva és re-emittálva lett (korábban felszabadult majd beépült higany újra felszabadul a felszíni talajokból, illetve óceánokból) mind emberi, mind természetes forrásokból az évben. Valószínűsíthető hogy ez az újra kibocsátott higany mennyiség korábbi antropogén

szennyező forrásokból ered ezért tehát létfontosságú, hogy csökkentsük a környezetben a higany körforgásban résztvevő higany mennyiségét. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Valamint figyelembe kell vennünk a tényt hogy, ebbe az emisszióba nincsenek beleszámítva olyan jelentős kibocsátó tényezők, mint például: a vinil-klorid monomer gyártás, másodlagos fémtermelés (vasötvezetek), az olaj- és gázkitermelés, valamint finomítás, a bioüzemanyag termelés és égetés, ezenfelül az ipari és veszélyes hulladékok égetése során keletkező higany mennyisége. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

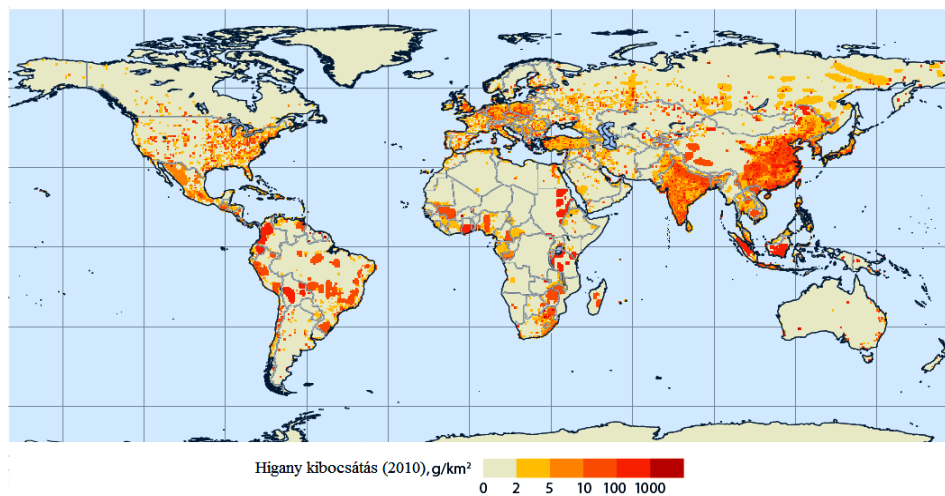
A legfőbb antropogén eredetű szennyezőforrások: a szénégetés és a kisüzemi és kisméretű aranybányászat. Ezen szennyezések majdnem fele egyébként Ázsiából származik. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Akárcsak a levegő úgy a vizeink is szennyezettek. Az antropogén forrásból származó higany mennyisége legalább évi 1000 tonnára tehető, aminek eredményeképp kimutathatóan nőtt a higany koncentráció a tengeri és óceáni állatokban. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**



9. ábra: Antropogén eredetű atmoszférikus higanyszennyezés megoszlása különböző szektorok között (2010)

(forrás: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11401/GlobalMercuryAssessment2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y> alapján)

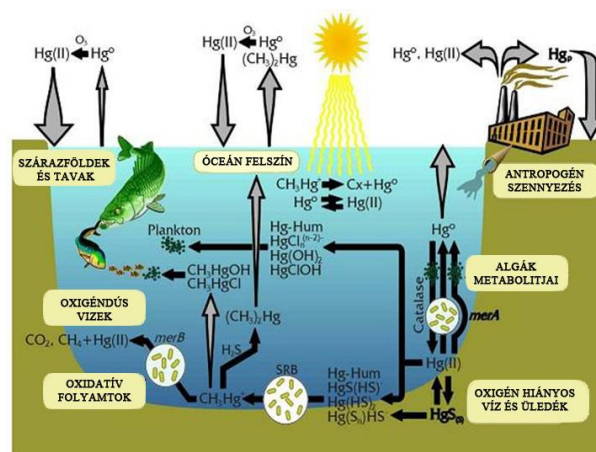


10. ábra: Az antropogén higanykibocsátás globális eloszlása 2010-ben.

(forrás: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11401/GlobalMercuryAssessment2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y> alapján)

A higanykörforgás

A higany az egyik legmérgezőbb nyomelem. Az elemi higany (Hg^0) és a higanyion (Hg^{2+}) nagy reaktivitása miatt azonban a legnehezebben nyomon követhető is egyben. A higany globális körforgása mind az atmoszférában mind a felszíni vizeinkben oxidációs és redukciós folyamatok révén zajlik. Az illékony Hg^0 -ból Hg^{2+} alakul ki és ez fordítva szintén lejátszódik. Kis része azonban a természetes vizekben jelenlevő higanynak metil-higannyá alakulhat (CH_3Hg^+) oxigén szegény környezetben bakteriális anyagcsere eredményeként. Ez a vegyület a táplálék láncon keresztül pedig kumulálódik, és végül a halfogyasztáson keresztül az emberi szervezetbe is bejuthat. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**



11. ábra: A higanykörforgás és metiláció

(forrás: <http://slideplayer.com/slide/5707989/>)

1.2. A higany, mint gyógyító anyag

1.2.1. Eredete, ókori felhasználása, neve

A higany gyógyászati célú felhasználásának pontos kezdete ismeretlen. Annyi viszont bizonyos, hogy az első forrásunk, ami említést tesz róla az időszámítás előtti 600-as évekből származó Sushruta Samhita című indiai mű, mely gyulladt, fekélyes nemiszervek elváltozásainak kezelésére egy higany tartalmú kenőcsöt javall. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Feltételezhetően tehát nemi betegségek kezelésére használták ebben az időben, az ilyen megbetegedésekről és kezelésükről pedig úgyszintén találunk feljegyzéseket az ókori kínai mű *Huang-Ti nei-csing*-ben azaz a Sárga császár klasszikus belgyógyászatában. De említhetjük a hasonló témával foglalkozó egyiptomi Ebers-papiruszt is. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az elnevezés az időszámítás szerinti 1. századból származik, a név szerzője Dioskorides, aki a cseppfolyós halmazállapota után vízezüstnek nevezte el, ezzel ő adta a tudományos nevét is: hydrargirum. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A magyar név egyébként a 19. századig kéneső volt, majd ezt követte a ma is használatos higany elnevezés, amit Schuster János nevéhez fűződik. De lehetséges alternatívaként a szerdany szó is megjelent, noha ez már nem terjedt el. (Utalva Merkúr isten napjára, aki a mozgás és sebesség római istene volt.) **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Középkor

A középkorban jelentős alkímiai fejlődés indult meg. Aba Musszah Dsafur Al Szofi, vagy másnéven Geber a 8. század egyik legjelentősebb tudósa az iszlám világból feltételezte, hogy minden fém higanyból és kénből tevődik össze. Logikája szerint a nemtelen fémek betegségben szenvednek és a bölcsek köve segítségével nemesfémekké változtathatóak azáltal, hogy a ként eltávolítjuk. Geber kísérletei során felfedezte egyébként a higany-oxidot és a higany-kloridot is, ezzel elősegítve a tudomány és alkímia fejlődését. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A 13. században Raymundus Lullus minorita spanyol szerzetes, a korabeli feljegyzések alapján arany előállításra használta fel a higanyt. Ebben az időben tűnik fel az aranyvíz is, mint minden betegség gyógyszere. Összetételének pontos leírása sajnos nem maradt fent, de azt bizonyossággal kijelenthetjük, hogy a középkorban az alkímisták a bölcsek kövének keresése közben gyakran tudtukon, vagy akaraton kívül gyógyszereket állítottak elő. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

15. században Geber tanait tovább vitte Basilius Valentinus korának egyik leghíresebb kémikusa, aki már azt állította a fémek higanyból, kénből és sóból állnak. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A középkor végén pedig felütötte fejét Európában a vitatott eredetű Morbus Gallicus járvány, amely szexuális úton terjedt és magas letalítású volt. A gyors terjedés és kíméletlen kór társadalmi reagálást követelt. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Kora újkor

