

# AER ENDOGEN VERSUS AER ATMOSFERIC ÎN VENTILAȚIA URECHII MEDII

## ARISTOTEL VERSUS JOSEPH GUICHARD DUVERNEY

MARIAN RĂDULESCU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institutul de Fono-Audiologie și Chirurgie Funcțională ORL – „Prof. dr. Dorin Hociotă” București

**Cuvinte cheie:** ureche medie, Trompa lui Eustachio, aer, gaze respiratorii, sistem termodinamic

**Rezumat:** Scopul lucrării este să atragă atenția asupra iluziei colective pe care o trăiesc otologii în primul rând și apoi toți cei care admit fără rezerve că așa-zisul «aer» din urechea medie provine din aerul ambiental și ajunge aici, pur și simplu pe calea Trompei lui Eustachio. Mijlocul folosit pentru atingerea scopului este analiza noțiunii de aer și analiza măsurătorilor experimentale publicate în literatură. Aceasta din urmă arată că «aerul» din urechea medie nu seamănă deloc, în ceea ce privește compoziția sa, cu aerul atmosferic, așa cum ar fi de așteptat conform accepțiunii actuale asupra funcției Trompei lui Eustachio. În schimb, compoziția «aerului» din urechea medie este identică cu aceea a gazelor respiratorii din sângele venos amestecat. Prin urmare, ultimele sunt la originea gazelor din urechea medie. În ultimă analiză, amestecul de gaze din urechea medie provine din mediul intern al organismului. Mai precis, ele provin din gazele dizolvate fizic în apa totală a organismului. Această origine endogenă a fost intuită în mod genial și surprinzător de Aristotel Stagiritul, atunci când a presupus existența aerului endogen – aerus innatus – care există per se în ureche, izolat de aerul exterior și de urechea externă. Trompa lui Eustachio este o doar o supapă prin care pot trece în ambele sensuri mase de gaz cu scopul de egalizare rapidă a presiunilor de pe cele două fețe ale membranei timpanului. Această supapă intră în funcțiune numai atunci când presiunile amintite variază în sens contrar, cu o viteză care o depășește cu mult pe aceea a proceselor care stau la baza ventilației reale a urechii medii.

**Keywords:** middle ear, Eustachian Tube, air, respiratory gases, thermodynamic system

**Abstract:** The purpose of this paper is to draw attention to the collective illusion otologists live first and then all who accept without reservation that the origin of the so-called «middle ear air» is from the ambient air and arrives here simply through the Eustachian tube (ET). The instrument used to achieve this goal is to analyze the concept of air and the analysis of experimental measurements published in the literature. The last shows that «air in the middle ear» is not at all similar to, in regard to its composition, atmospheric air, as it was expected to be, according to the current acceptance about the ET function. Instead, the composition of air middle ear is identical to that of mixed venous blood respiratory gases. Therefore, the latter are at the origin of gas in the Middle Ear (ME). In the final analysis, the middle ear gas mixture comes from the internal environment of the body. More precisely, they come from physically dissolved gases in total body water. This endogenous origin was intuited brilliantly and surprisingly by Aristotle of Stagira when he supposed the existence of endogenous air – aerus innatus – which exists per se (by itself) in the ear, isolated from exterior air and from external ear. Eustachian tube is just a valve through which gas masses pass in both directions with the aim of quickly equalising the pressure on both sides of the tympanic membrane. This valve enters in action only when the above mentioned pressures vary in the opposite directions with a speed which overcomes the processes speed which are the real base of ME ventilation.

### INTRODUCERE

La prima vedere, subiectul poate fi considerat, așa cum o fac fizicienii când li se prezintă o nouă lucrare despre perpetuum mobile, o fiziologie neconvențională care merită foarte puțin din interesul nostru științific sau de-a dreptul o bizare cronofagă și nimic mai mult.

Importanța lui se resimte astăzi din plin în modul cel mai real cu putință, tocmai prin consecințele negative ale ignorării subiectului, consecințe care se întâlnesc, nu în paginile cărților, ci în lumea reală a bolii și bolnavilor, în lumea surdității și surzilor. Această lume ar fi putut fi ocolită dacă s-ar fi acționat rațional și oportun de către cei investiți să o facă.

