

## A művi lélegeztetés történeti vázlata

### Artificial ventilation: a historical sketch

**Prof. Dr. Molnár F. Tamás DSc**

PTE, Consultant Thoracic Surgeon, Petz A Hospital Győr, Hungary

[tfmolnar@gmail.com](mailto:tfmolnar@gmail.com)

*Initially submitted Sept 15, 2020; accepted for publication Sept.28, 2020*

#### Abstract

Insufflation and artificial aeration of the lungs are referenced in biblical times. Pneuma in its double meaning as air(oxygen) and soul have been inseparable since then. Induced and obstacle-free positive and negative intrapulmonary air flow challenged generations of surgeons from the late 19th century. Following a transient dominance of the extrathoracic negative pressure approach (Sauerbruch's negative pressure concept) the transtracheal intrapulmonary alternating positive pressure concept won. Medical engineering played a decisive role in developing positive pressure machines. Till the 1950s ventilation and anaesthesia machines were combined and longterm artificial ventilation was unavailable. The volume regulated Engström ventilator introduced in the 1952-3 polio epidemic was the game changer followed by other concepts, pressure ventilation included. Negative pressure chamber ventilation (iron lung and cuirass) saw a renaissance in the 1950s only to be replaced by intratracheal ventilation by the end of the decade. Invasive ventilation became the norm till just recently when noninvasive breath support saw the second renaissance. COVID-19, a medico-political pandemic 2019-20 posed a new challenge to the intensive therapist, necessitating the review and maybe resuscitation of bygone philosophies and methods.

**Kulcsszavak:** művi lélegeztetés, vastüdő, lélegeztetőgép, intubáció

**Keywords:** artificial ventilation, iron lung, ventilator, intubation

#### Bevezetés

A görög pneuma többjelentésű szó (ahonnan a pulmonológia oly sok pneumo- előtagú kifejezése is ered<sup>1</sup>), levegőt és lelket egyaránt jelent. Anyanyelvünk hú tükröt tart elénk, amikor a lélek és lélegzés szavakat egy ugyanazon töre vezeti vissza. A tüdő mint spirituális szerv, messze megelőzi a szívet, nem szólva az agyról, mondjanak bármit a kardiológusok, szívsebészek, a neurológusokról és idegsebészekről nem is beszélve<sup>2</sup>. „Akkor az Úristen megalkotta az embert a föld porából és orrába lehelte az élet lehelletét. Így lett az ember élőlényé”. (1Mózes, 2:7). A reanimáció, reszuscitáció történetét kutatók ehhez a részhez kötik a szájból orrba/szájba lélegeztetés koncepciójának megszületését. „Hisz ember csinálta, olyan valaki formálta őket, aki maga is kölcsönbe kapta az élet lehelletét...” (Bölcsesség Könyve 15.16). A pneumára, mint lélekre az Újtestamentum hivatkozik sok helyen: „Hanem, amikor eljön az Igazság Lelke, ő majd elvezet benneteket a teljes igazságra (János Evangéliuma 16.13). Szent Pál levelei csakúgy a pneuma=lélek képletet közvetítik. „Aki azonban az Úrral egyesül, egy lélek (pneuma) vele” I. Kor 6.17.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ramoutsaki és mtsai 2002.

<sup>2</sup> A szerző ehelyt jelenti be elfogultságát, lévén mellkassebész.

<sup>3</sup> Biblia. Ószövetségi és Újszövetségi Szentírás. Szent István Társulat, Budapest 2020.

A latinizált göröggel nevezett szerv, a pulmo<sup>4</sup> legfőbb funkciója a gázcsere, hiszen míg az oxigénre (légeny) igen nagy igénye van a sejteinknek, a széndioxidra viszont szinte semmi szükségünk.

„Táplálék nélkül az ember 15-20 napig is élhet, víz nélkül néhány napig, de levegő nélkül öt percig sem...Naponta kb. 12 000 liter levegő fordul meg a tüdőnkben. Mellkasunk úgy működik, mint valami fűjtató. Emelkedik, majd süllyed. Eközben a levegő betódul a tüdőnkbe, eztán kiáramlik belőle.”<sup>5</sup> Az 1950-es, 60-as évek beli magyar általános iskolai tankönyvbe nem férhet bele a tüdő legkülönösebb tulajdonsága, azaz hogy minden egyes légvétel és kifújás során egy enyhén negatív nyomású (- 3 és - 10 vízcmm) környezetben, a pleuraúrben tágul ki és szűkül össze. Márpedig ez a művi lélegeztetés egyik kulcskérdése.

### A kezdetek I: az ajaktól a tüdőig

A légzés újraindításának kísérletei a nyugati kultúrában a bibliai, az ótestamentumi időkre nyúlnak vissza, bár a hat ezer éves részleteket<sup>6</sup> illetően a szerzők véleménye természetesen eltér. Az valószínű, hogy a nem légző újszülöttek illetve a csecsemők arcába, szájába fűjni a szülésznők régi praktikája.<sup>7</sup> Paracelsus már próbálkozott a kovácsfűjtató alkalmazásával. Az első, a mai értelemben vett újjáélesztés a skót William Tossach nevéhez fűződik, aki szájából szájba lélegeztetéssel élesztett újjá egy bányász 1732-ben<sup>8</sup>. 1740-ben a párizsi akadémia javasolja (guideline a lá 1740) a módszert. Ötven évvel később, 1782-ben a brit Royal Human Society a szájából szájba lélegeztetés helyett már valamilyen hólyagszerű alkalmatosságot ajánl. Az, hogy a levegőnek csak egy meghatározott alkotóeleme szükséges a tűz életben tartásához, egy angol lelkész, Joseph Priestley 1774-es megfigyeléséhez kötendő. A flogisztont, az élenyt az 1789-es francia forradalom későbbi áldozata, Lavoisiere nevezi el oxigénnek. Ezzel meg is találták a művi lélegeztetés szubsztanciáját. Kérdés a gáz szájüregbe, tüdőbe való biztonságos bejuttatásának módja maradt. Ebből a szempontból közös volt a probléma a fájdalomcsillapító és altatószerekkel: az 1840-es évek kéjgáza, majd az éter és kloroform alkalmazásával. A gáztér és a szájüreg valamint a vele hátul közös orrüreg, mint külső kapu szelelőmentes, zárt rendszert kellett, hogy alkosson. Ennek a mikéntjére születtek meg az arcot és orrot fedő különböző formájú maszkok.

A spontán lélegzéssel a tüdőbe, majd a keringésbe juttatott fájdalomcsillapító, „kikapcsoló” hatóanyagok veszteségmentes bevitelére számos, formájában különböző, ám elvében hasonló megoldás született az 1850-es években.

Curt Schimmelbusch<sup>9</sup> a gyakorlati orvoslást számos találmánnyal gazdagító berlini sebész 1890-es, a nevét viselő maszkja számos módosításban máig él.

Az oxigén tüdőbe és onnan a véráramba kerülésében a nyomásviszonyok meghatározóak. A fűjtató, a bőr, majd a kaucsuklabda csak elsőre tűnt ideálisnak arra a célra, hogy miként lehetne a belégzésre képtelen, alélt személy tüdejébe erővel bejuttatni az éltető levegőt. A hatóanyag, az oxigén forrása, a palack és a tüdőhólyagcsa (alveolus) között két nagy biomechanikai akadály, „billentyű” is van. Az első záródni is képes szűkület az ajkakkal védett szájüreg, benne a nyelv és a hátul az orr-garat üreg, a második pedig, hátrább és már lejjebb a gégefedő (epiglottis).

<sup>4</sup> Vélhetően az úszásra, könnyűsége utaló eredeti szótöböl: a szerv, amely vízbe dobva úszik (a levegő miatt) szemben a vesével, szívvel és egyéb szervekkel, melyek azonnal elsüllyednek.

<sup>5</sup> Olvasókönyv az általános iskolák 4. osztálya számára. (cca. 1960) 194.

<sup>6</sup> Hommage á Papp Gábor történész, a BBC History főszerkesztője (1942-2020)

<sup>7</sup> Trubuhovich 2005.

<sup>8</sup> Trubuhovich 2006a.

<sup>9</sup> Curt Theodor Schimmelbusch: német sebész(1860-1895) Kölnben, Berlinben. Korának kiemelkedő alakja.

Ebben a csőszerelőket is zavarba ejtő, nyomás és idegvezérelt rendszerben az egyenirányító szelep látszólag egyszerű feladatát a gégefedő látja el. A művi lélegeztetést megoldani igyekvők ezen az utóbbi akadályon akadtak fel legtovább, egy bő fél évszázadig.

A szájüreget megkerülő megoldás, a nyakon végzett gégemetszés, ez a diftériában a XIX. század vége óta gyakorolt módszer aránytalanul durva és véres módja a rutin légútbiztosításnak. Kivételes sebészek egyedi megoldásain át vezetett az immár biztonságos út az ajkaktól a legutolsó hörgőcskét is borító csillószörös hengerházig. Trendelenburg után MacEwen végezte az első endotrachealis intubációt; a légcsőbe vezetett kaucsukcsövet (1878). A levegőt az elől lévő légcsőbe, a falatot, kortyot pedig a mögötte futó nyelőcsőbe irányító gégefedő nyitva tartása, a légcsőbe való biztonságos bejutás, majd az áramlás fenntartásának feladatát a kaucsuktól a gumicső vette át.

1902-es közleményében a louisianai Rudolph Matas négy éves kísérletezése eredményeként a légcsőbe vezetett tubuson keresztül már a pozitív nyomással felfújt tüdőről számol be<sup>10</sup>. Az oxigén tüdőbe juttatására 1908 óta készen állt Samuel J. Meltzer és John Auer inszufflátora, „befúvója”<sup>11</sup>. A tracheába való lejutáshoz, a terület biztonságos uralásához a gégetükör (laringoszkóp) majd a légcsőtükör (tracheoszkóp, bronchoszkóp) kidolgozásához és a módszer bevezetésére volt szükség. Ez a XX. század elejére valósult meg.<sup>12</sup>

Az anatómiai és élettani kérdések mellett a biztonságos gázáramoltatás műszaki problémái hasonló súlyú feladatokat jelentettek. A nyomásszabályozást ugyanúgy koncepció transzfer adta, ahogy azt az orvostechnika annyi sok más területén láttuk<sup>13</sup>. A Draeger cég söripari szabadalma, a magas nyomású CO<sub>2</sub> redukciójára szolgáló szelep, a Lubeca billentyű az oxigénpalackra is kiválóan megfelelt.