Fallopius, Fracastorius, Fernelius és Girtanner a 16. század jeles tudósai úgy vélték a kór Kolumbusz hajóival érkeztek meg Európába, más feltételezések szerint már Dániában és Itáliában 1483-ban is jelen volt a kór. Elképzelhető, hogy fordítva történt a fertőzés és hogy valójában Kolumbusz hajói vitték át a fertőzést az Újvilágba. Mindazonáltal számos jelentős és prominens személy (a teljesség igénye nélkül megemlítve csak néhány személy): I. Miksa német-római császár, VI. Sándor pápa és családja, Bakócz Tamás vagy II. Ulászló magyar király, de VIII. Károly és I. Ferenc francia királyok is szenvedtek a kórtól. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Terápia gyanánt kezdetben a középkori lepra elleni szereket alkalmazták. Ez kénes víz, mínium és violaolaj használatát jelentette. Csak később került előtérbe a keleti minták alapján a higany, mint gyógyszer. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Emellett egy másik kezelési eljárás terjedése is megindult. Mivel úgy tartották Amerikából származik a kór így a gyógymódot is ott keresték, így került a *Guaiacum officinale*, avagy hoacacánfa a vélt gyógynövények közé ugyanis Amerikából származott (Dél-Florida, Kuba), 1578-ban Mélisz Juhász Péter részletesen ír róla. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** A fa hatóanyagát a keserű ízű törzséből kifolyó gyantájában vélték fellelhetőnek. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**



12. ábra: *Guaiacum officinale*

(forrás: http://epa.oszk.hu/02300/02316/00002/pdf/EPA02316_kaleidoscope_2011_2_092-103.pdf)

Két másik hasonló felhasználású növény a sarsaparilla és a sassafrast (*Sassafras officinalis*) melyek eredetüket tekintve szintén amerikaiak voltak. Hatásukat a kor elvei miatt vélték gyógyítóknak ugyanis erős vízhajtó izzasztó és hashajtó hatásúak voltak, így az akkori nézetek szerint megtisztította a vért a kórtól, azonban ezek a főzetek nem váltották be hozzájuk fűzött reményeket és nem hozták el a várva várt gyógyulást. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A keletről származó terápiát: a higanytartalmú gyógyszerek alkalmazását nagy óvatosság jellemezte ugyanis már az ókor óta tudott volt, hogy kis mennyiségben is halálos a patkányokra (Arisztotelész). **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** Plinius(23-79) a római tudós és író **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** úgy vélekedett, hogy az aranyat nem tekintve mindent roncsol így belsőleg nem, csak külsőleg kenőcsként alkalmazták. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A kenőkurához alapanyagként disznózsírt, vaját, olajat vagy terpentint tehát valamilyen apoláris kenőcs alapot használtak. Ebben diszpergálták a fém higanyt, úgy vélték mortifikálódik, kis részekre esik szét és csökken a mozgékonyága így megkönnyebbül a bejuttatása a testbe. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A 16. században színre lép Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, avagy ismertebb nevén Paracelsus, az orvosi kémia (iatrokémia) alapítója **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**, azt vallotta, hogy toxikus vegyületek esetén is található egy olyan adagolási szint, amelyet, ha nem lép túl az alkalmazott szer, akkor akár toxikus hatások nélkül érhetünk el klinikai előnyöket. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Kimondta: „Sola dosis facit venenum” vagyis hogy a dózis teszi a mérget méreggé. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** Ezzel őt tekinthetjük a modern toxikológia atyjának. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Paracelsus egyébként tovább fejlesztette Basilius Valentinus elméletét, azaz állította, hogy nemcsak a fémek, de az ember is három vegyület keverékéből áll: higany kén és sóból. Valamint Paracelsus mondta ki azt is hogy az alkimisták feladata nem az aranykészítésben rejlik hanem hogy arcanumokat (hatásos gyógyszereket) állítsanak elő. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Bevezette a különböző kemikáliák használatát a medicinába (szervetlen sók, fémek és ásványi anyagok formájában) megkísérelve az orvosi oktatás megreformálásán és a gyógyszerek adagolásának hangsúlyozásán keresztül. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A higanyos kezelések egyik bevezetőjének vagy úttörőjének is tekinthetjük. A ránk maradt korabeli higany tartalmú kenőcs receptek alapján 6-7%-os higanytartalmúak voltak ezek a diszperziós közegként faolajokat felhasznált készítmények, ami összevetve a 20. században használt hasonló hatóanyagú kenőcsökkel mennyiségüket tekintve nem sokban tértek el. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az első sikeres belsőleges (enterális) felhasználása a higanynak azonban nem Paracelsushoz, hanem Algír királyához I. Szulejmán admirálisához Hayreddin Barbarossához köthető, aki a bujakóros katonái kezelésében használta fel ezen anyagot sikerrel. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**, ami az arab orvostudománynak tulajdonított siker. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A pirula összetevőit Astruc 1788-as tankönyvében lelhetjük fel, mely úgy szól, hogy citromlevével leöntött higanyt kell gyümölcsliszttel összekeverni, amiből ezáltal megformázhatóvá válik a kívánt gyógyszer. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Azonban, hogy mennyire kétes volt a bizalom a higany terápiában azt Benvenuto Cellini (1500-1571) itáliai művész esete is jól példázza. Ugyanis 29 éves korában szifiliszben szenvedett (szekunder szifilisz), s mint oly sokaknak akkor, azt tanácsolták neki, hogy kezdjen higany kezelésbe. Mivel már hallott erről a kezeléstről és a nem kívánt hatásairól, így inkább visszautasította azt. Az időmúlásával azonban, ahogy a neurológiai tünetei elhatalmasodni kezdtek rajta, személyiségének negatív irányú változásai eredményeként megnőtt a rosszakaróinak a száma, akik elhatározták, hogy megmérgezik a művészt. A felhasznált mérge higany volt, amit az ételébe kevertek, de a dózisa nem volt elég nagy a halálos adaghoz, míg a szifilisz gyógyítására éppen elegendő volt. Így Cellini meggyógyult és még sok évig élhetett és alkothatott tovább. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

17. században a kitűnő iatrokémikus Étien Blankard korának egyik kiválósága kémiai alapelvek alapján kívánta magyarázni a szifilisz kialakulását. Nézete szerint két féle út lehetséges: vagy a fertőzöttel történt coitus, vagy szoptatás útján történhet meg a fertőzés. Vélekedése szerint a szifilisz a vér és bizonyos savak keveredéséből jön létre. A jenséget akrimóniának hívta. Az alkalmazott kezelés a iatrokémaia elveinek megfelelően a létrejövő savanyú vagy alkalikus akrimónia közömbösítéséből állt. Ehhez az első lépés a mercurius preacipatus albusból, mercurius dulcisből, extr. Catholocóból, cremor tartaniból, extractum rheiből, és velencei terpentintől készült gyógyszer használata mely kiürítette a béltraktust. Második lépésként a vizelethajtás következett myrrha, perubalzam és alcanagyökér, -tea segítségével. Végül pedig többek közt camphor, sassafras, china-gyökér és sarsaparilla felhasználásával savmegkötést és temperálást végeztek. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Blankard még kiemeli, hogy fontos a test tisztántartása ajánlja az izzasztás különböző módjait valamint a borivást illetve dohányzást megtiltja. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Modernkor

A 19 század első felére a higannyal kezelt betegek 60 százaléka nemcsak, hogy nem gyógyultak meg a bujakórból, de még a higany mérgezés tüneteitől is szenvedni kezdtek, ez pedig a higany változékonny

adagolásának következménye volt, tudjuk ezt meg Poór Imre Pest-Buda első dermatológiából habilitált docensének statisztikai adataiból. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Ennek a megoldására jódot kezdtek alkalmazni Wallace dublini orvos nyomán (1835) **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** ásványvizes alakban, előnye pedig az alacsonyabb toxicitása volt. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Számos egyéb terápiás megoldással próbálkoztak ebben az időben a szifilisz enyhítésére. Többek között említenek fürdési, testápolási, étrendi, gyógyszer fecskendezési, valamint tapasztokkal és kötszerekkel való eljárásokat is, de végbélkúpok, füstölések, belélegeztetések, bedörzsölések borogató szerek és hintőporok alkalmazásait szintén előírhatták. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az olyan bedörzsölés, amit a test öt különböző részén (combon, az alszáron, a felkaron a has és mell felületén) alkalmaztak akkoriban egy új gyógymódnak számított. A kezelést leghatásosabbnak az esti órákban ítélték, noha ennek eredete inkább a népi gyógymódok kezelési időmeghatározásából eredhetett. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A higanyos kezelések során hirtelen magas dózist elérő, ezáltal erősen toxikus kezelések kiváltására az egyetlen alkalmas megoldásnak a higanyinjekció kínálkozott ezzel kivédhetővé vált a mérgezés ezen válfaja. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Poór Imre mellett meg kell említenünk a Budapesten ténykedő Schwimmer Ernőt is, aki szintén a szifilisz elleni harcban vett részt dermatológiai és szifiligráfiai tanszékével. Eljárásai szerteágazóak, sokfélék és sikertelenek voltak. (3. táblázat) **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