Fiziologia urechii medii, unanim acceptată astăzi privind faptul de netăgăduit a prezenței «aerului» în cavitățile osoase ale ei și mai exact a modului cum ajunge acest «aer» aici, este o iluzie pe care au trăit-o multe generații de otologiști și continuă să o trăiască și astăzi.

Este o iluzie despre care atrăgea atenția încă de acum peste un veac și jumătate (1855–1856) Claude Bernard (1813–1878), părintele fiziologiei experimentale și fondatorul medicinei experimentale, în lecția sa cu titlul „Sur le rôle de l'anatomie dans la découverte des fonctions”, lucru pe care l-am expus pe larg într-o altă lucrare.(1,2)

<sup>1</sup>Autor corespondent: Marian Rădulescu, Str. Mihail Cioranu, Nr. 21, Sector 5, București, România, E-mail: focaargintie@yahoo.com, Tel: +40788 414497

Articol intrat în redacție în 16.02.2013 și acceptat spre publicare în 12.06.2013  
ACTA MEDICA TRANSILVANICA Decembrie 2013;2(4):144-148

Aristotel Stagiritul (384–322 î.C.) a intuit în mod absolut incredibil prezența aerului în interiorul urechii, aer izolat de mediul exterior, prezent acolo prin voința divină – aerus implantus sau aerus innatus – și numai pe baza acestei bănuieli geniale a elaborat o ipoteză despre cum aude omul. Această ipoteză a dominat fiziologia urechii peste două milenii.

Este de înțeles cum medicii din secolul al XVIII-lea s-au grăbit să înlocuiască cu orice preț această ipoteză: Renașterea trecuse; Epoca Newtoniană de asemenea; era Epoca luminilor și a Revoluției științifice; voința divină nu mai putea să fie menționată într-o lucrare științifică.

Așa se poate explica de ce, descoperirea în 1761 a lichidului cunoscut astăzi drept perilmfă de către Domenico Felice Antonio Cotugno (1736–1822) – *De aqueductibus auris humani internae anatomica dissertatio. Ex typ. Naples, Simoniana, 1761* – student al lui Giovanni Battista Morgagni (1682–1771), este considerată lovitură de grație dată ipotezei lui Aristotel. Cu alte cuvinte, s-a descoperit lichid în ureche, deci Aristotel nu avea dreptate pentru că el susținea că aici este aerus innatus.

Este mai mult decât grabă să negi în totalitate și să ignori o idee a unui înaintaș de talia lui Aristotel. Acesta a bănuț în mod absolut surprinzător, originea endogenă a aerului din ureche și a emis o ipoteză care a trecut drept teorie (teoria analogiei) în fața oamenilor de știință, pentru mai bine de două milenii.

Nu poți să pretinzi de la Aristotel să fi cunoscut constituția anatomică și împărțirea topografică a urechii în externă, medie și internă, câtă vreme pe aceasta a stabilit-o Antonio Maria Valsalva (1666–1723) în 1700, deci tot peste 2000 de ani de când Aristotel a intuit că în urechea generică există aer care vibrează și vibrațiile acestea ajung cumva și impresionează creierul și astfel ia naștere senzația auditivă. Aristotel nu a spus, pentru că nici nu era posibil acest fapt, că aerus innatus există în urechea internă.

Totuși, aceeași oameni de știință au recunoscut că în urechea medie există aer și în loc să se minuneze de intuiția lui Aristotel au uitat subit de el și au căzut în iluzia descoperirii funcției ventilatorii a Trompei lui Eustachio. Se pare că primul care a procedat așa a fost medicul personal al regelui Ludovic al XIV-lea (1638–1715), Joseph Guichard Duverney (1648–1730) – *Traité de l'organe de l'ouïe, contenant la structure, les usages et les maladies de toutes les parties de l'oreille*, Paris, E. Michallet, 1683 – primul tratat din istoria otologiei în care anatomia și patologia urechii au fost abordate într-o manieră coerentă și analitică.

Cu siguranță, Antonio Maria Valsalva (1666–1723) profesor de anatomie și chirurgie la Universitatea din Bologna, care a numit tuba auditivă după numele și în cinstea marelui profesor de anatomie din Roma și a imaginat manevra care-i poartă numele, care constă tocmai în inflația forțată a urechii medii trans-tubar (*Tractatus de Aure Humana*. Bologna, Typ. C. Pisarii, 1704), a procedat identic ca Duverney.