Az eredetileg két különböző probléma a légzés fenntartása és a fájdalomcsillapítás együttes megoldása, azaz az oxigén és az altatógáz egyidejű adásának a gondolata a XX. század első éveiben megszületett. Lélegeztető és altatógép koncepciók közleményeinek sora látott napvilágot. A lübecki óragyártóból lett mechanikus Johann Heinrich Draeger és a helyi kórház sebésze, Otto Roth professzor együttműködéséből született a „Roth-Draeger,” altatógép, 1902-ben. 1912 óta a Draeger Kombi, mely az elkövetkező 30 év meghatározó altató gépe lesz, már pozitív-negatív lélegeztetésre, azaz befúvásra, tüdőfelfújásra és kiszívásra is alkalmas volt.

A lélegeztetési technikák fejlesztésének másik fontos szálát alkották az altatógépekkel egy időben a bányászati búvár-légzőkészülékek, az olyan részletekkel, mint az oxigéntartállyal egybeépített reduktor és csutora. A légúti anatómiából fakadó akadályok és a nyomásvezérlés feladatai gyakorlatilag megegyeztek a két alkalmazási területen. Olyan új hadieszközök legénységének lélegeztetése is megoldásra várt, mint a tengeralattjáróké és a léghajóké, a repülők magassági oxigénigényéről nem is beszélve.

A Draeger cég és fejlesztő mérnökei mindkét alkalmazásban úttörő szerepet vállaltak. Az amerikai bányamentők egyik beceneve máig „Draegermen”. A cég mitológiája szerint Jochann Heinrich Draeger a Temzéből kihúzott férfi újraélesztése szemtanújaként indítatva alkotta meg 1907-ben a Pulmotort, az első a tüdőbe friss levegőt vagy oxigént pumpáló lélegeztetőgépet, „ventilátort.”<sup>14</sup> A masina váltakozva hozott

<sup>10</sup> Dobell 1994.

<sup>11</sup> Rendell-Baker és mtsai. 1989.

<sup>12</sup> Panchabhai és mtsai. 2015.

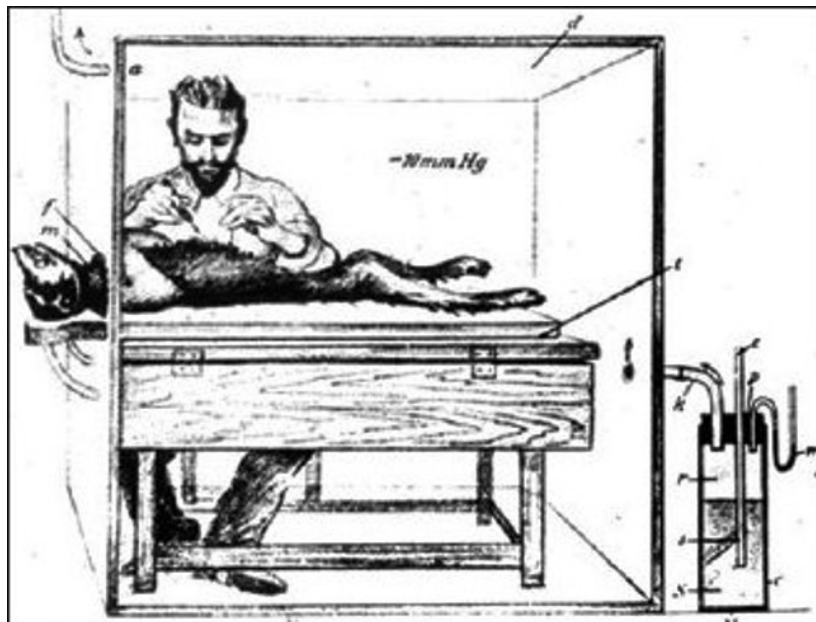
<sup>13</sup> Példa: Hüttl és Petz sebészeti varrógépeinek megalkotása, az iratkapcsoló és a Singer varrógép kereszteződési pontján. Molnár 2019.

<sup>14</sup> Rejtély, hogy hol, mikor és kitől kapta a magyar „ventilátor” szó a második (nyomatékosító?)

létre pozitív és negatív nyomást az eszméletlen, tehát ellenállást nem tanúsító sérült tüdejében. 1913-ban már a továbbfejlesztett portabilis készülékként is kapható volt.

## Kezdetek II: a negatív nyomású kamra

A mellkas műtétei<sup>15</sup>, és érdekes módon inkább a nyelőcső<sup>16</sup>, mint a tüdő sebészete a mellűr megnyitását követelte meg. Míg azonban a XX. század elején a hasmetszés (laparotomia) némi túlzással „rutinműtétté” vált, addig a rekesz fölötti tér meghódításra várt. A mellkasnyitáskor az addig a thoraxban uralkodó negatív intrapleurális nyomás megszűnése élettani következményekkel fenyegetett. Ezek megelőzésére Friedrich Sauerbruch állt elő 1904-ben azzal az ötlettel, hogy magát az egész műtéti manővert végezzék egy negatív nyomású kamrában.<sup>17</sup>



1. ábra A kísérleti kutya mellkasát a negatív nyomású (-10 vízcmm körül) kamrában nyitja meg a sebész, így a körlevegőből táplálkozó tüdő nem esik össze (1904)

Sauerbruch koncepciójában maga a műtőhelyiség, egy hatalmas tank a beteg megnyitott mellkasának kiterjesztése volt, melyet hermetikusan zártak el a külvilágtól<sup>18</sup>. Ez az „Unterdruck” megoldás a pozitív légúti nyomás számos hátrányát, veszélyét kiküszöbölte. néhány modellt az USA-ba is exportáltak, Willie Meyer<sup>19</sup> New York-i német kórházában is felállított egy ilyen együttest.

Sauerbruch bresloui (ma Wroclaw) főnöke, professzora, Radetzky-Mikulicz véleménye az volt, hogy végső soron teljesen mindegy, hogy a légcsővön át pozitív nyomással, vagy a pleura-űr felőli negatív nyomással

<sup>15</sup> Franz Kuhn már 1900-ban tárgyalja a tüdősebészet narcosisának kérdéseit.

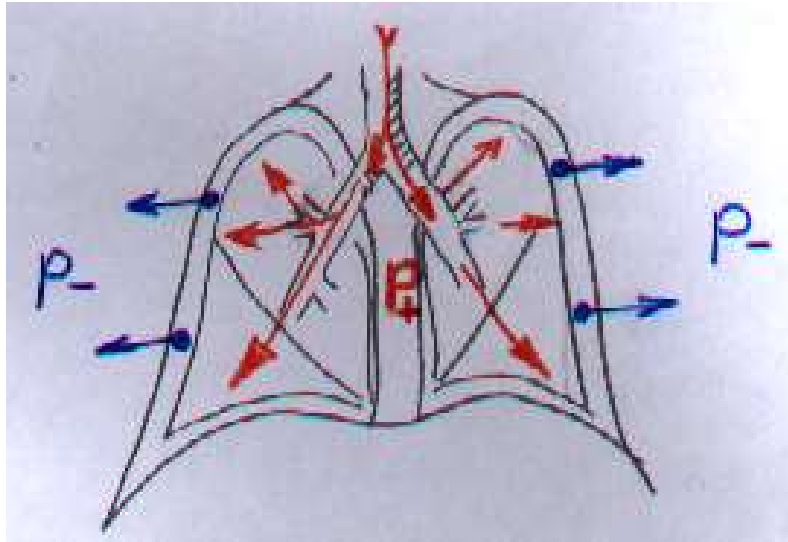
<sup>16</sup> Nathan és mtsai 1908.

<sup>17</sup> Cherian és mtsai 2001.

<sup>18</sup> Sauerbruch 1925.

<sup>19</sup> Willy Meyer 1858-1932, az Amerikai Mellkasssebészeti Társaság német származású alapítója. Európai tanulmányútján ismerkedett meg az Unterdruck koncepcióval. Bécsben, Budapesten is járt, Hüttl Hümér sebészeti varrógépéből is vitt haza. Terek 1933.

mozgatják a tüdőben lévő levegőt. A körlevegő nyomása feletti és alatti lélegeztetés hívei közötti Überdruck-Unterdruck vita (túlnyomás-vákuum disputa) még évtizedig tartott<sup>20</sup>, míg végül, az 1920-as évekre maga Sauerbruch is „átállt” a túlnyomásra.



2. ábra. Az intrapleurális, azaz a mellhártyaürbeli (p-) és a tüdőállományon belüli (p+) azaz a körlevegővel megegyező nyomások sémája<sup>21</sup>

Áttételesen máig ívelően, száz év múltán is tetten érhető az a koncepcionális különbség, amelyben az angolszász iskola a tüdő természetes kitágulását, a légcső felőli körlevegő nyomásától várja, azt támogatja, szemben az egykori porosz-német (és orosz) tanítással, amely a mellhártyaúr szívását, a negatív nyomást helyezi a kezelés előterébe.

### A nagy háború 1914-1918<sup>22</sup>

Európa polgárháborúja önmaga ellen<sup>23</sup>, a legalizált és ipari léptékben űzött tömeges gyilkosság, kikényszerítette a medicina, és különösen a sebészet industrializálását is<sup>24</sup>. Az altatásos műtéti fájdalomcsillapítás és az oxigénpótlás, a légcsőre támogatása, ezen eredetileg két külön feladat egyszerre való megoldása a tábori és a hátszági kórházak mindennapi feladata lett. A fojtó harci gázok fulladozó sérültjeinek oxigénhez juttatása külön jelentőséget kapott. Az alkalmazás technikája azóta nagyot fejlődött, az elv maradt<sup>25</sup>. Az oxigénterápia, a palack és a maszk közvetlenül a peremvonal mögött, a zászlóalj orvos segélyhelyén (Hilfsplatz, Battalion/Regimental Aid Post/Dressing Station) a csak legszükségesebb beavatkozások körében is helyet követelt. Fájdalomcsillapításra a morfium szolgált. Itt – és sokszor hátrább

<sup>20</sup> A szembenállás hevesége hasonlított az Ember Tragédiája-beli, a korai katolikus egyházban dúlt homo usion – homo iusion küzdelemhez. A madách-i műben Jézus Krisztus isteni egylényegűségéről vitáztak.

<sup>21</sup> A szerző saját ábrája

<sup>22</sup> Ezt a fejezetet Dr. Rendeki Szilárd (ny.á. őrnagy) klinikai főorvossal, aneszteziológussal való évtizedes beszélgetéseink alapján írtam, a szerzőség ennyiben közös.

<sup>23</sup> XIII. Benedek pápa prófétikus diagnózisa (MFT)

<sup>24</sup> Molnár 2019.

<sup>25</sup> Leigh 1974.

is (Feldlazarett, Casualty Clearing Station), a sebllátásban a helyi érzéstelenítés uralkodott: a narkózis veszélyes üzem, még gyakorlott kézben is.