3. táblázat: 1892-es Schwimmer Ernő tanszéke által alkalmazott eljárások listája

Higanykezelés	Belsőlegesen különböző labdacok formájában adagolva. (Calomel, jódhigany-készítmények) Külsőlegesen: bőr alá fecskendezés, bedörzsölés, fürdő, füstölés
Jódkezelés	Jódtartalmú készítményekkel: jodoform, jódivas, jódnátrium, jódkálium
Növényi szerek	sarsaparilla, guaiacfa, sassafra, kínafakéreg, bojtortjányökér főzetként
Ásványi anyagok	platina, arany, ezüst
Vízgyógymódok	hévizek, kén és jódtartalmú vizek
Dietetika	
Szifilizációs eljárás	védőoltásra tett sikertelen kísérlet

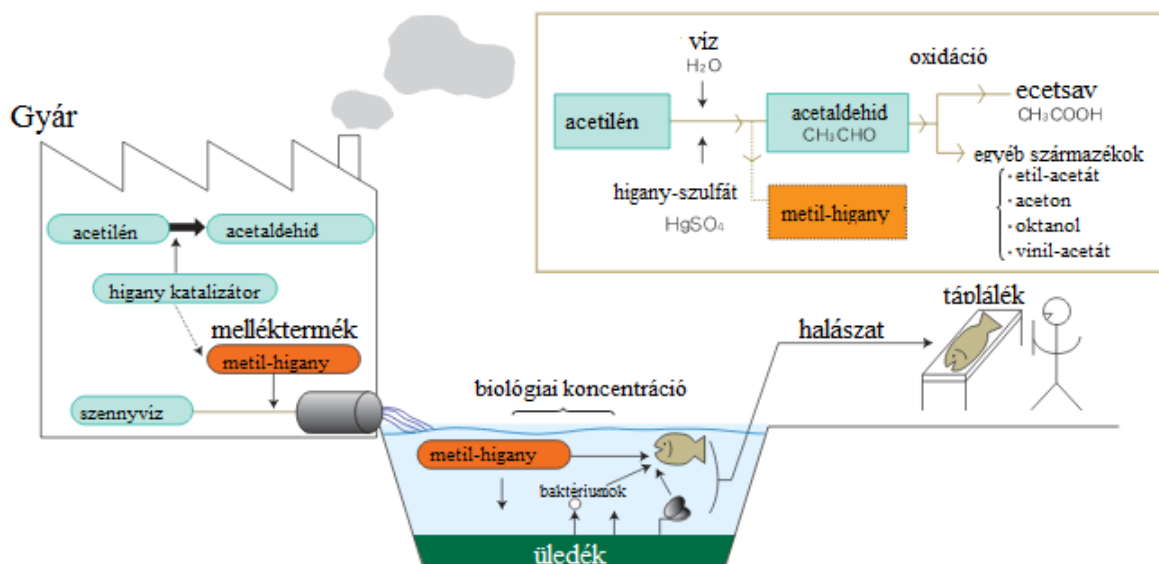
(forrás: <http://ideal.hu/sectioncsalad/96-szex/6805-a-venuszi-nyavalya-tortenetbol-a-szexualis-uton-terjedo-betegsegek-gyogyitasa.html> alapján)

Sokszor tehát a kezelés rosszabb volt, mint a betegség maga, kiváltképp, ha a mérgezéses tünetek is felléptek.

Higanymérgezés

A higany mérgezés legfőbb tünetei: szenzoros rendellenességek, kéz és láb koordináció nehézségek, látás- és beszédzavar, végtagremegés. Leghíresebb higanymérgezéses eset, ahol ez tömegesen elő is fordult a Minamata eset. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Egy vegyi üzem (Chisso vállalat) 1932-től acetaldehidet és egyéb szintetikus vegyületeket (etil-acetét, acetin, oktanol, vinil-acetát, ecetsav) állított elő higany-szulfát katalizátor segítségével. Ám az eljárás során melléktermékként metil-higany keletkezett, amit a Minamata-öbölbe engedtek a szennyvízzel együtt. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]



13. ábra: A metil-higany útja az acetaldehid gyártástól kezdve az emberi testig
(forrás:http://www.minamata195651.jp/pdf/kyoukun_en/kyoukun_eng_all.pdf 9. oldal)

A fentebb már említett tünetek 1956-tól a halászok és a családtagjaik körében jelentkeztek. Az ok csak 1959-ben kezdett kiderülni. A gyár víz tisztítóberendezése alkalmatlan volt a higany eltávolítására a szennyvízből. 1968-ban az acetaldehid gyártást megszüntették. 1995-ben 11000, míg 1997-ben pedig 2260 Minamata-kóros beteget kártalanítottak. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

1965-ben történt egy másik hasonló eset is szintén Japánban, Niigata tartományban ahol csakúgy, mint a Minamata esetben metil-higany került acetaldehid gyártás melléktermékeként a vízbe, amitől a helyiek meg is betegedtek. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

Egy másik hatvanas évekbeli eset során szintén tömeges higanymérgezés történt, ezúttal Irakban. Éhínség enyhítésére gabonát importáltak, ám később, mint ahogy az kiderült, higanytartalmú csávázószerrel volt szennyezett így az abból készült liszt, tészta, és kenyér több száz megbetegedést és több halálesetet okozott. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

19. század utolsó évtizedében és a 20. század elején felgyorsult a vegyipar fejlődésével és a bakteriológiai felfedezéseknek köszönhetően az orvostudomány fejlődése. 1905-ben Schaudin és Hoffmann azonosították a Treponema pallidumot a szifilisz kórokozóját, 1906-ban Wassermann kidolgozta a vérsavból való kimutatást, s így diagnosztizálhatóvá váltak a látens esetek is, nemcsak a már fertőzöttek. [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

A nemi betegségek elkülöníthetővé váltak, amit így a korábban egynek tekintettek betegséget sikerült szétválasztani (szifilisz gonorrhoea lágyfekély) ezzel sok tévedés és félreértés tisztázódhatott, ami a

gyógyítási lehetőségek esélyét és a kutatások előre jutását nagyban elősegítette. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

20. század

Az 50-es években még több higanytartalmú gyógyszer is forgalomban volt Magyarországon. Kalomel por (hashajtó), higany-szalicilát (injekció formában) Cinereum kenőcs (30%-os fémhigany tartalommal). Használatának legfőbb célja a baktericid hatása így fertőtlenítésre, szemöblítésre, hólyag- és hüvelyfertőzésekre, de szeplőre, szemölcsre, tyúkszemre, dermatomycosisra és ekcémára is használták. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Napjaink

Napjainkban a higany gyógyászati célú felhasználása csak néhány területen van jelen: fogászati tömések, Solutio Merbromini, germicid lámpák töltőgázaként és tiomerzál formában.