Unii dintre cei despre care aminteam mai sus au încercat să-l facă părtaș pe marele anatomist italian la această iluzie. Bartolomeo Eustachio (1510–1574) și-a luat însă toate măsurile să nu cadă în această capcană și a lăsat scris că nu se poate pronunța în lipsa dovezilor peremptorii despre funcția organului pe care l-a descris cum nu a mai făcut-o nimeni până la el și nici după el.

Dacă n-ar fi fost mânați de dorința de a-l contrazice cu orice preț pe părintele tuturor științelor, ci s-ar fi aplecat cu smerenie asupra scrierilor sale și ar fi zăbovit mai mult la ideea de aerus innatus – despre care Aristotel spunea că l-ar fi pus acolo creatorul – poate că astăzi ne-am fi bucurat de o

prezervare mai bună a auzului, printr-un tratament mai rațional al bolilor urechii medii.

### SCOP

Scopul lucrării este să atragă atenția asupra iluziei colective pe care o trăiesc otologii în primul rând și apoi toți cei care admit fără rezerve că așa-zisul «aer» din urechea medie provine din aerul ambiental și ajunge aici, pur și simplu pe calea Trompei lui Eustachio.

### MATERIAL ȘI METODĂ DE LUCRU

Spiritul acelor oameni de știință despre care vorbeam în introducerea îl găsim și la aceia care au cercetat compozițiile procentuale ale gazelor care constituie «aerul» din urechea medie, ale celor din aerul atmosferic, ale gazelor respiratorii dizolvate în sângele arterial, sângele venos, sângele venos amestecat. Vedem aceeași îndărătnicie științifică în combaterea cu orice preț a ideii aristotelice a aerului endogen și la aceștia din urmă. Totuși în ceea ce-i privește pe ultimii, combaterea în discuție este implicită, indirectă, inconștientă, și de bună credință, pentru că aici este vorba de a menține linia de gândire trasată de antecesori.

Iluzia colectivă trăită drept realitate, despre funcția de admisie a aerului atmosferic în urechea medie exclusiv pe calea Trompei lui Eustachio și îndărătnicia amintită mai sus, îi face să se întrebe de ce oare există o similitudine între presiunile parțiale ale gazelor dizolvate în sângele venos amestecat și cele ale gazelor din urechea medie, fără să întrevadă adevărul științific parțial al ideii lui Aristotel și anume că această similitudine cel puțin atrage atenția, dacă nu cumva chiar demonstrează originea comună a gazelor din cele două localizări enunțate.

Nici faptul evident al deosebirii fundamentale dintre compoziția aerului atmosferic pe de o parte și cea a amestecului de gaze din urechea medie pe de altă parte, nu face deloc să răsără ideea că cele două nu au nimic în comun. Altfel spus nu poate exista o legătură causală între ele.

Iluzia și îndărătnicia fac să se imagineze mecanisme fiziologice extrem de complicate care să explice ceea ce simțul comun și firea lucrurilor arată pur și simplu că nu poate fi așa, ca să nu mai vorbim despre disprețul față de legile fizicii. Așa se întâmplă și cu autorii experimentului științific crucial de care vom aminti în rândurile de mai jos.<sup>(3)</sup>

Dacă s-ar renunța la cele două stări psihologice incriminate mai sus și spiritul ar fi eliberat de orice preconcepție, ar fi ușor de imaginat cum gazele respiratorii din urechea medie care alcătuiesc un sistem termodinamic perfect definit, un drept mediu extern un alt sistem termodinamic la fel de bine definit, cum este cel al gazelor respiratorii dizolvate în apa totală a organismului.

Interfața dintre cele două sisteme este stratul epitelial unicelular al mucoasei urechii medii.

Cele două sisteme termodinamice se găsesc în contact termic și în echilibru termic, prin urmare în echilibru termodinamic, în ciuda diferenței de presiune dintre ele – în alți termeni – în ciuda diferenței de energie internă dintre ele.

La nivelul interfeței celor două sisteme are loc schimbul de lucru mecanic. Acest schimb explică realizarea echilibrului termodinamic, întrucât între ele nu are loc schimb de căldură, dat fiind contactul termic și echilibrul termic amintite.