A kényszer nagy múzsa. A front mindkét oldalán a nagy, lágy rugbyjátékra való gumilabda, mint reservoir és „ellentűdő” lett – egyenlőre még csak a belélegeztetés fázisában – az altatógépeken a nyomás és a volumen szabályozás eszköze. Sauerbruch kollégája, Wilhelm Jehn professzor 7-9 hgmm pozitív végnyomást keltő gépet építtetett. Az improvizáció példája volt az egyik, a szokás szerint templomban berendezett német kötözőállomás, ahol az orgona fűjtatóját alakították át erre a célra<sup>26</sup>. (Schjerning hevenyészett gépe)

Az első világháború második felében speciális esetekben, elsősorban plasztikai arcműtétek során, technikai kényszerűségből fordultak a közvetlenül a légsövön át való altatáshoz, az endotracheális intubációhoz. Az első világháborúban a nyak és a tracheasérülésekben kényszerűen gyakorolt módszerré vált. Az angol Magill és Macintosh végezték az első rutinszerű endotracheális intubációkat, és ők kezdték meg a kontrollált ventilációt<sup>27</sup>. Mindazonáltal a tüdőből visszaáramló, széndioxid dús levegő eltávolítása és legfőképpen a beteg saját légzésének ellenmunkája megakadályozta, hogy a módszer a műtői rutin részévé váljon, elterjedjen.

### **Köztesidő 1918-1939**

A légsövön át való túlnyomásos (a körlevegőnél magasabb nyomás) lélegeztetés technikailag adott volt, a sebészi alkalmazás igénye azonban még Csipkerózsika álmát aludta. Az egyik legjobb zárt légzőkörű lélegeztetőgép konstrukció, a Draeger kontrollált pozitív nyomásra is alkalmas modellje a „Model A” nevet kapta. Még a mellkassebészek is megelégedtek a szorosan illesztett maszkon át való lélegeztetéssel, mások pedig inkább helyi érzéstelenítésben operáltak. Az idegsebészek hasonló módon, a helyi érzéstelenítés mellett voksoltak<sup>28</sup>.

### **A II. világháború és ami utána jött**

A fájdalom, a tudat éterrel, kloroformmal vagy kéjgázzal való kiiktatástól azonban a tüdőbe a gázkeveréket lökésszerűen (intermittálva) bejuttató enyhe túlnyomással működő altatógép még messze van, önmagában nem elegendő. Hiába a fájdalommentesség és a tudattalanság, ha a vázizomzat és a tüdő is ellenállt. Az izombénító indián nyílméreg, a curare 1942-es felfedezése után az ellazított testet már lehetett lélegeztetni. Innen számítjuk a légzőrendszerbe valóban „betörő” azaz invazív lélegeztetés kezdetét. Az eddig felsorolt anatómiai alapú, élettani vezérlésű műszaki megoldásokkal a hasi és a mellkasi műtétek idejére tehát a beteg egész légzési munkáját átvehette a gép, kontrollálni tudta az altatóorvos.

Számosan próbálkoztak a tartós gépi lélegeztetéssel, azaz a műtőn kívüli „életben tartással,” és a fiaskó nem az akarat hiányán múlt. Az 1930-as évek végén Anderson, Crafoord és Frencker (1940) kifejlesztették a Spiropulsator<sup>29</sup> nevű készüléket, mely nyomásvezérelt pozitív végnyomású lélegeztetőgép volt, a bő húsz évvel korábbi Draeger készülék újragondolásaként. Értelemszerűen csak teljesen magatehetetlen, tudatavesztett beteg átmeneti lélegeztetésére volt alkalmas, olyanéra aki „nem dolgozik a lélegeztetőgép ellen”.

### **A Heine-Medin járvány, a művi lélegeztetés, mint tömeges igény**

<sup>26</sup> Érdekes kérdés lehetne, hogy tudtak-e Paracelsus eredeti, XVI. századi ötletéről.

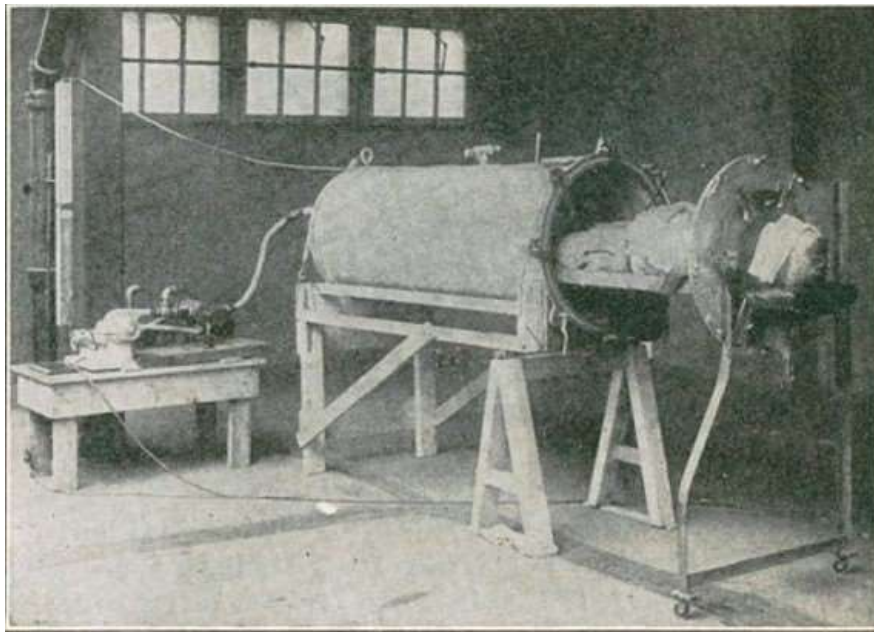
<sup>27</sup> White 1960.

<sup>28</sup> A részleteket illetően Karinthy Frigyes: Utazás a koponyám körül című könyvére utalunk.

<sup>29</sup> *A latin: én lélegzek: spiro, és a lökés: pulsatio / pulsator: lökető szóból született a spiropulsator kifejezés*

A két világháború közötti rövid szünetben több ragály is végig söpört Európán és az Egyesült Államokon, de vélhetően egyik sem volt olyan rémisztő, mint a vírusos gyermekbénulás<sup>30</sup>. Az izmok beidegzését megtámadó kórt a német nyelvterületen még az 1970-es évek Közép-Europájában is, első leírójáról Heine–Medin betegségnek nevezték. A második világháborút követő antifasiszta láz rengeteg német kifejezést kiirtott az orvosi köznyelvből<sup>31</sup>, így e kórt jobb helyeken már csak polyomyelitisnek, vagy becézgetve poliónak hívták. A betegek – zömük gyermek – bénult izomzata napokig, olykor hónapokig képtelen volt a légvételhez is szükséges mozgásra. A légzésbénulásra a megoldást Friedrich Sauerbruch 1904-es koncepciójának továbbgondolása kínálta. A tankba zárt beteg mellkasára kívülről ciklikusan alkalmazott vákuum áttételesen ugyan, de szívást gyakorolt a tüdőre is. A szó szoros értelmében újjáélesztett gondolat volt ez. A 39. ábra mutatja a megoldás elvét, az áramlási irányokat.

Az elméleti megfontolások<sup>32</sup> alapján az első vastüdőt 1928-ban Philip Drinker és Louis Agassiz Shaw készítette a Harvard egyetemen. Az eredetileg az eszméletlen széngázmérgezetek tüdejében lévő levegő kimosására, művi lélegeztetésére tervezett, váltakozó pozitív-negatív nyomású zárt rendszer első betege egy polyomielitis – polios, vírusfertőzött - légzésbénult gyerek lett. A Drinker-Shaw készülék egy nagy acélhenger, amelyből csak a páciens feje látszik ki. A henger zárt terével összekötött villamos szivattyúgép a légnyomás ütemes változtatásával kényszeríti szabályos emelkedésre és süllyedésre a beteg mellkasát, így biztosítva számára a folyamatos légcserét.



3.ábra A vastüdő korai modellje<sup>33</sup>

<sup>30</sup> A járványos gyermekbénulásra és az oltásra a legjobb modern áttekintés: Forrai 2020.

<sup>31</sup> Míg a röntgensugár mindig is X-sugár volt, s a Bülau szívást is vízalatti csapdának (underwater seal) nevezték, a Heine–Medin-betegségből szimplán „polio” lett. Kész csoda, hogy a Diesel- és az Otto-motor neve megmaradt, és a tuberkulózis baktériumát sem vették el Kochtól. A purifikáció, e különös kulturkampf második hullámát az orvosi nevezéktan náciatlanítása jelentette. Az elv helyessége kétségtelen, de a bosszú azokat is elsodorta, akiknek egyetlen bizonyítható bűnük a Wehrmacht egyenruha és/vagy párttagság volt. Wegener esete példa erre. (Woywodt 2006.) Az emberkísérletek felderítése és elítélése iránti elkötelezettség az amerikai és szovjet experimentumokra már nem terjedt ki. Vae victis.

<sup>32</sup> Keith 1909.

<sup>33</sup> Forrás: <http://historical.hsl.virginia.edu/ironlung/ironlung/pg4.cfm.html>

1929-ben Dr Philip Drinker és a gyerekgyógyász Dr Charles F McKhann közölték első eredményeiket<sup>34</sup>, egy összesen két oldalas cikkben. Több vastüdő is épült időközben, a technológiai feladatok nem voltak kirívóan különlegesek. 1930-ra John Emerson tökéletesítette a gépet, előállítási költségét felére csökkentve. A fejlesztés nem haladt óriásléptekben<sup>35</sup>. 1939-ben kezdődött meg a 450-820 kg. fém, valódi monstrum tömeggyártása, bár Drinkereket korábban is lehetett kapni. A Heine-Medin járvány<sup>36</sup> lett a művi lélegeztetés fejlesztésének technológiai motorja. A fémhenger és a porszívó házasítása csak látszatra volt egyszerű.



4. ábra Olajos hordóból és porszívómotorból eskábált lélegeztetőgép

James Bailey 1940-ben poliós csecsemője számára házilagosan készített vastüdőt<sup>37</sup> (4. ábra) . A gyárilag készült fém monstrum mozgatása, kezelése a szó szoros értelmében is nagy terhet jelentett. Az 1937-es ausztrál poliojárvány kitörésekor már csak logisztikai okok miatt sem tudtak elegendő „Drinker”-t vagy ahogy hívták, vastüdőt odajuttatni, ezért helyi megoldáshoz kellett folyamodni. Edward és Donald Both, az adelaide-i orvosi műszereket – pld. EKG - is fejlesztő, gyártó Both Equipment Limited tulajdonosai az addig alkalmazott fém helyett rétegelt lemezből készítették a vákuumdobozt (Both Portable Cabinet Respirator<sup>38</sup>). A furnérlap összehasonlíthatatlanul könnyebb volt, és a 100 fontos ár jóval olcsóbb is volt a Drinkerénél vagy más hasonló modelleknél, biztonságban pedig nem maradt alul. (5. ábra)

<sup>34</sup> Drinker és mtsai 1929. és úók 1986.