Fogászati tömések: A higanytartalom a fogászati amalgám esetén körülbelül 45-50%-os a fennmaradó rész kb. 70% ezüst, 27% ón, 5% réz és lehetséges még némi cink tartalom is de kevesebb, mint 1%. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

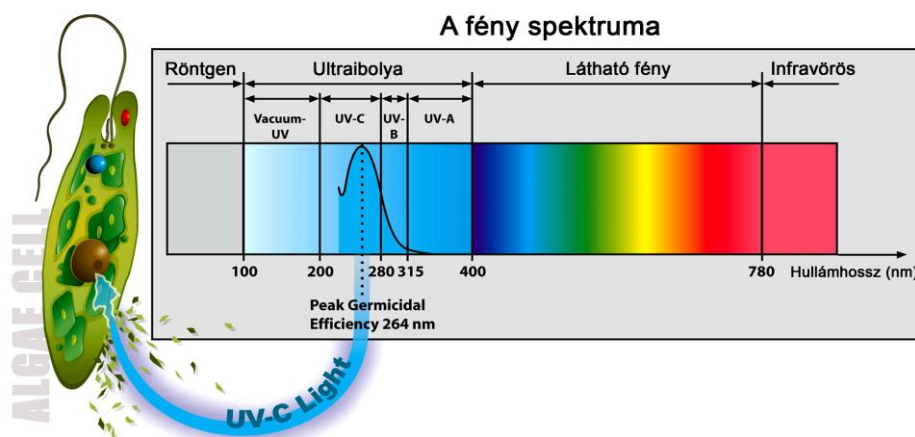
Felhasználásáról megoszlanak a vélemények. Jelenleg hazánkban mind a mai napig elfogadott az amalgámmal való fogtömés. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az Egyesült Államokban az FDA 2009-ben (Food and Drug Administration) kimondta, hogy nem káros a higany tartalmú fogtömés azonban az ellenőrzésén szigorítottak. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Egy 2012-es tanulmány alapján állíthatjuk, hogy az amalgám tömés jelenlegi használata nem jelent egészségügyi kockázatot eltekintve néhány allergiás esettől. Nincs bizonyíték arra, hogy az amalgámokból felszabaduló higany káros egészségügyi hatásokat eredményezne a lakosság körében. Ha az ajánlott higany biztonsági eljárásokat követik, akkor a fogorvosi rendelőben is minimálisra csökkenthető az egészségügyi kockázat. Az Amerikai Fogászati Társulat Tudományos Bizottságának közelmúltbeli felülvizsgálata szerint: az amalgám biztonságos anyag. A tanulmányok továbbra is támogatják a fogászati felhasználását mind gyermek és felnőttek számára valamint kiemelik fontos az ismert és a hipotetikus kockázatok közötti különbség tétel. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Solutio Merbromini FoNo: Merbromin egy bróm és higany tartalmú hidroximerkuri származék **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** vizes oldata, (98g víz /2g merbromin) amit dezinficiálási célból használnak ecsetelésre bakteriális és mikotikus bőrártalmak fertőtlenítésére, valamint szárítására. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

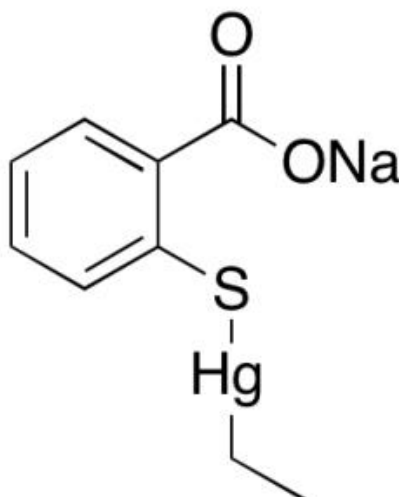
Germicid lámpa: Egy kisnyomáson működő kvarcüvegből készült higanygőz tartalmú lámpa, amely az emittált sugárzást 254nm-es hullámhosszon bocsátja ki, ezáltal tökéletesen alkalmas a mikroorganizmusok elpusztítására, mivel ez a hullámhosszúságú sugárzás pont a közepére esik a DNS abszorpciós tartományának. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**



14. ábra: A germicid lámpa működési elve

(forrás: https://www.germicidlampak.hu/termek/germicid_lampak)

Tiomerzál: Egy etil higanytartalmú szerves vegyület, melyet alacsony koncentrációban használnak az 1930-as évek óta fungális és bakteriális fertőzések megelőzésére, többek közt oltóanyagokban [**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**]. A higany amely egyik kötését egy etil-csoporttal másik kötését pedig a tiomerzál molekula kénatomjával létesíti, etil-higany formában kezdi meg a kiürülését a szervezetből, ahol átalakul szervesetlen higannyá, majd a bélcsatornán keresztül ürül ki körülbelül 7 napos felezési idővel. Ezzel szemben a sokkal mérgezőbb metil-higanyal, ami 50 napos felezési idővel bír, és míg utóbbi vegyület raktározódik addig ez az előbb tárgyalt vegyületre nem igaz. [**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**]



15. ábra: A tiomerzál képlete

(forrás: <http://chemreporter.de/wp-content/uploads/2016/09/thiomersal-struktur-242x300.png>)

1999-ben kivonták a tiomerzált a kötelező gyermekkori védőoltások közül elsőként az Egyesült Államokban majd egyre több országban közöttük Magyarországon is. Ennek oka pedig az, hogy bár tudományos eredmények ezt nem indokolják. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** A WHO Oltóanyag Biztonsági Tanácsadó Testülete (Global Advisory Committee on Vaccine Safety) kimondta jelenleg nincs arra szükség hogy a jelen oltási szabályozáson változtassanak, mivel nincs bizonyíték a higanytartalmú oltóanyagok mérgező hatására, sem felnőtt, sem gyermek, sem csecsemők esetében. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Ám mégis a lehetséges kollektív társadalmi aggodalom megnyugtatóra a kivonás mellett döntöttek a kötelező gyermekkori védőoltások esetében. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Ezenkívül előnyös a higany kitettség minden irányú lehetséges csökkentése ugyanis a környezetünkben számos olyan forrás van jelen, ami által könnyen bejuthat a higany a szervezetünkbe. A világméretű tendencia hogy amennyire lehetséges a higanyterhelést minimalizáljuk, illetve ahol lehet, más környezetre kevésbé káros, illetve lebomló anyaggal helyettesítsük. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Azonban bizonyos oltóanyagok esetében mégis kívánatos illetve előnyös lehet a tiomerzál alkalmazás: ilyenek például az influenza vakcinák. Lényeges szem előtt tartani a tényt hogy a tiomerzál tartalom még így is jóval az ajánlott határérték alatt kerül alkalmazásra. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Végeztek vérvizsgálatokat kisgyermek és csecsemőknél tiomerzál tartalmú oltást követően azonban a mért higanykoncentráció a vérükben így sem érte el a határértéket. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Használatos még tiomerzál szemészeti készítményben (Oculogutta zinci), ahol szintén a konzerválószer szerepét tölti be. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Védőoltások

A védőoltások kialakulásában és használatában a legismertebb személy természetesen Edward Jenner (1749-1823) ám jóval előtte már voltak védőoltásokhoz hasonló eljárások. Ilyen volt az úgynevezett inokuláció (nyílt sebekbe fertőzött váladékot jutattak vagy orron keresztül elporított himlővarrt szívtak fel), amivel egy enyhébb lefolyású betegséget kaptak meg az így kezelték, így a könnyen halálos vagy súlyos fertőzést elkerülve. Ezt az eljárást több ezer éve már alkalmazták Ázsia és Afrika lakói. Kínában szintén alkalmazták bár a használata egy szerencsétlenségnek köszönhetően a feledés homályába merült. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az európai meghonosodást hagyományosan a brit konstantinápolyi követ feleségének Lady Mary Worthley Montagunak tulajdonítjuk. Aki igen szép asszony hírében állt akkoriban, azonban Törökországba való tartózkodása alatt megfertőződött a himlővel (1717), amit túlélte ugyan, de arcán hegek maradtak vissza. Majd még abban az évben megszülte kislányát, orvosa Charles Maitland és egy helyi orvos Emanuel Timoni segítségével. Timoni meggyőzte az asszonyt, hogy ne tegye ki gyermekeit a himlő veszélyének, és javasolta a Törökországban élő görögök körében akkoriban is honos inokulációs eljárást, melynek Timoni sikeres alkalmazója volt. Megfogadva a tanácsot Lady Montagu 1718. március 18.-án alávetette az eljárásnak az akkor hatéves fiát sikerrel. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Majd hazatérve Angliába megnyerte ügyének Caroline walesi hercegnőt, ezáltal akik kételkedtek a varioláció hatásosságában könnyebbé vált a meggyőzésük. 850 embert sikerült a himlőellenes kezelésben részesíteni 1735-ig. Így tehát a hagyomány szerint Lady Montagu hozta be az eljárást a Nyugati orvoslásba. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Azonban van egy kevésbé ismert tény is a történelemből. Nevezetesen hogy az európai kontinensen Brit-szigeteket nem számítva Magyarországon végezték az első variolációs eljárást. Említést már korábban