Între cele două sisteme are loc un perpetuu schimb de masă de amestec de gaze.

Există două tipuri de fenomene la nivelul interfeței dintre cele două sisteme termodinamice:

## REFERATE

1. difuzia pasivă conform legii lui Fick, în sensul gradientului de presiune;
2. pomparea consumatoare de energie metabolică intracelulară contra gradientului de presiune.

Toate enunțurile de mai sus au fost dovedite experimental în urmă cu un sfert de veac (1985), dar aceleași stări psihologice amintite mai sus au împiedicat conștientizarea acestei demonstrații, atât de către cei care au efectuat experimentul, cât și de către cei investiți în mod oficial să o facă.(3,2)

### REZULTATE

Vom reproduce (tabelul nr. 1.) sinteza analizei datelor din literatură efectuată de J. Sadé și M. Luntz în anul 1990, privind măsurătorile experimentale ale presiunilor parțiale ale gazelor respiratorii și vaporilor de apă din urechea medie și sângele venos amestecat.(4)

În tabelul nr. 2. am sintetizat datele despre presiunile parțiale și compozițiile procentuale volumice ale amestecurilor omogene de gaze respiratorii și vapori de apă, introducând în plus față de tabelul nr. 1, aerul expirat, sângele arterial și cel venos.(5,6,7)

**Tabelul nr. 1. Presiunile parțiale ale gazelor din aerul atmosferic, urechea medie și sângele venos amestecat după J. Sadé și M. Luntz 1990 (4)**

Specia de gaz	Presiunile parțiale ale speciilor de gaze din amestec [mm Hg]		
	Aer atmosferic	Urechea medie	Sângele venos amestecat
Vapori de apă	3,7	47	47
Dioxid de carbon	0,3	49	46
Oxigen molecular	159	68	41
Azot molecular	597	596	574
Presiunea totală a amestecului de gaze [mm Hg]	760	760	708

**Tabelul nr. 2. Presiunile parțiale și totale ale gazelor din: aerul inspirat (atmosferic); aerul expirat; aerul alveolar; sângele arterial; sângele venos; sângele venos amestecat; urechea medie**

	Presiunea parțială [mmHg] și compoziția procentuală [%]				Presiunea totală [mmHg] [%]
	Oxigen molecular O <sub>2</sub>	Bioxid de carbon CO <sub>2</sub>	Azot molecular N <sub>2</sub>	Vapori de apă H <sub>2</sub> O	
Aer inspirat (atmosferic)	158	0,3	596	5	760
	21%	0,04%	78%	0,7%	100%
Aer expirat	116	30	575	39	760
	15%	4%	76%	5%	100%
Aer alveolar	105	40	568	47	760
	14%	5%	75%	6%	100%
Sânge	96	40	547	47	730

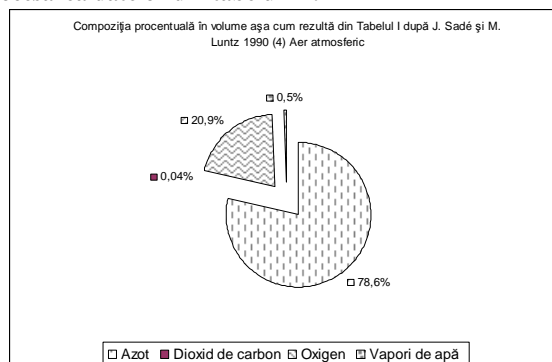
arterial	13%	5%	75%	6%	100%
Sânge venos	40	46	570	47	703
	6%	7%	81%	7%	100%
Sânge venos amestecat	40	47	574	47	708
	6%	7%	81%	7%	100%
Urechea medie	43	49	621	47	760
	6%	7%	82%	6%	100%

### DISCUȚII

Ce înțelegem prin aer? Este amestecul omogen de gaze care înconjoară Pământul. Aerul atmosferic conține aproximativ 78 volume la sută azot molecular și 21 volume la sută oxigen molecular.