<sup>35</sup> Drinker és mtsai 1938.

<sup>36</sup> Forrai 2020.

<sup>37</sup> <https://www.vintage.es/2016/08/20-vintage-photos-of-iron-lungs-for.html>

<sup>38</sup> Trubuhovich 2006b.



5. ábra A Both-féle fából készült „vastüdő”<sup>39</sup>

Mivel az első modell is „sufnituningban” készült, a továbbiakban sem volt akadálya, hogy kisipari, kórházi műhelybeli körülmények között gyártsák. Súlya, méretei okán (portabilitás) miatt pedig akár a beteg otthonába is el lehetett vinni, sőt a légi szállításra is mód nyílt. Both angliai útja során 1938-ban számos készüléket épített helyben, amelyeket a London County Council elfogadott. Az egyiket a Radcliffe Infirmary kapta, melyről a Nuffield Department of Anaesthetics<sup>40</sup> vezetője, Robert Macintosh kisfilmet készített. Ezt látva William Morris, Lord Nuffield a Morris Motors autógyár filantróp tulajdonosa felkarolta az ügyet, és üzemei bevonásával aztán az immár Both-Nuffield lélegeztetőgépek gyorsan elterjedtek. A Brit Birodalom bármely kórháza, kérhetett, és ingyen kapott belőlük. A szakmai visszhang nem volt egyöntetű. Frederick Menzies a *British Medical Journal*-ban óvott a képzetlenség okozta kritikátlan használatától. Végül a Morris autógyárban előállított 5000 gépből 1700 Both-Nuffield respirátort kaptak ingyenesen a kórházak. Az 1950-es években 700-nál több Both-Nuffield vastüdő volt az Egyesült Királyságban, míg Drinker típusúból összesen 30.

Nuffield nem volt egyedül az autógyártók közül, akik kivették részüket a lélegeztetőgépipari boom-ból. Ford ugyanezt tette az USA-ban<sup>41</sup>. - igaz kevésbé látványosan és altruizmus mentesen. Az autógyártás és a művi lélegeztetés kapcsolatának számos további gyümölcse is volt. A Warwickshire Hospital Management Committee irányításával az 1950-ös években a vastüdők lényeges módosításokon mentek át. G T Smith-Clarke, miután visszavonult az Alvis Motor Company-tól, eme bizottság elnöke lett 1951-ben. Már korábban is foglalkozott orvosi készülékek továbbfejlesztésével, de a vastüdők módosítása terén végzett munkája átalakította az összes, az Egyesült Királyságban addig használt modellt. A Drinker és a Both respirátorok kétségtelenül sok polios beteg életét mentették meg, de számos hátrányuk volt. Smith-Clarke munkáját egy használaton kívüli légoltalmi pincében kezdte. A két, fejközeli végen lévő ápolási ablak kevés volt, a beltért nem lehetett melegíteni és fény sem volt bennük, de hiányzott az őrző-riasztó funkció is. A Nuffield-Both gép ráadásul, fa anyagában és formájában is túlságosan hasonlított egy koporsóra. A vastüdők

<sup>39</sup> forrás: <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/medicine/iron-lung>

<sup>40</sup> Lord Nuffield egymillió fontot akart adományozni az Oxford University számára, három orvosi tanszék és professzorátus számára hozzáátéve negyedikként az anesztézia katedráját. Ez utóbbinak akkor még nem volt a UK-ben önálló tanszéke. A pozícióra pedig a jó lord az ügyben kelleetlen Macintosh jelölte. Az egyetem húzódozott a kinevezéstől, mire Nuffield visszavonta teljes ajánlatát. Végül az alapítvány kétféle forrástól szölt, Macintosh professzor lett, a világ pedig az egyik legfontosabb aneszteziológiai klinikai kutatóhelyével gazdagodott. Az eredeti Morris autógyár ma már csak emlékeinkben és márkanevében létezik.

<sup>41</sup> <https://time.com/5814438/iron-lung-ventilator-ford/>

közös gyenge pontján, a nyaki gumitömítésen is módosított, azt megfelelően a beteg fejét szabadon hagyta. Megnagyobbította a manipulációs ablakokat, fűtőtestként is működő fénycsöveket használt, riasztóval, lábtartóval látta el a gépet. A kifejlesztett billentő mechanizmussal és a szerkezetet stabilan tartó kerek vázzal az ápolást tette könnyebbé. Az addigi „betöltés” helyett a respirátortank tetejét egyben lehetett felnyitni, megkönnyítve a betegmozgatást. Respirátorját, alakja után hamarosan az „alligátor” néven emlegették, amely így már inkább egy speciális ágynak tűnt, mint koporsónak.



6. ábra A Coventry Alligator<sup>42</sup>

Számos ötlet az autópárból érkezett. Smith-Clarke a felbillentethető tetőt üvegszálból tervezte, amit épp akkor kezdtek alkalmazni a személygépkocsiknál. Ez ugyan túl drágának bizonyult, de több más megoldás, mint az oldható gyors zár is, maradt. Hasonlóan jó ötlet volt az intravénás infúziós szerelék könnyen kezelhető beviteli pontja, mely megszólalásig hasonlított a versenyautók Monza típusú pattintós üzemanyag tanksapkáihoz (quick-release petrol cap)<sup>43</sup>.

A II. világháború végezetével a német orvosi eszközgyártás is újraindult. Axel Dönhardt Hamburgban a bombázásokból megmaradt ócskavasból az amerikai Drinker modellt másolva 1947-ben készítette el az első német vastüdőt, A sorozatgyártás már a Drägemnél folytatódott.

A „polio” járványok megteremtették a tömeges művi lélegeztetés igényét, a vastüdő pedig ennek lehetőségét<sup>44</sup>. A „vastüdő” Sauerbruch negatív nyomás kamrájának (unterdruck) újjászületését jelentette, egy radikálisan más betegségre, a ragály tömegellátási követelményének parancsának engedelmeskedve.

<sup>42</sup> [https://www.researchgate.net/figure/Coventry-alligator-iron-lung\\_fig1\\_264644298](https://www.researchgate.net/figure/Coventry-alligator-iron-lung_fig1_264644298)

<sup>43</sup> Lawrence 2002.

<sup>44</sup> Gorham 1971.

Lépésről lépésre bővült a gázcsereéről szóló tudásanyag is. A tüdő munkájának részleges és átmeneti kiváltása a XX. század derekára ily módon megoldódott.

A beteget mozgásképtelenségre kárhóztató a teljes testet bezáró hatalmas dobozok mellett a kevésbé súlyos esetekre dolgozták ki a dragonyosok mellvértjére hasonlító, a nevüket is onnan nyerő, csak a felsőtestet befogó mellpáncél, „cuirass” modelleket. Összesen hat Kifa típusú cuirass respirátor szolgált a Blegdams Hospitalban az 1952-es dán járványban. Elődje, a Sahlin „mellpáncél” volt, melyet 1934 és 1944 között gyártottak. A részleges, csak a mellkasra applikált vastüdőt, intermittáló negatív nyomást generáló bokszot mások is alkalmaztak.

A felkar passzív mozgatásának, a Sylvester féle reanimáció<sup>45</sup> mechanizációjával is kísérleteztek. A módszer a korabeli reszuscitációs protokoll tartós változataként nem vált be.

A vastüdő lett a standard passzív lélegeztetőgép. A látszatra logikusabb aktív, azaz a „befúvásos”, a légső felőli lélegeztetésnek több akadálya is volt. Már az 1948-as poliojárvány idején próbálkoztak a gégemetszéssel, és közvetlenül a légsővön át való lélegeztetéssel. Ám a műtőben már bevált túlnyomásos altatógépekkel hosszabb távon nem sikerült eredményt elérni. A tüdő jóval bonyolultabb és érzékenyebb konstrukció, a felfújásra váró labdánál. Az ébren lévő beteget a gép a saját ütemében kényszerítené lélegezni, a curare (izomlazító mérge) alkalmazásáról még tartott a vita, ártalmatlansága és előnyei nem voltak egyértelműek. A zárt mellűrben a felfújt tüdő a szív munkáját, saját telődését is károsan befolyásolta – volt hogy végzetes következménnyel.

Az 1952-53-as észak-európai poliojárvány ilyen dilemmák között jött el. A dán járvány hat hónapja alatt több mint 300 beteget lélegeztettek és volt idő, amikor 80-100 respirátor működött egyszerre<sup>46</sup>. Poul Astrup, a kórházi laboratórium vezetője a művi lélegeztetést a vérben lévő oxigén és széndioxidhoz igazította, bevezetve a vérgázokat, melyek máig az intenzív therápia sarok kövei. A vizsgálatot pedig máig Astrupnak nevezzük. A vérgázelemzés során derült ki, hogy az oxigénhiány (hypoxia) mellett a széndioxid felszaporodás (hypercapnia), a gáz kimosásának hiánya éppolyan veszélyes, tehát nem elegendő csak az oxigént pótolni. „Újraélesztettek” egy a második világháborúban alkalmazott fotoelektromos mérőeszközt is, amely eredetileg arra szolgált, hogy a vadászpilóták vérenek oxigén szintjét figyelje, s ha kell növelje a maszkban az áramlást. Az érdús fülcimpára rögzített szenzor az infravörös fényelnyelést használta fel az oxigénben dús és szegény vér megkülönböztetésére<sup>47</sup>.

A vastüdő kezelés melletti magas halálozás miatt más megoldást is kerestek, s újra megkísérelték a légső felőli tartós művi lélegeztetést. A II. világháborúban széleskörben alkalmazott sürgősségi, életmentő beavatkozás volt a légsőmetszés. Most ezt, a helyzethez mérten „kis” nyaki műtétet kombinálták a tracheába helyezett kanüllel, és kézzel nyomogatott gumiballonnal lélegeztették a béna beteget. Az eredmények lényegesen javultak. Ehhez két a döntéshozatal lényegesen befolyásoló orvosi megfigyelés is kellett. A „száraz” (dry) esetekben elegendő volt a tank respirátor szemben a nedves (wet) esetekkel, amikor a nyákkal teli légső rendszeres leszívására, a bronchus toilettre is szükség volt. A bénulás két típusának differenciálásával (bulbaris vs. spinalis paralysis) már meg lehetett határozni, hogy az egyes beteg melyik módszertől remélhet többet. A „nedves”, azaz hurutos esetek a térfogatot és a nyomást egyaránt a légsővön keresztül reguláló metódustól remélhettek inkább gyógyulást.