Lady Montagu előtt is tesznek az eljárásról Sammlung von Natur- und Medizin-, .Geschichten című boroszlói lapban, szerző nélkül, aki Duka Zólyomi Norbert orvos történész szerint Raymann (Reiman) János Ádám eperjesi városi orvos írása. Örményektől és görög kereskedőktől értesült eme eljárásról, amit így bár már korán ismert azonban kipróbálásra csak az eperjesi himlőjárvány idején, 4 évvel később 1721-ben a végzett el saját lányán. Majd 1727-ben egy újabb himlőjárvány alkalmával öt éves János Ádám fiát inokulálta sikeresen, miközben a korábban beoltott lánya nem fertőződött meg újra, sőt a betegek ágyába belefeküdve sem kapta el a kórt.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Így Rayman bizonyította, hogy a variolizáció hatásos a fertőzés ellen 1727-ben pedig erről meg is emlékezett az erfurti „Miscellanea physico-medica-mathematica oder ... Nachrichten von Physical- und Medicinischen... Geschichten” nevű lapban.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Tehát Európában - a török területeken és Anglián kívül- Rayman János Ádám lehetett az első orvos, aki az első himlőoltást, elvégezte.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Az eljárás működő képességét két dolog adta az egyik hogy a himlőnek két válfaja az enyhébb lefolyású Variola minor és a súlyosabb Variola major közötti kicsi az antigén variabilitás ez által keresztimmunitás áll fent a két törzs között. A sebbe juttatott inokulum pedig olyan betegektől nyerték, akik a legenyhébb lefolyású himlőben szenvedtek így valószínűleg Variola minor fertőzöttek voltak. A másik kulcsa az eljárásnak, hogy mivel „disztálisan” juttatják be a himlőt így a szaporodás üteme lassabb volt ezzel több időt nyertek a szervezet immunrendszerének a reagálásra.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Edward Jenner

A 18. századi Európában a himlős járvány alakult ki. A halálos áldozatok száma évente körülbelül 400 ezerre tehető volt.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Általánosan ismert tény volt akkoriban hogy ismeretlen ok miatt, de a tehenészlányok fogékonysága a fekete himlőre jóval alacsonyabb volt, mint az átlagos embereké. Ennek oka pedig az, hogy a Variola major és a tehénhimlő vírus igen hasonló, így a tehénhimlőn átesettek védeltséget nyerhettek a fekete himlővel szemben. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Jenner érdeme az volt, hogy először ő foglalkozott ezzel a jelenséggel és kutatni kezdte az összefüggéseket, okokat tudományos alapossággal. Elmélete az volt, ha létre tudna hozni mesterséges tehénhimlő fertőzést, azzal egy hatásos ellenszert kapna a fekete himlő ellen amennyiben a tehénhimlő ezt tényleg megelőzi.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Első lépésben igazolni akarta, hogy a tehénhimlő fertőzést mesestégesen elő tudja-e idézni. Ehhez kertészének nyolcéves fiát James Phippsset inokulálta Sarah Nelmes tehenészlány tehénhimlős hólyagjából származó váladékkal. Az eljárás sikerült Phipps elkapta a betegséget és szövődmények nélkül felgyógyult. Így az első kérdésre választ kapott. Tovább folytatva a kísérletet hagyományos variolációs módszerrel megfertőzte fekete himlővel a fiút többször is, azonban az eredmény minden esetben ugyanaz volt: a Phipps egészséges maradt. Jenner eredményeit elutasította a Royal Society ezért több további kísérletet is végzett, amelyek hasonló eredményre vezettek.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Jenner érdeme mellett, hogy észrevette ezt a lehetőséget és kitalálta a módszert, az hogy ellenőrizte a betegség kiváltását és a védelem létrejöttét. Ezenkívül, mivel a tehénhimlős váladékhoz egyszerűen hozzá lehetett jutni így logisztikailag sem volt probléma a védőoltások széleskörű alkalmazása ezáltal könnyen elterjedhetett a módszer.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** Melynek végső eredményeként 1799-ben hivatalosan is himlőmentessé vált a világ.**[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A Jenner által használt védőoltás tulajdonképpen egy attenuált vakcinának felel meg, amiben gyengítést az adja, hogy a két faj, ami ellen használjuk és amivel beoltjuk nem azonos, hanem csak rokon

faj, ami nincs az emberhez adaptálódva. Ez a Jenneri attenuálás, ilyen módszert a kötelező védőoltások közül csak BCG oltásban használunk [Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

Az 1796-ban bevezetett vakcináció esetében tehát Edward Jenner egy a variolációnál hatásosabb és biztonságosabb, módszert fejlesztet ki, de a tulajdonképpeni eljárás sokkal régebbi.[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]



16. ábra: Rajz az Edward Jenner elképzelését övező korabeli vitákról (James Gillray, 1802)

(forrás: https://www.antsz.hu/felso_menu/temaink/jarvany/jarvany_archivum/oltasbiztonsag/himlo.html)

Louis Pasteur

A másik attenuálási eljárás, amit Louis Pasteurnak köszönhetünk és napjainkban is használjuk: a pasteurizálás. A módszerének lényege, hogy ugyan azonos kórokozót használ, de kihasználva a gyors szaporodó és adaptációs képességét legyengíti azokat azáltal, hogy egy új, szokatlan környezethez adaptálja őket számos átoltás útján, majd amikor az eredeti környezetbe visszakerül a kórokozó ott már kevésbé lesz virulens.[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

1879-ben úgy állított elő gyengített kórokozót, hogy 80-szor átoltotta nyulakon, majd az utolsó nyúl gerincvelőjét kiszárította és ezt kutyáknak kezdte adagolni csökkenő szárítási idővel. Először 12 napig majd 11 napig szárított és így tovább egészen a közvetlenül nyúlból kivett gerincvelőig. A kutya pedig nem betegedett meg.[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

A kötelező védőoltások melyeket jelenleg is használunk hazánkba és élőágenst tartalmaz, mind a pasteurizált elvet követik, a BCG oltás az egy kivétel, mert kombinálja Jenneri és pasteurizált attenuálást.[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]

4. táblázat: A 2018. érvényes oltási naptár Magyarországon (EMMI)

2018. ÉVI OLTÁSI NAPTÁR (EMMI)

Folyamatos oltások

Oltás	Életkor		Megjegyzés
	Kötelező	Önkéntes	
BCG	0-4 hét		szülészeti intézményben
DTPa + IPV + Hib + PCV	2 hónap		
DTPa + IPV + Hib	3 hónap		
DTPa + IPV + Hib + PCV	4 hónap		
PCV	12 hónap		
MMR	15 hónap		
DTPa + IPV + Hib	18 hónap		
DTPa + IPV	6 év		

Kampányoltások

	Életkor		Megjegyzés
	Kötelező	Önkéntes	
MMR revakcináció	11 év		szeptember hónapban az általános iskolák VI. osztályában (6. évfolyamot végzők)
dTap emlékeztető oltás	11 év		október hónapban az általános iskolák VI. osztályában (6. évfolyamot végzők)
Hepatitis B	12 év		a 2017/2018. tanévben, március hónapban az általános iskolák VII. osztályában (7. évfolyamot végzők) II. oltása
			a 2018/2019. tanévben, szeptember hónapban az általános iskolák VII. osztályában (7. évfolyamot végzők) I. oltása
HPV		12 év (leányok)	a 2017/2018. tanévben, május hónapban az általános iskolák VII. osztályában (7. évfolyamot végzők) II. oltása
			a 2018/2019. tanévben, október hónapban az általános iskolák VII. osztályában (7. évfolyamot végzők) I. oltása

Az oltások végzésénél elsősorban nem az életkor, hanem az iskolai osztályok az irányadóak

BCG = Bacillus Calmette-Guérin/tuberculosis elleni oltóanyag

DTPa = diftéria-tetanusz-acelluláris pertussis komponenseket tartalmazó oltóanyag

Hib = Haemophilus influenzae b elleni oltóanyag

IPV = inaktivált poliovírus vakcina

PCV13 = 13-valens konjugált pneumococcus vakcina

MMR = morbilli-mumpsz-rubeola elleni vakcina

dTap = diftéria-tetanusz-acelluláris pertussis komponenseket tartalmazó oltóanyag újraoltás céljára

HPV = humán papillomavírus elleni oltóanyag

Oltásellenesség

Az oltóanyagok és a már fentebb említett tiomerzál, amit a 30-as évek óta alkalmaztak egészen a 90-es évekig társadalom bizalmát és támogatását élvezte.

Majd eljött a fordulópontra. 1998. február 28.-án Dr. Andrew Jeremy Wakefield a Lancetben publikálja tanulmányát: *Ileális-limfoid-nodularis hiperplázia, nem specifikus colitis és pervazív fejlődési rendellenesség gyermekekben* címmel. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Wakefield összefüggést vélte felfedezni egyes bélbetegségek az MMR vakcináció és az autizmus között. Vizsgálatot szorgalmazott a lehetséges kapcsolatok felderítésére. A hírt a média felkapta és ezzel fellobbantotta a nyilvánosság félelmét, valamint megingatta a bizalmat a vakcinákban, nem csak az MMR-ben, de az összes többivel szemben is. 2004-ben a Lancet elismerte hiba volt a cikket leközölni. Az Egyesült Királysági Általános Orvosi Tanács (The General Medical Council) megállapította, hogy Wakefieldnek összeférhetetlensége volt, ugyanis egy ügyvéd lefizette, hogy találjon bizonyítékot, olyan peres ügy megtámogatására, ahol a szülők úgy gondolták, hogy a beadott oltóanyag ártott a gyermekeiknek. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

2010-ben a Lancet hivatalosan is visszavonta a cikket miután a Brit Általános Orvosi Tanács elmarasztalta Wakefieldet. Ezen felül a nagy-britanniai orvosi nyilvántartásból törölték és megtiltották, hogy tovább gyakorolja az orvoslást ott. Valamint a BMJ-ben publikáltak egy jelentés sorozatot, ahol az oknyomozó újságíró Brian Deer bebizonyította, hogy Wakefield tudományos csalást követett el az adatok meghamisításával, amiből reményei szerint több módon is hasznot húzhatott volna. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Bizonyítékok- oknyomzás

2011. január 5.-én nyomozási jelentés jelent meg a BMJ-ben, ami az 1998-as tanulmányt vizsgálta, amely állítólag összefüggést talált az MMR vakcina és az autizmus között. Brian Deer a szerző állítja, hogy a cikk csalás eredménye. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A megjelent tanulmány nyomán Nagy-Britanniában az oltási arányok esni kezdtek. A tanulmányt vezető Andrew Wakefield arra a következtetésre jutott, hogy a kombinált kanyaró mumpsz és rubeola (MMR) vakcina autizmust okozott a tanulmányban részt vevő 12 gyermekben, így a megrémült szülők elkezdtek késleltetni az oltás beadást vagy teljesen visszautasítani azt. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Így az elmúlt években az autizmus és az MMR kapcsolatának lehetőséget kimerítően tanulmányozni kezdték. Nem sikerült megbízható és releváns tanulmányt végezni az ügyben, ami megerősítette volna Wakefield állításait, ehelyett számos, jól megtervezett tanulmány nem talált kapcsolatot az MMR vakcináció és az autizmus között. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Deer tanulmánya beszámol Wakefield munkájának, hibáiról. Beszél a vizsgált gyermekek szüleivel és bizonyítékot talált, hogy csalást követett el a gyermekek körülményeink adataival. Míg a tanulmány azt állította, hogy nyolc gyermek a tanulmányozott 12-ből gastrointestinalis, vagy autizmusszerű tüneteket tapasztalt napokkal az oltás után. addig a feljegyzések szerint ezeket csak legfeljebb két gyermeknél tapasztalták ez idő alatt. A másik állítás, hogy e gyermekek az MMR-vakcinázás előtt mind „normálisak” voltak megint hamis ugyanis két gyermek fejlődésileg visszamaradt volt, amiket a feljegyzéseken már szintén rögzítettek a vakcinázás előtt. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Miután Deer megvizsgálta mind a 12 gyermegről szóló feljegyzéseket megjegyezte, hogy a cikk közleményben szereplő számok nem mutatnak egyezést egy kategóriában sem a feljegyzésekben leírtakkal: sem a regresszív autizmussal rendelkező gyermekek, sem a nem specifikus vastagbélgyulladásos gyermekek száma, és sem az első tünetek megjelenése egy napon belül az oltást követően feljegyzett gyermekek száma nem stimmel. A Lancet cikk szerint 6 gyermek mind a három fentebb említett kondícióba beletartozik ezzel szemben a feljegyzések szerint ez egyetlen gyermeknél sem állt fent. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

5. táblázat: A Wakefield-tanulmányban szereplő 12 gyermek három jellemzőjének összehasonlítása az NHS-nyilvántartásban szereplő adatokkal, beleértve a Royal Free kórház adatait is

Gyermek száma	Regresszív autizmus		Nem specifikus colitis		Első tünetek megjelenése MMR vakinációt követően		Mind három jellemző együttes fennállás	
	Lancet	Feljegyzések	Lancet	Feljegyzések	Lancet	Feljegyzések	Lancet	Feljegyzések
1	Igen	?	Igen	Igen	Igen	Nem	Igen	Nem
2	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Nem	Igen	Nem
3	Igen	?	Igen	Nem	Igen	?	Igen	Nem
4	Igen	?	Igen	Nem	Igen	Nem	Igen	Nem
5	Igen	?	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Nem
6	Igen	Nem	Igen	Igen	Igen	?	Igen	Nem
7	Igen	Nem	Nem	Nem	Igen	Nem	Nem	Nem
8	Nem	Nem	Igen	Nem	Igen	Nem	Nem	Nem
9	Nem	Nem	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Nem
10	Nem	Nem	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Nem
11	Igen	?	Igen	Nem	Igen	Nem	Igen	Nem
12	Igen	Nem	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Nem
Összesen	9/12	?6/12	11/12	3/12	8/12	?2/12	6/12	0/12

(forrás: http://www.bmj.com/highwire/markup/593019/expansion?width=1000&height=500&iframe=true&postprocessors=highwire_figures%2Chighwire_math)

Összefoglalva tehát: A tanulmányban 12 gyermek esetét vizsgálták. A jelentés javasolja, hogy az új lehetséges "szindróma" az enterocolitis és a regresszív autizmus összefüggését az MMR vakinációval összefüggésben állhat és annak lehetséges következménye lehet. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**De valójában:

A regresszív autizmusának számolt kilenc gyermek közül háromnak egyáltalán nem volt diagnosztizált autizmusa. Egy gyermeket jellemzett csak tisztán a regresszív autizmus. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Annak ellenére, hogy a dokumentumban az állt, hogy mind a 12 gyermek "korábban normális" volt, ötnek dokumentáltak már meglévő fejlődési problémái voltak. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Egyes gyermekeknél az első viselkedési tünetek tapasztalatát az MMR-vakicáció utánra teszik, de a feljegyzések ezt néhány hónappal a vakicáció utánra datálják. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Kilenc esetben elhanyagolhatóak voltak vastagbélgyulladás kórszöveti eredményei, azonban az eredmények megváltoztak a "kutatósi felülvizsgálat" után "nem specifikus colitisre." **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

A betegeket pedig MMR ellenes mozgalmakon keresztül toborozták, és a vizsgálatot a tervezett peres ügyek érdekében végezték el és finanszírozták, hogy bizonyítékként aztán felhasználható legyen. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Bizonyítékok- tanulmányok