A kórformához szabott kezelési móddal a korábbi 80% körüli halálozás 10%-ra csökkent. A különbség drámai még akkor is, ha mint rendszeren, most is több tényező együtthatása, a gondolkodás, döntéshozatal radikális átformálása állt a háttérben. A kézi lélegeztetés azonban a nap 24 órájában az ágy mellett ülő,

<sup>45</sup> Baskett 2007a., 2007b.

<sup>46</sup> Boda és mtsai 1957.

<sup>47</sup> Severinghaus és mtsai 1987

lankadatlanul pumpáló segítő, ápolót igényelt<sup>48</sup>. A dániai járványban 1500 önkéntes egyetemista, zömük medikus és medika 165 ezer órán át teljesítette ezt a feladatot. Volt beteg, akit 3 hónapon át lélegeztettek így<sup>49</sup>. A helyzet műszaki megoldást igényelt. Az intermittáló pozitív nyomású lélegeztetést korábban csak pár óráig alkalmazták, zömmel tüdőműtétekben. 1950-ig senkinek sem sikerült tartós lélegeztetéssel hosszabb ideig életben tartani beteget, nem utolsósorban a szívre gyakorolt hatás miatt. 1950-ben Engström építette meg annak a gépnek a prototípusát, mely a belégzésből kilégzésbe egy adott volumen elérésekor magától átváltott<sup>50</sup>. Lélegeztetőgépénél, ha a tüdő ellenállása miatt már egy korai fázisban el is érte kívánatos nyomást, az előre beállított térfogatot akkor is benyomta. AZ élettani reflex alulmaradt a gépi paranccsal szemben, ám a kívánatos oxigén mennyiséget az utóbbi tudta jobban. A belégzési fázis teljesítése után a gép szívásba kezdett, ezzel segítve elő a tüdő kiürülését és a szívből a vénás visszaáramlást is.



7. ábra Beteg és a „biológiai” lélegeztetőgép

1951-re a prototípust sikerrel próbálták ki, így 1952-ben Engström volumen vezérelt respirátora készen állt a bulbaris polio betegek kezelésére. Megszületett a „mechanikus medikus”<sup>51</sup> Ily módon a vastüdő keltette külső negatív nyomás helyett a tracheostoma és a légcső felől alkalmazott pozitív nyomással lehetett fenntartani a gázcsere, kiváltva a ballonnal való kézi „pumpálást” is. A svéd egészségügyi tervezők<sup>52</sup> látván a dán Blegdamshospitalban az Engström respirátorral elért eredményeket, a gép tömeggyártása mellett

<sup>48</sup> Hansen 1953.

<sup>49</sup> Az 1957-es magyar hivatkozás (Boda,1957) ezer medikus katonai behívójáról tudósított...

<sup>50</sup> Engström 1963: 8.

<sup>51</sup> Boda 2004.61.

<sup>52</sup> Gordh 1952.

döntöttek. Az 1953-as stockholmi járványban már minden bulbaris polios beteget volumenvezérelt Engström-respirátorral kezeltek<sup>53</sup>.

A képzett és elkötelezett kezekben tartott ballonokból végzett lélegeztetést felváltották az intermittáló pozitív nyomást produkáló gépek. A szabályozást illetően a volumenvezérlés kezdeti előnyét<sup>54</sup> a nyomásra optimalizált gépek kiegyenlítették. Utóbb kiderült: itt sincs panacea: a művi lélegeztetés során a nyomás és a volumen egymás ideálisnak gondolható viszonylatában alkalmazandó.

Az Engström koncepció alapján, a bejuttatandó tiszta oxigén és levegő elegy térfogatának fontosságát hangsúlyozókkal szemben megjelentek azok, akik szerint nem a mennyiség a fontos, hanem a tüdőben elérendő nyomás. 1952-ben a Skive-i kórház (Dánia) bulbaris polio betegek számára az egyik orvos, Claus Bang, pozitív nyomásra optimalizált respirátort tervezett. A strueri Bang & Olufsen cég mérnökéből és műszerészevel prototípust készítettek, és 1953-ban már sikerrel használták<sup>55</sup>. Elindult a „lélegeztetőgép boom”, elsősorban Skandináviában, Angliában és Németországban. A lélegeztetőgépgyártás jó üzletté vált, számos modell született<sup>56</sup>. 1953-tól az intermittáló pozitív végnomású (IPPR) respirátorok nyomásvezérelt típusai között tudjuk a dán Bang ventilátort (1953), az Aga 'Pulmospirator-ját', a Lundia (1955), és a Gullberg (1955) modelleket. A brit gyártmányok közül a Bang 'Clevedon' féle módosítása, (1953), a Radcliffe (1953), a Smith-Clarke (1955), a Radcliffe (ez pozitív-negatív mechanizmusú volt, 1956), a Blease 'Pulmoflator' (1956) és a 'Barnet' (1958) a legfontosabbak. Németországban a Drager Company a 'Poliomat' gépet hozta ki (1955). A készülékek a kilégzésből a belégzésbe váltás vezérlésében különböztek: azaz hogy egy adott térfogatot (volumen) vagy nyomást szabtak a légzésciklus átváltásának határértékként<sup>57</sup>. Az állandó térfogatot bejuttatók gyakorlatilag kontrollált fűjtatókként működtek, mint az Engström, Russel-Schuster, Beaver (1953) és a Bennett készülékek.

A gép sajátossága volt, hogy altatógéphez csatlakoztatva annak ventilátoraként is alkalmazható volt. Előnye, hogy a műtőben vagy a kórteremben egyaránt használhatták, sőt hibrid megoldásként a „mellpáncél” vezérlésre is alkalmas volt.

A volumen és a nyomásvezérelt lélegeztetés egyaránt a tüdő selymesen lágy, sérülékeny szövetén hatott. Ez az érzékeny struktúra nagyon finom bánásmódot igényel. Az ébren lévő beteg légvételét, épp az oxigenizáció parancsára a gép könyörtelen automatizmusa diktálta. A módszer teljes elfogadása, az eredmények láttán sem volt gyors<sup>58</sup>. Számos helyen, így az Egyesült Államokban is az '50-es évek végéig a vastüdőt részesítették előnyben. A dán járványt követő 3-4 évben Európában a spinobulbáris bénulásban már eleve légszövön át való gépi lélegeztetést végeztek. A tank respirátorok elhúzódozó amerikai preferenciáját az angol „limbo of obsolescence” - avulási inga<sup>59</sup> kifejezés jellemzi a legjobban<sup>60</sup>. A rigid „egykönyves” szemlélettel szemben akadtak olyanok, akik a két különböző, azaz a külső és belső „lélegeztetési hatásmechanizmus” jó tulajdonságait igyekeztek ötvözni. A svéd Gullberg-Kifa-respirátor a légszöv felőli pozitív végnomású belégzést egyesítette a cuirass respirátorral (51. ábra). Az egyszerre alkalmazott intrapulmonális pozitív és a „rásegítéses” extrapulmonális negatív nyomással csökkenteni tudták a tüdőállományra ható – korántsem ártalmatlan – erőket. A normális oxigenizációhoz szükséges alveoláris végnomást, következőképpen a tüdősérülés esélyét és mérvét lehetett így korlátozni. A pitvari

<sup>53</sup> Baker 1971.

<sup>54</sup> Engström 1963:157.

<sup>55</sup> Bang 1954.

<sup>56</sup> Mushin 1980.

<sup>57</sup> Woollam 1976a.

<sup>58</sup> Young és mtsai 1990.

<sup>59</sup> Mushin 1980.

<sup>60</sup> Kérdés, hogy a COVID19 járvány elején sokáig tartó amerikai „intubációs görcs” nem követett-e hasonló mintázatot.

nyomás sem kapott külön terhelést, így a módszer a szívre, következőképpen a keringésre is jótékony hatást gyakorolt.

A lélegeztető tank helyett az egyszerűbb és a mobilitást jobban engedő mellpáncél szerű megoldás,<sup>61</sup> mely ekkor már 20 évre tekinthetett vissza<sup>62</sup> végül nem terjedt el. Az intubáció és a pozitív végnyomású lélegeztetés relatíve gyors és látványos térhódítása mellett ennek oka volt az is, hogy a „mellpáncél” megoldás legfeljebb a légzési munka felét tudta átvenni. A jelen szempontjából sorsa annyiban érdekes, hogy kiegészítő megoldásként, alternatív lélegeztetési metódusként már azelőtt lemondtak róla, hogy valós értékeit felmérték volna<sup>63</sup>.

A mai terminológiát alkalmazva, a vastüdő volt a NIV, azaz a noninvaszív lélegeztetés utolsó mohikánja.<sup>64</sup> A rövid majd a hosszú hatású izomlazítók védelmében az intubáció, a fő légútba való invazív „behatolás” biztonságossá tette az altatást, hosszú távú alkalmazása pedig megszülte a tartós lélegeztetést, rendszerint „művi kómában”. A gégefőn való átlépés, a tracheába vezetett tubus, és a pozitív végnyomás (PEEP: positive end expiratory pressure) az 1960-as évek ajándéka. A tracheostomát felváltotta a szájon, orron át a légsőbe vezetett tubus.

Az altató masinák és a „ventillátorok” – a „mechanikus medikusok”<sup>65</sup> véglegesen szétváltak. A Salk-oltás majd a Sabin-cseppek száműzték a Heine–Medin-betegséget, a lélegeztetőgépek maradtak.

### Utóélet: a múlt század utolsó harmada

Az 1960-as évektől a légzési elégtelenség más formáiban is gyorsan terjedt a művi lélegeztetés. A gyógyszer (barbiturát mérgezés) és egyéb intoxikációk, koponyasérülés és agyműtétek utáni állapot, a szívsebészeti beavatkozások fegyvertárába bekerült a hosszú altatás<sup>66</sup>. A balesetsebészet két szempontból is fontos szerepet kapott: az agysérülés, a másik pedig a mellkasfali trauma volt. Elkezdődött a sérült mellkasfal belső és a külső sínezése közötti vita, mely máig tart<sup>67</sup>.

A vastüdőben fekvő betegek, majd később a tracheostomán, vagy tubuson át lélegeztetettek ápolása magasszintű tudást és speciális eszközparkot igényelt, a források koncentrációját követelte meg. Korábban született meg az intenzív kezelés iránti igény és gyakorlat, mint a fogalom maga. Létrejötték a „shock” szobák, az „örzök”, és megformálódott egy önálló specialitás, az intenzív medicina. Gyökereit nem feledve, és mert a tudás és készségtartománya nagyban közös, intenzív anesztézia néven tartjuk számon, a kórházak, klinikák egyik legfontosabb osztálya.