Anders Hviid és munkacsoportja a tiomerzál tartalmú vakcinák használatát és az autizmus összefüggését vizsgálták egy retrospektív kohorsz tanulmány keretében (2003). Az 1990 és 1996 között született dániai gyermeket követték nyomon, aminek eredményeként 467450 gyermek adatait dolgozták fel. Két gyermek csoport között végeztek összehasonlítást, akik ugyanazt a vakcinát kapták, csak egy részük tiomerzál tartalmú másrészüket tiomerzál mentes, vakcinával kezelték. Az a tette lehetővé hogy tiomerzál tartalmú és mentes oltást kapjanak egy idő intervallumon belül a gyerekek, hogy a Dániában az ekkor alkalmazott celluláris pertussis oltás összetételén változtattak (1992) és az újraformulált oltóanyagba már nem került tiomerzál, így vált lehetővé az adatszerzés. Egyéként a tiomerzál tartalmú készítmények első dózisa 50 µg tiomerzált (~ 25 µg etil-higanynak felel meg) a következő a következő két adagban a dózisa pedig 100 µg (~50 µg etil-higanynak) felel meg. Az eredmények szerint 440 autista esetet és 787 autisztikus spektrumú rendellenességet azonosítottak. A tanulmány megállapította, hogy az autizmus és egyéb autisztikus spektrumú rendellenességek kialakulásának kockázata nem különbözött szignifikánsan a tiomerzál tartalmú és a tiomerzál mentes vakcinával oltott gyermekek között. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Cristofer S. Price 2010-ben készült tanulmányának célja a tiomerzál tartalmú vakcinák és / vagy immunglobulin készítmények miatti etil-higany expozíció kapcsolata az autizmussal és autisztikus rendellenességek kialakulásának gyakoriságával. Eset-kontroll vizsgálattal készült munkában 256 autista gyermeket hasonlítottak össze egy 752 fős kontroll csoporttal. Melyet úgy választottak, meg hogy azonos legyen a vizsgált csoporttal a nemük, születési évük és az egészségügyi ellátásuk. Az autizmus diagnózisát standardizált személyi értékeléssel végezték el. A vakcinák és immunológiai készítmények általi tiomerzál expozíció meghatározását pedig különböző elektronikus immunizációs nyilvántartások, szülői interjúk és orvosi feljegyzések alapján végezték. Több egységes expozíciós időpontot (születés előtt 1 hónappal, születés utáni 7. hónap és születés utáni 20. hónap) és az azok közötti időszakot vettek figyelembe: Következtetésképpen pedig megállapították, hogy sem a prenatális sem pedig a csecsemő illetve kisgyerekkori tiomerzál tartalmú vakcinák és immunológiai készítmények nem növelik az autizmus kialakulásának a kockázatát. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]**

Szintén hasonló témában készült a 2004-es Jon Heron nevéhez fűződő prospektív kohorsz tanulmány is. A kutatás célja hogy az Egyesült Királyság lakosságát tesztelve találnak-e összefüggést a tiomerzál expozíció és fejlődési rendellenességek kialakulása között. A kutatás során több mint 14000 gyermek adatait vizsgálták át, akik mind egy közös földrajzi helyről származtak (Avon megye) és 1991-1992 között születtek. A feljegyzett korokban pedig, amikor tiomerzál expozíciónak voltak kitéve (3, 4 és 6 hónaposan) ennek mennyiségét kiszámítva és összehasonlítva az adott korhoz tartozó gyermekkorai kognitív viselkedési és fejlődési mutatókkal hasonló eredményre jutottak, mint a korábbi tanulmányok. Azaz nincs meggyőző bizonyítékot arra nézve, hogy a tiomerzál korai expozíció káros hatással lenne a neurológiai vagy pszichés fejlődés kimenetelre. **[Hiba! A hivatkozási forrás nem található.]** Ugyanerre az eredményre jutott számos egyéb tanulmány is. Fent tárgyalt tanulmányokat a teljesség igénye nélkül emeltem ki.

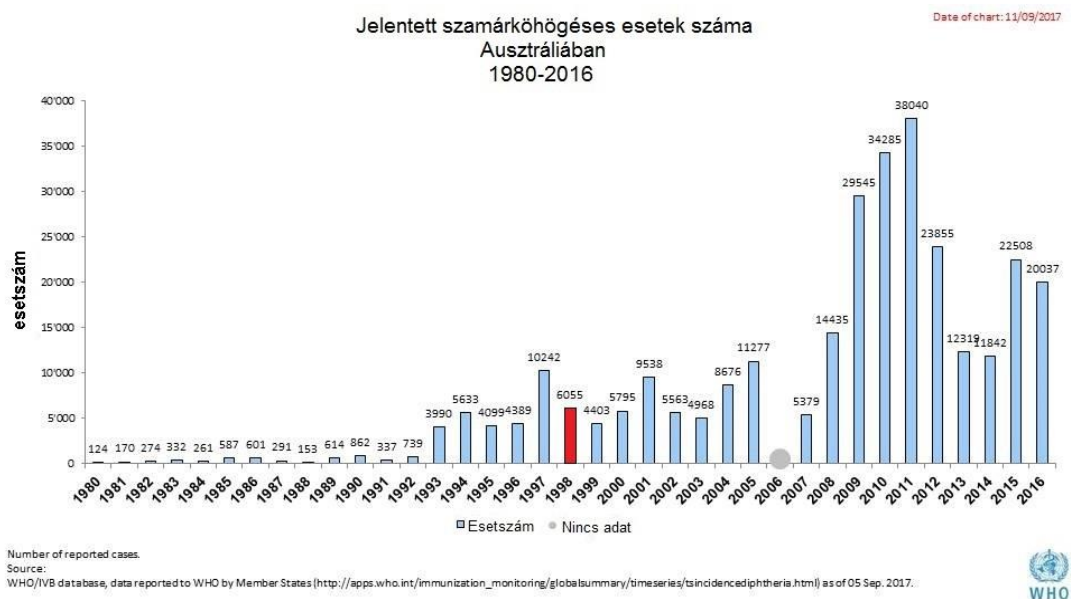
Következmények

És hogy milyen következményeket okozott Wakefield tanulmánya?

Ha a WHO oltással megelőzhető betegségeinek összefoglalójára tekintünk, akkor szembe tűnhet néhány aggasztó tendencia.



17. ábra: Jelentett kanyarós esetek száma Ausztráliában 1980-2016 között
(forrás: http://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/JPG/AUSMEASLES_Cases.jpg)



18. ábra: Jelentett szamárköhögéses esetek száma Ausztráliában 1980-2016 között
(forrás: http://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/JPG/AUSPERTUSSIS_Cases.jpg
http://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/countries?countrycriteria%5Bcountry%5D%5B%5D=AUS#)



19. ábra: Jelentett szamárköhögéses esetek száma az Egyesült Államokban 1980-2016 között
(forrás: http://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/JPG/USAPERTUSSIS_Cases.jpg
http://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/countries?countrycriteria%5Bcountry%5D%5B%5D=USA

http://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/incidences?c=USA)

Ahogy a diagramokból is kitűnik olyan fejlett Nyugati országokban mint az USA vagy Ausztrália a kétezres évek első évtizedére ismét növekvő tendenciát kezdett mutatni a szamárköhögéses vagy kanyarós esetek száma, ami elszomorító lehet abban a tudatban, hogy ezen betegségek ellen van elérhető, hatásos védőoltás.

Tekintve pedig az országok fejlett egészségügyi szolgáltatását és fejlett szociális hálóját aligha az elégtelen ellátásnak mintsem inkább feltételezhetően a félretájékoztatásnak és oltásellenes kampányoknak köszönhető ez az eredmény.

Folytatás következik.