Az intubáció kockázata a gyakorlat szaporodásával egyre csökkent, a gyógyszerekkel a biztonsági mező is szélesedett. Az altatás ideje megszűnt a műtéttartam korlátozó tényezője lenni. Az előnyök sokáig összehasonlíthatatlanul felülmúlták a hátrányokat, az óvatosan intó szavak elhalkultak. A vastüdő pedig kiment a „divatból”.

A túlnyomásos lélegeztetés okozta tüdőszérülés közelebbi vizsgálata az 1940-es években kezdődött<sup>68</sup>, míg az oxigén kizárólagos alkalmazásának káros hatásairól az első közlések az 1960-as esztendőben jelentek

<sup>61</sup> Mellpáncél: cuirass. A XVIII-XIX. századi dragoonosok által viselt felsőtesti vértzet után nevezték így.

<sup>62</sup> Woollam 1976b.

<sup>63</sup> Hasonló történt az MRI képalkotás ígéretes, a T1-T2 súlyozáson alapuló funkció ábrázolásával kapcsolatos tanulmányokat és eredményeket elsöpörte a berobbanó PET/CT láz.

<sup>64</sup> Pierson 2009.

<sup>65</sup> Boda 2004.

<sup>66</sup> Engström 1963.

<sup>67</sup> Molnár 2010.

<sup>68</sup> Slutsky 2015.

meg. Mindazonáltal a kockázat messze elmaradt a súlyos, rendszerint másképp halálra szánt beteg meggyógyításának esélye mellett. Nyoma sem volt korunk áldozatkultúrájának, az utólagos jogászi bölcsességnek és a ritka litigációs perek mögött valós hibák húzódtak meg. 1967-ben született meg a tüdő gázcserejének összeomlását, a felnőttkori légzési elégtelenséget (Adult Respiratory Distress Syndrome, ARDS) fedő diagnózis. Három évre rá a gépi lélegeztetés okozta kóros elváltozások első közlése is megjelent<sup>69</sup>. A hetekig bennlévő légcsőtübe felfekvések, fekély, gyulladás és hegesedés veszélyével volt terhes, a légcsőszűkület következményével. Az addig csak a tuberkulózisból ismert tracheoesophagealis fistula mechanikus úton is egyre gyakrabban jött létre, és igényelt megoldást<sup>70</sup>. Ráadásul egyre idősebb és mind több társbetegséggel súlyosbított állapotú pácienseket kellett kezelni.

### Pickwicktől a COVID 19-ig: 2000-2020

Az 1970-től számítható utolsó fél évszázadban, a legújabb időkig az „invazív lélegeztetés”, illetve a légcsőbe helyezett tubussal altatásban és lazításban végzett műtétek szinte egyeduralkodóak voltak. Évente sokmilliónyi narkózt végeztek világszerte. Mint minden orvosi beavatkozásnak, ennek is van kockázata, alkalmasint halálos szövődménye, ha a veszély, az előnyök mellett el is törpül. Az ezredfordulóhoz közeledve, harminc évvel a vastüdő kimúlása után, az intubációs altatás általánossá válásával, az 1980-as években előbb a neuromusculáris bénulás, majd az alvási apnoe, a Charles Dickens regényére utaló Pickwick syndroma felismerése, a kóros aluszékonyság, alvási légzéskihagyás (apnoe) ébresztette fel az igényt az alternatív lélegeztetési módok iránt. A mostanra standarddá vált intubációval kombinált művi ventilációval szemben, az „új-régi” módszert noninvazívnak nevezték el. A szakmai fontoskodás a rövidítésekben teljeseedik ki, így a technika a NIV (noninvasive ventilation) betűszót kapta. A trend résmentesen illik az 2010-es évek mantrájába, a minimális invazivitás általános koncepciójába is. A hasi sebészetben a laparoscopia, a mellkassebészetben a VATS uralkodott el. Különös módon ma épp a történet kiindulásában kulcsszereplő tüdősebészetben látjuk az intubáció nélküli mellkasnyitás („awake non-intubated thoracic surgery”) nyomulását.<sup>71</sup> A műtéttípust lehetővé tevő mellkassebészeti paradigmaváltást<sup>72</sup> épp az a megfigyelés alapozza meg, hogy a megnyílt pleuraúr, a korábban rettegett légmell nem okoz légzésösszeomlást. Az industrializált medicina vetette el azt a magot, mely a kommercializált egészségiparban borult virágba. Az új szemléletben és életérzésben az objektív gyógyeredményeket felváltották a beteg elégedettségi indexek, és a prioritás a kétségtelenül méltánylandó rövid távú igények kizárólagos kiszolgálása lett. Ellensúlyként a litigációs potenciál és a cost-benefit maradt.

A betegek, a társadalom – és szirénhangja a média – vágyai, majd követelései és a biológiai orvosi, technikai lehetőségek közötti árok az intenzív terapiában is szélesedni és mélyülni látszik. A következmény, a biztosan reménytelen esetek gépi életben tartásának kérdése ha nem is tabu, de zavaróan kényes. A szolgáltatói szerepbe kényszerült, a paternalizmus stigmáját viselő orvoslás morális tartalékai kimerültek. Eljutottunk a lélegeztetés, mint abúzus tünetegyütteséig.

Hogy a szövődményként fellépő légzési elégtelenséget milyen taktikával lehet a leghatásosabban kezelni, a SARS-CoV-2 vírus okozta COVID-19 nevű politico-medicalis pandemia kapcsán 2020 tavaszán az egyik legforróbb vitatéma lett. Boldog boldogtalan lélegeztetőgépet akart gyártani, adni, venni: iszonyú „black-comedy” vette kezdetét, melynek tragikus hátterében olyan halálozási görbék íveltek, amelynek

<sup>69</sup> de Prost 2011.

<sup>70</sup> Molnár 2012.

<sup>71</sup> Zheng 2017.

<sup>72</sup> Szabó 2018.

tetemmatrixában még az sem tiszta, hogy kit hová számoltak és miért. A virológusoknál talán csak az epidemiológiai statisztika modellező matematikusai voltak elfoglaltabbak és termékenyebbek. Nagy eséllyel valamelyik jósló algoritmus utólag majd helyesnek bizonyul. Boldog lesz az a döntéshozó, aki erre a lóra tett, a többiek majd hallgatnak. A kétségtelenül létező, és bizonyos körülmények között jól definiálható szubpopulációkban pusztító vírustól „megszállt” az élet végességével megbarátkozni nem tudó, végletesen anyag és haszonelvű, kutyüfüggő kultúrkör fétisét a lélegeztetőgépben találta meg. Minden félelem ebben a dobozban koncentrált, és a reményt is ebbe varázslatos szekrénykébe vetették. 2020 augusztusában a prágai technikai múzeumban már ki is állították azt a saját gyártású modellt<sup>73</sup>, amellyel a maguk részéről meg kívánták oldani a sokak által vizionált de nemlétező lélegeztetőgéphiányt.<sup>74</sup>



8. ábra Cseh szükséglélegeztetőgép, 2020 tavaszán

A forróvíztároló (elektromos szamovár) benyomását keltő fémdoboz megálmodói a lelkesedést egy 603-as Trabant Limousine technikai megoldásának egyszerűségével kombinálták. A lélegeztetőgépek beszerzésével kapcsolatos korrupciós vádakba belebukott a szlovén kormány belügyminiszterere<sup>75</sup>, botrányt okozott Bolíviában<sup>76</sup> a Maldív szigeteken, Indiában, Boszniában<sup>77</sup>. Különös mutáció történt: a lélegeztetőgép a politikai erőterben elszabadult hajóágyúvá alakult át a koronavírus hatására.

Ezek a közelmúltban és most is zajló az események azonban még a legliberálisabb történelem definíció szerint is kívül esnek már a történelmi vizsgálat kompetenciakörén, így a kérdés kibontását a jövő kutatóira hagyjuk.

<sup>73</sup> A felvételt a szerző készítette 2020 augusztus 20.-án, Prágában

<sup>74</sup> Eklatáns példa volt Bill de Blasio new york-i polgármester drámai bejelentése a géphiányról, amelyet az árnyalt csupán némileg, hogy kiderült: raktáraik részint tele vannak lélegeztető masinákkal, másrészt a számítások tévesek voltak.  
<https://www.propublica.org/article/how-new-york-city-emergency-ventilator-stockpile-ended-up-on-the-auction-block>

<sup>75</sup> Szűcs 2020.

<sup>76</sup> <https://www.telegraph.co.uk/news/2020/05/20/bolivia-health-minister-arrested-corruption-ventilators/>

<sup>77</sup> <https://www.telegraph.co.uk/news/2020/05/20/bolivia-health-minister-arrested-corruption-ventilators/>

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

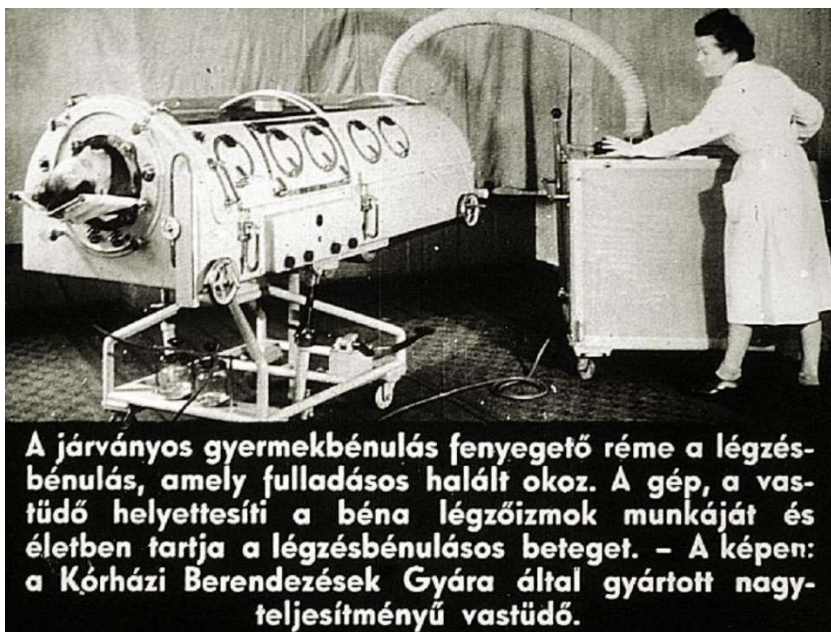
prof. dr. Molnár F. Tamás DSc



## HAZAI TÜKÖR

### A járványos gyermekbénulás Magyarországon

A Heine-Medin járvány, mely Magyarországot négy alkalommal, 1931-ben, 1954-ben, 1957-ben és 1959-ben sújtotta, hasonlóan a vasfüggöny túloldalához, itt is parancsolóvá tette a művi lélegeztetést. Az első vastüdő, az amerikai nagykövetség adományaként Bossányi Andor<sup>78</sup> a László kórház igazgatója közbenjárásra 1948-ban érkezett a Szent László Kórházba. Ez a fémtank lett a Boda Domokos vezette lélegeztető kórterem, majd Géptüdő Osztály első gépe, amelyet 1950-ben



**A járványos gyermekbénulás fenyegető réme a légzésbénulás, amely fulladásos halált okoz. A gép, a vastüdő helyettesíti a béna légzőizmok munkáját és életben tartja a légzésbénulásos beteget. – A képen: a Kórházi Berendezések Gyára által gyártott nagyteljesítményű vastüdő.**

9. ábra . Kalocsay Kálmán és Nagy László szakmai irányítása mellett készült hazai modell<sup>79</sup>.

csehszlovák és NDK modellek követték. 1959-re 100 körüli vastüdő működött Magyarországon, köztük itthon tervezett, gyártott is (56. ábra). A László Kórházban létesült Géptüdő Osztály a dán tapasztalatokra támaszkodott. A hazai gyakorlatban a betegek 40-40%-a vastüdőben illetve a hintarespirátorban volt, 20%-uk pedig az úgynevezett „inspirator” – azaz a pozitív nyomással működő lélegeztetőgép<sup>80</sup> segítségével szorult. A mellvéd/mellpáncél (cuirass) lélegeztetés csak részleges bénulásnál jött szóba, mivel legfeljebb a ventiláció 50%-át képes biztosítani.

A hintarespirátor alapja egy 1947 óta alkalmazott elv volt<sup>81</sup>. A +/- 30 fok között himbálózó ágy a hasi szervek fel és lenyomásával a rekeszt mozgatja<sup>82</sup>. Mivel ez is csak a légzési izommunka 40-50%-át

<sup>78</sup> Prof Bossányi Andor (1884-1954) amerikai kémként, koholt vádak alapján 10 évre ítélték, a börtönben halt meg. A Rákosi-korszak orvos vértanúinak sorával is adós a szaktörténetírás.

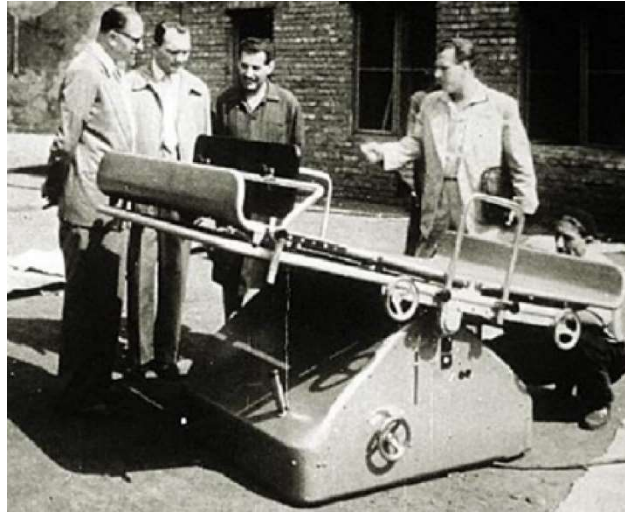
<sup>79</sup> Forrás: Székely 1962:23/56.

<sup>80</sup> Sattler 1956.

<sup>81</sup>Eve 1932, 1933. Wright 1947.

<sup>82</sup> Baskett 2005.

tudta pótolni, önálló kezelésre nem volt alkalmas<sup>83</sup>. Kiváló volt viszont a tankrespirátorból való „kiszoktatásra” – ahogy a korabeli terminológia fogalmazott. Kerekes Pál a Medicor mérnöke volt.



10. ábra A Boda-Kerekes féle hintarespirátort az MTA Kivitelező Vállalata gyártotta<sup>84</sup>

Az ugyenezen orvos-mérnök párostól kifejlesztett és szabadalmaztatott Boda–Kerekes-féle Elektroszpirátor<sup>85</sup>, már valódi művi lélegeztetésre is alkalmas volt. A nyomásvezérelt készülék, elvében a Bang és a Dräger-féle Poliomatic-hoz hasonló koncepción alapult, de önálló konstrukció volt. A gép annyira bevált, hogy később a Boda–Kerekes-respirátorokat használták az agy- és mellkassérültek tartós lélegeztetésére is<sup>86</sup>. Az utolsó példányt az Országos Traumatológiai Intézetben a 2000-es évek elején vonták ki a használatból.



11. ábra Boda-Kerekes Elektroszpirátor

A Boda-Kerekes gép vezérlését a végnomás, és nem a volumen adta, azaz a beállított (elvárt) érték elérésekor a gép átváltott kilégzésre. Ilyen rendszerű volt a Bang és a Draeger féle Poliomatic is.

<sup>83</sup> Schuster és mtsa 1953.

<sup>84</sup>Forrás:Székely 1962: 11/56.

<sup>85</sup>Forrás: Székely 1962 25/56

<sup>86</sup> Bogár 2008: 123,238.

12. ábra Munkában a Boda-Kerekes gép<sup>87</sup>

A korabeli legmodernebb nemzetközi elveket követve az „invazív” és a vastüdő és más „noninvazív lélegeztetési módszerek” kombinációjával elérték, hogy az 1957-es Heine-Medin járvány 2334 betegből – többen Salk oltás illetve Sabin cseppek dacára fertőződtek meg – csak 143 -an haltak meg.

Ami az ellátásszervezést illeti, azt kellő belátással az 1954-es járványtól kezdve igyekeztek centralizálni. Budapesten a Vöröskereszt segítségével Heine–Medin kórház alakult, a WHO gépekkel járult hozzá. A betegség eltűntével sorban szűntek meg a centrumok, utójára a Budai Gyermekkorház Baba utcai lézésrehabilitációs osztálya maradt. 2005-ben innen adták le az utolsó vastüdőt<sup>88</sup>.

A múlt század 80-as éveitől, a hazai lélegeztetőgéppark is jelentős gyarapodáson ment át. Bennett MA1B és MA2 elektromos respirátorok érkeztek az országba. Egyre több Engström, Draeger, Bennett és hasonló, az éltechnikát képviselő géppel lehetett találkozni a hazai intenzív osztályokon. Az Astrup készülékek – a vér pH-ja, a vérgázok mérésére – standarddá vált. A pneumatikus vezérlésű kecses masina, a Bird Mark8 (1962- 1970) 1980-ban általánossá vált itthon is<sup>89</sup>. A trachea leszívásra a halk járású FRICARok szolgáltak, mellyel a mellűrt is lehetett szívni. (Ez a „Roberts Pump” ipari verziója volt).

A kórházszervezés is idomult a változó szakmai környezethez.. Az 1960-as évek utolsó negyedében a hazai klinikákon és a megyei kórházakban sorban nyíltak az intenzív betegellátó osztályok. Az egészségügyi kormányzat némi késéssel áldását adta a természetes folyamatra<sup>90</sup>. Innentől fogva a sikeres hazai felzárkózási kísérletek eredményeként egyre szűkült a rés a „nyugati” és a magyar intenzív terápiás képességek, készségek között. A magyar és az osztrák vagy angol intenzív osztály, műtő berendezésében már tíz évnyi különbség sem volt, az orvosi tudásban, felkészültségében pedig semekkorra. A szocialista állam nem csak szavakban fektetett súlyt arra, hogy az egészségügyi ellátás minősége ne maradjon el a nyugati standardoktól. Az 1980-as években, a vörös színében fakuló szocializmusban a nemzetközi szakirodalom ismerete, az eszközpark minősége révén érdemi különbségről aligha beszélhetünk, és ez így

<sup>87</sup> A képek forrása: Boda és mtsai 1957.

<sup>88</sup> <https://velvet.hu/onleany/hirek/219005/>

<sup>89</sup> Bogár 151, 234,243. 62. ábra: A szerzőnek kedves lélegeztetőgép modell 1981-90 között, mellyel sokat dolgozott.

<sup>90</sup> Egészségügyi. Közlöny 24/1970 száma

is maradt a 90-es évek derekáig. Ahol rés maradt a rendszeren, ott segített a helyi találékonyság<sup>91</sup>. Teljesítmény és minőségi indikátor az lehet, ahogy a magyar aneszteziológus és intenzív terapeuta máig az egyik legkívánatosabb (és gyakorlatilag ingyenes) exportcikké vált.

A lélegeztetés politikai kérdés lett, mondta Csernohorszky 1948-ról<sup>92</sup>. Ez újra bebizonyosodott, amikor a medicina a politika laza erkölcsű cselédjeként viselkedik a COVID-19 pandémia során. Nincs a társadalmi, hatalmi erőternek olyan sarka, mezője se itthon, se a nagyvilágban, ahol ne próbálnák meglovagolni az egyébként nem erre a célra épült lélegeztetőgépeket. Amint korábban a futballhoz és az oktatáshoz, most a gépi lélegeztetéshez kezdett érteni mindenki. A lélegeztetőgép egyszerre lett ürügy, idol, szimbólum, azaz Madchen für alles. Az évtizedek óta terjedő technológia és gépfüggés végre talált egy imádható és átkozható masinát – a mobil telefonon kívül. A politikai spektrum minden irányából a géphiánytól riadtak vagy vele riogattak, ki-ki neki tetsző szcenáriót gyártott. Még az egy gépről történő tömeges lélegeztetés hagymázás terve is felmerült. Gépeket lehet venni, gyártani – már ha a különös metodikájú számítások szerinti masinaszámra lenne szükség. Ám sem nővért sem orvost nem lehet rohamtempóban előállítani<sup>93</sup>, pláne ha a fenntartásra nincs is szándék. A Magyar Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Társaság bölcs hallgatásba burkolózott a hamarjában beszerzett elegendő minőségű gépekről való nem minden alapot nélkülöző szakmai (és nem szakmai) vitában – amely mára el is csitult.

A COVID-19 ahogy jött, elhullámszik majd (és persze marad velünk a koronavírus, ahogy itt volt mindig is) – a lélegeztetőgépek pedig csendesen működnek tovább az intenzív osztályokon. Legyen, aki ért hozzá: orvos, nővér. A mesterséges intelligencia pumpálhat, de nem teszi tisztába a beteget.

Érdeemes a történelem mélységes mély kútja fölé hajolni. Ha meg akarjuk érteni a jelent, mely, mint ismeretes: a jövő múlt idejű alakja, sose késő visszapillantani. Ott tükröződik a jövő...

## IRODALOMJEGYZÉK

Baker AB.: Artificial Respiration, The History of An Idea. *Medical History*. 1971;15(4):336-351. <https://doi.org/10.1017/S0025727300016896>

Bang C: Da en respirator kom til verden. *Arbejder Samariten* 1954;23:18-23.