Irodalomjegyzék

- http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/CinkCsop_.htm (megtekintve: 2017.02.13.)
- <http://periodusos-rendszer.krissz.hu/hg/higany/> (megtekintve: 2017.02.13.)
- <http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Higany.htm> (megtekintve: 2017.02.14.)
- <http://termtud.akg.hu/okt/9/europa/11nemeshgpb.htm> (megtekintve: 2017.02.20)
- <http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Amalgam.htm> (megtekintve: 2017.02.20)
- http://www.mfpi.hu/data/cms87643/5._Szencsoport.pdf 24.o (megtekintve: 2017.02.22)

7. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz6101/pocs6101.html> (megtekintve: 2017.02.22)
8. Ásvány- és kőzettan alapjai Szakáll Sándor (2011) Miskolci Egyetem Földtudományi Kar http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFAT6101/sco_02_01.htm (megtekintve: 2017.02.23)
9. Ásvány- és kőzettan alapjai Szakáll Sándor (2011) Miskolci Egyetem Földtudományi Kar http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFAT6101/sco_02_03.htm (megtekintve: 2017.02.23)
10. <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/termeszetismeret/ember-a-termeszetben-5-osztaly/a-hegysegek-kialakulasa/lanchegysegek-kialakulasa> (megtekintve: 2017.10.16.)
11. Hylander, L. D., & Meili, M. (2003). 500 years of mercury production: global annual inventory by region until 2000 and associated emissions. *Science of the Total Environment*, 304(1), 13-27. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00553-3](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00553-3)
12. <https://www.statista.com/statistics/587342/mine-production-of-mercury-worldwide/> (megtekintve: 2017.10.16.)
13. Koch, S., K. I. Sztrókay, and Gy Grasselly. "Ásványtan I-II." *Tankönyvkiadó, Budapest* (1967). 438-908.
14. <https://geology.com/minerals/cinnabar.shtml> (megtekintve: 2017.10.16)
15. Szepessy Géza. A „mercurius” szerepe a gyógyászatban és az alchimiában. *Gyógyszerészet* (1988): 43-44.
16. Georgius Agricola Tizenkét könyv a bányászatról és kohásatról (1556) (ford. Becht R., szerk. Molnár L.) II. könyv 65-72.
17. http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Teleptel_.htm (megtekintve: 2017.10.20)
18. Georgius Agricola Tizenkét könyv a bányászatról és kohásatról (1556) (ford. Becht R., szerk. Molnár L.) V.könyv 131-134.
19. Georgius Agricola Tizenkét könyv a bányászatról és kohásatról (1556) (ford. Becht R., szerk. Molnár L.) IX. könyv 434-439
20. <https://www.britannica.com/technology/mercury-processing> (megtekintve: 2017.10.08)
21. Schuster, Paul F., et al. "Atmospheric mercury deposition during the last 270 years: a glacial ice core record of natural and anthropogenic sources." *Environmental science & technology* 36.11 (2002): 2303-2310. <https://doi.org/10.1021/es0157503>
22. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11401/GlobalMercuryAssessment2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (megtekintve: 2017.10.27.)
23. <https://morel.princeton.edu/research/mercury-cycling-and-methylation> (megtekintve: 2017.10.27.)
24. Forrai Judit A bujakór története Rubicon, 2010. (21. évf.) 7. sz.
25. http://magyarnarancs.hu/tudomany/a_higanyos_homerok_vege_-_sikerult_lerazni-69607 (megtekintve: 2017.10.28.)

26. Forrai Judit - Bartók Adrienn - Kaldau Diana Szifilisz gyógymódok a 16. században = Beliebte Medikamente gegen Syphilis im 16. Jahrhundert Kaleidoscope, 2011. (Vol. 2.) No. 2. 92-103. old. <https://doi.org/10.17107/KH.2011.2.92-103>
27. <https://www.britannica.com/biography/Pliny-the-Elder> (megtekintve: 2017.10.28.)
28. Forrai Judit A "Vénusz nyavalya" történetéből. A szexuális úton terjedő betegségek gyógyítása - történeti áttekintés Komplementer medicina : az integratív medicina szakmai továbbképző folyóirata, 2005. (9. évf.) 3. sz. 50-57. old.
29. Borzelleca, Joseph F. "Paracelsus: herald of modern toxicology." *Toxicological Sciences* 53.1 (2000): 2-4. <https://doi.org/10.1093/toxsci/53.1.2>
30. Frankenberger Jr, William T., ed. *Environmental chemistry of arsenic*. CRC Press, 2001. 1-12.o <https://doi.org/10.1201/9781482271102>
31. Bast, Aalt, and Jaap C. Hanekamp. *Toxicology: What Everyone Should Know*. Academic Press, 2017. 8.o
32. Wolf, Paul L. "The effects of diseases, drugs, and chemicals on the creativity and productivity of famous sculptors, classic painters, classic music composers, and authors." *Archives of pathology & laboratory medicine* 129.11 (2005): 1457-1464.
33. Melly-Doros: A nemi betegségek kérdése Budapesten. Budapest, 1930. p. 30.
34. http://www.minamata195651.jp/pdf/kyoukun_en/kyoukun_eng_all.pdf (megtekintve: 2017.11.05.)
35. Takács S. Alattomos gyilkosok: a higany (Hg) és az ólom (Pb) Múltjuk és jelenük Egészségtudomány (2017): 58-62
36. <https://ejatlas.org/conflict/mercury-poisoning-niigata-minamata> (megtekintve: 2017.11.05.)
37. Ferracane, Jack L. *Materials in dentistry: principles and applications*. Lippincott Williams & Wilkins, 2001. 121.o
38. http://www.fogaszat.org/cikkek/amalgam_fogtomes.html/ (megtekintve: 2017.11.03.)
39. <https://www.webmd.com/oral-health/news/20090728/fda-mercury-fillings-not-harmful#1> (megtekintve: 2017.11.03.)
40. Rathore, Monika, Archana Singh, and Vandana A. Pant. "The dental amalgam toxicity fear: a myth or actuality." *Toxicology international* 19.2 (2012): 81.o <https://doi.org/10.4103/0971-6580.97191>
41. [http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/102282.xml?f=templates\\$fn=default.htm\\$3.0](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/102282.xml?f=templates$fn=default.htm$3.0) (megtekintve: 2017.12.01.)
42. <https://www.drdiag.hu/kereso/gyogyszerek.cikk.php?id=1000002732&nev=Divitren-Tabletta> (megtekintve: 2017.12.01.)
43. Sándor Damjanovich, Judit Fidy, and János Szöllösi. "Orvosi biofizika." *Medicina*, Budapest (2007). 144.o
44. http://epa.oszk.hu/00300/00398/00368/pdf/epinfo_EPA00398_2009_42_43.pdf (megtekintve: 2017.12.02.)
45. <http://archive.is/iODd7> (megtekintve: 2017.12.05.)

46. <http://www.egeszseg.hu/cikk/vedooltasok-tevhitek-es-a-tenyek> (megtekintve: 2017.12.05.)
47. <http://www.drdiag.hu/kereso/gyogyszerek.cikk.php?id=1000002883> (megtekintve: 2017.12.06.)
48. https://www.antsz.hu/felso_menu/temaink/jarvany/jarvany_archivum/oltasbiztonsag/himlo.html (megtekintve: 2017.12.06)
49. Kiss, László. "Lady Montagu versus Raymann—the first variolations in Europe." *Orvosi hetilap* 152.44 (2011): 1782-1784. <https://doi.org/10.1556/OH.2011.HO2381>
50. http://vedooltas.blog.hu/2014/02/21/a_vedooltasokrol_atalaban (megtekintve: 2017.12.11.)
51. Wakefield, Andrew J., et al. "RETRACTED: Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children." (1998): 637-641. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)11096-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)11096-0)
52. <https://www.historyofvaccines.org/content/articles/history-anti-vaccination-movements>(megtekintve: (megtekintve: 2017.12.11.)
53. <https://www.historyofvaccines.org/content/blog/bmj-wakefield-paper-alleging-link-between-mmr-vaccine-and-autism-fraudulent> (megtekintve: 2017.12.11.)
54. Deer, Brian. "How the case against the MMR vaccine was fixed." *Bmj* 342 (2011): c5347. <https://doi.org/10.1136/bmj.c5347>
55. Hviid, Anders, et al. "Association between thimerosal-containing vaccine and autism." *Jama* 290.13 (2003): 1763-1766. <https://doi.org/10.1001/jama.290.13.1763>
56. Price, Cristofer S., et al. "Prenatal and infant exposure to thimerosal from vaccines and immunoglobulins and risk of autism." *Pediatrics* (2010): peds-2010. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-0309d>
57. Heron, Jon, and Jean Golding. "Thimerosal exposure in infants and developmental disorders: a prospective cohort study in the United Kingdom does not support a causal association." *Pediatrics* 114.3 (2004): 577-583. <https://doi.org/10.1542/peds.2003-1176-L>