Baskett TF : Eve's rocking method of arteficial respiration *Resuscitation* 2005; 65(3): 245-247 <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2005.02.007>

Baskett TF.L: The Holger Nielsen method of artificial respiration. *Resuscitation*. 2007;74:403-405. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.03.008>

Baskett TF. : Silvester's technique of artificial respiration. *Resuscitation*.2007;74:8-10. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.01.008>

Boda Domokos, Gisztl Anna, Tóth László, Nagy László: Újabb irányelvek és eszközök a polyomyelitises légzészénulás kezelésében *Orvosi Hetilap* 1957 98(1-4):2-12.

Boda Domokos: Sorsfordulók Harmat Kk. Budapest 2004.

Bogár Lajos (szerk): Az önálló magyar aneszteziológia és intenzív therápia első 50 éve 1958-2008 Semmelweis kiadó, Budapest 2008.

<sup>91</sup> Duggan és mtsai 2019.

<sup>92</sup> Csernohorszky 2008.

<sup>93</sup> Battle of Britain syndrome: 1940-es tapasztalat. A lelőtt repülőgép pótolható, a pilóta nem.

- Cherian SM, Nicks R, Lord RS.: Ernst Ferdinand Sauerbruch: rise and fall of the pioneer of thoracic surgery. *World Journal of Surgery*. 2001;25(8):1012-20. <https://doi.org/10.1007/s00268-001-0072-x>
- Csernohorszky Vilmos: Kétfelvonásos történet. in: Az önálló magyar aneszteziológia és intenzív terapia első 50 éve 1958-2008 Szerk: Bogár Lajos Semmelweis kiadó 2008 44-47.
- de Prost N, Ricard JD, Saumon G, Dreyfuss D. Ventilator-induced lung injury: historical perspectives and clinical implications. *Annals of Intensive Care*. 2011;1(1):28. <https://doi.org/10.1186/2110-5820-1-28>
- Dobell, Anthony R. C. The Origins of Endotracheal Ventilation *Annals of Thoracic Surgery* 1994;58:578-584. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(94\)92269-1](https://doi.org/10.1016/0003-4975(94)92269-1)
- Drinker Philip A, McKhann CF: The Use of a New Apparatus for the Prolonged Administration of Artificial Respiration: I. A Fatal Case of Poliomyelitis. *JAMA* 1929; 92.20;1658-1660. <https://doi.org/10.1001/jama.1929.02700460014005>
- Drinker Philip, Roy Edgar L: The construction of an emergency respirator for use in treating respiratory failure in infantile paralysis. *The Journal of Pediatrics* 1938;13.1:71-74. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(38\)80130-X](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(38)80130-X)
- Drinker PA, McKhann CF III: The Iron Lung: First Practical means of Respiratory Support. *JAMA* 1986; 255.11:1778. <https://doi.org/10.1001/jama.1986.03370110098030>
- Duggan, L.V., Marshall, S.D., Scott, J. Brindley P.G. Grocott H.P.: The MacGyver bias and attraction of homemade devices in healthcare. *Can J Anesth/J Can Anesth* 2019; 66, 757–761. <https://doi.org/10.1007/s12630-019-01361-4>
- Engström C G: The clinical application of prolonged controlled ventilation. *Acta Anaesthetica Scandinavica* 1963:Suppl XII. 10.
- Eve F.C.: Actuation of the inert diaphragm by a gravity method. *Lancet*. 1932; 220(1): 995-997 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)28082-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)28082-9)
- Eve F.C.: Killick E.M .Physiological Investigation of the Rocking Method of Artificial Respiration. *Lancet*, 1933 221 (2): 740-742. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)18411-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)18411-4)
- Forrai Judit: Dicsőség, hírnév, féltékenység: Salk és Sabin - politikai- és háttérharcok a tudományban. in:Csalások, csúsztatások csalafintaságok a tudományban. (szerk. Tardy J.) Magyar Természettudományi Társulat. Budapest, 2020. 79-95.
- Gordier OG: Methods of arteficial ventilation *British Medical Journal* 1943;4316; 381-383. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.4316.381>
- Gordh T , Gordh U: Treatment of bulbospinal poliomyelitis at Blegdamshospitalet, Copenhagen, 1952 *Svenska Lakartidningen* 1952 19;49(51):3103-3110.
- Gorham John: A medical triumph: the iorn lung. *Respiratory Therapy* 1979;9(1):71-73.
- Hansen J: Den oekonomesko baggrund for poliobekaemelsen. *Ugeskrift for Laeger* 1953;115:471-473
- Haupt Josef: The History of Anaesthesia at Draeger Vol I Draegerwerk AG Anaesthesia Product Group, Lübeck, Germany, 1991 (First Revision. Original manuscript: 1970)
- Keith, Arthur: Three Hunterian lectures on the mechanism underlying the various methods of arteficial respiration. *The Lancet* 1909;March 13, 746 és 1909 March 20; 825-828. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)66839-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)66839-3)

- Lassen HCA: Management of life-threatening poliomyelitis. Copenhagen 1952-1956. With a survey of autopsy findings in 115 cases. Edinburgh and London E&S. Livingstone Ltd. 1956.
- Lawrence, Ghislaine: "The Smith-Clarke Respirator". The Lancet. 2002; 359 (9307): 716. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)07819-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)07819-4)
- Leigh JM: The evolution of oxygen therapy apparatus. Anaesthesia, 1974, 29: 462-485. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1974.tb00688.x>
- Molnár F Tamás: A sebészi agresszivitás optimalizációja. MTA Doktori Értekezés 2012.
- Molnár F Tamás: A Petz-féle sebészeti gyomorvarrógép; elő és utóélet és ami közte van. Kaleidoscope 2019;10:18. 51-83. <https://doi.org/10.17107/KH.2019.18.51-83>
- Molnár F Tamás: A lélegeztetőgépek története BBC History 2020;10(7):38-44.
- Mushin W: Automatic Ventilation of the Lungs. Chapter 8 Historical Background to the Automatic Ventilation. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK (3rd Ed.) 1980: 207 – 209.
- Nathan W. Green NW, Draper Maury JW.: The Positive Pressure Method of Artificial Respiration with its Experimental Application to the Surgery of the Thoracic Esophagus. JAMA. 1908;LI(10):805-808. <https://doi.org/10.1001/jama.1908.25410100005001b>
- Olvasókönyv az általános iskolák 4. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest é.n. (cca. 1960)
- Panchabhai TS, Mehta AC: Historical perspectives of bronchoscopy. Connecting the dots. Annals of American Thoracic Society. 2015;12(5):631-641. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201502-089PS>
- Pierson DJ: History and epidemiology of noninvasive ventilation in the acute-care setting. Respiratory Care. 2009;54(1):40-52.
- Ramoutsaki I Ramoutsakis I, Bouros D: Pneumonology or Pneumology? An Etymologic Approach. Chest 2002;121(5): 1385-1387. <https://doi.org/10.1378/chest.121.5.1385>
- Rendell-Baker, Leslie., Petts, Jerry L: The development of positive pressure ventilation The history of anaesthesia. Ed Atkinson RS, Boulton TB. The Panthenon Publishing Group, London, New York 1989 International Congress and Symposium Series No. 134. 402-425.
- Sattler L: Treatment of severe respiratory paralysis with tracheotomy and Engström respirator. Zeitschrift für Innere Medizin. 1956 1;11(5):226-232.
- Sauerbruch, Ferdinand: Die Chirurgie der Brustorgane Verlag von Julius Springer, Berlin 1925.
- Schuster Edgar, Fischer Williams.: A rocking-bed for poliomyelitis Lancet 1953;262 (6795):1074- 1076. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(53\)90672-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(53)90672-2)
- Severinghaus J, Astrup P.: History of blood analysis. VI. Oximetry. Journal of Clinical Monitoring 1986;2:270–288. <https://doi.org/10.1007/BF02851177>
- Slutsky, Arthur: History of Mechanical Ventilation: From Vesalius to Ventilator-Induced Lung Injury. American journal of respiratory and critical care medicine. 2015; 191. 10.1164/rccm.201503-0421PP. <https://doi.org/10.1164/rccm.201503-0421PP>
- Szabo Z, Tanczos T, Lebak G, Molnár Z, Furák J.: Non-intubated anaesthetic technique in open bilobectomy in a patient with severely impaired lung function. Journal of Thoracic Diseases. 2018;10(4):E275-E280. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.04.80>

- Székely Sándor dr: Gyógyító gépek. Magyar Diafilmgyártó Vállalat Budapest, 1962  
<http://diafilm.osaarchivum.org/public/index.php?fs=1796&thumbnail=1>
- Szűcs R. Gábor: Maszkabál, avagy „az évszázad húsosfazeka” Szlovéniában. Élet és Irodalom 2020. július 21. 9.
- Torek, Franz: Willy Meyer, M.D., 1858–1932 *Annals of Surgery*. 1933; 97(1): 156–158.  
<https://doi.org/10.1097/00000658-193301000-00012>
- Trubuhovich RV.: History of mouth-to-mouth rescue breathing. Part 1: Critical Care and Resuscitation. 2005;7:250- 257.
- Trubuhovich RV.: History of mouth-to-mouth rescue breathing. Part 2: the 18th century. *Critical Care and Resuscitation*. 2006;8(2):157- 171. (a)
- Trubuhovich, Ronald: Notable Australian contributions to the management of ventilatory failure of acute poliomyelitis". *Critical Care and Resuscitation*. 2006; 8 (4): 384–385. (b)
- White GMJ: Evolution of Endotracheal and endobronchial intubation *British Journal of Anaesthesiology* 1960; 32:235- 246. <https://doi.org/10.1093/bja/32.5.235>
- Woollam, Christopher HM: The development of apparatus for intermittent negative pressure respiration (1832-1918) *Anaesthesia* 1976;31 (4):537-547. (a) <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1976.tb12364.x>
- Woollam, C. H.: The development of apparatus for intermittent negative pressure respiration. (2) 1919-1976, with special reference to the development and uses of cuirass respirators. *Anaesthesia*. 1976; 31(5): 666–685. (b) <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1976.tb11849.x>
- Woywodt A, Matteson EL: Wegener's granulomatosis—probing the untold past of the man behind the eponym *Rheumatology*, 2006; 45 (10): 1303–1306. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ke1258>
- Wright I.: The Respir-Aid rocking bed in poliomyelitis. *American Journal of Nursing* 1947;47. 454-455.  
<https://doi.org/10.1097/00000446-194707000-00006>
- Zheng H. et al.: Nonintubated–Awake Anesthesia for Uniportal Video-Assisted Thoracic Surgery Procedures *Thor Surg Clinics* 2017; 27, (4): 399-406 <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2017.06.008>
- Young JD, M K Sykes MK: Artificial ventilation: history, equipment and techniques *Thorax* 1990;45:753-758 <https://doi.org/10.1136/thx.45.10.753>
- Valamennyi internetes letöltés ellenőrzött: 2020 szeptember 15.