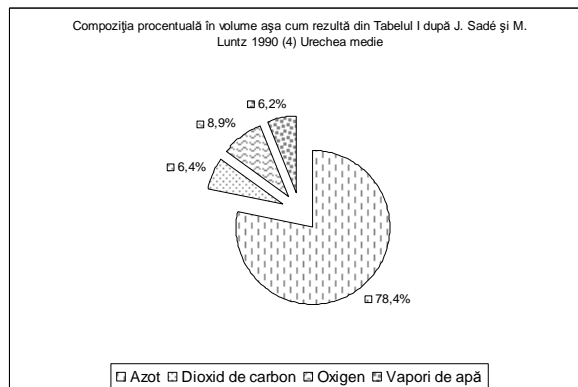
O atmosferă îmbogățită cu oxigen conține mai mult de 23.5% oxigen în volum. O atmosferă cu deficit de oxigen conține mai puțin de 19,5 % oxigen în volum. O atmosferă imediat periculoasă pentru viață sau sănătate (IDLH) are mai puțin de 18% oxigen. Ea poate provoca efecte adverse ireversibile asupra sănătății sau poate afecta capacitatea individului de a păși în timp util un astfel de mediu.

**Figura nr. 1. Compoziția procentuală în volume a aerului atmosferic în condiții normale așa cum rezultă din procesarea datelor din tabelul nr. 1**



Prin urmare, privind compoziția procentuală a «aerului» din urechea medie, prezentată în figura nr. 2. și tabelul nr. 2, înțelegem rostul ghilimelelor. Atunci când este vorba de urechea medie, numele de aer (atmosferic) este inadecvat. Este mult mai nimerit să vorbim despre un amestec omogen de gaze respiratorii saturat cu vapori de apă la temperatura corpului și la presiune normală (760 mm Hg).

**Figura nr. 2. Compoziția procentuală în volume a gazelor și vaporilor de apă din urechea medie așa cum rezultă din procesarea datelor din tabelul nr. 1**



Pentru cei care se lasă greu convinși de justetea acestui punct de vedere, reamintim valoarea de 6% în volum a concentrației oxigenului molecular în amestecul de gaze din

urechea medie și rugăm să se revadă rândurile de mai sus. Valoarea de 6% enunțată anterior justifică denumirea de aer sau atmosferă imediat periculoasă pentru viață sau sănătate, pe care ar trebui să o dăm aerului din urechea medie.

Dacă aerul din urechea medie ar proveni doar din aerul atmosferic în mod direct, compoziția lui procentuală în volume ar trebui să o reflecte pe a acestuia din urmă, unde își are originea. Dacă este să fim mai exacti, «aerul» din urechea medie ar proveni din acela care se găsește în nazofaringe. Dacă vom considera că în cavum este un amestec în părți egale de aer inspirat (atmosferic) și aer expirat, compoziția procentuală a oxigenului din acest amestec ar fi de 18 %, valoare apropiată de 21 % (concentrația volumică a oxigenului molecular din aerul atmosferic, sau mai pe scurt Frația oxigenului din aerul atmosferic în condiții normale) dar nicidecum de 6 % (concentrația volumică a oxigenului molecular în amestecul de gaze din urechea medie, măsurată experimental).

Partea cea mai greu de explicat în mod coerent este aceea că acest amestec de gaze din urechea medie saturat cu vapori de apă și aflat la temperatură constantă de 37° Celsius (310, 15° Kelvin) se găsește la presiune constantă egală cu presiunea barometrică sau presiunea atmosferică a mediului ambiant, care se consideră în general a fi în valoare de 760 mm Hg.

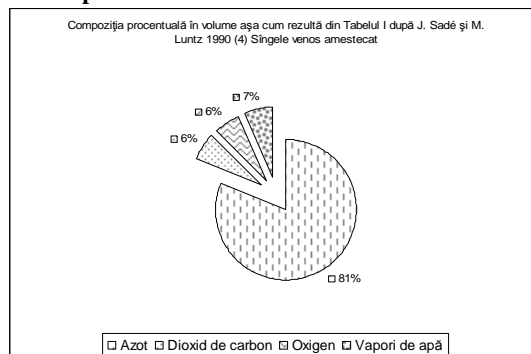
Gazele respiratorii dizolvate fizic în apa totală a organismului, au suma presiunilor parțiale cu necesitate mai mică decât aceea a atmosferei ambiante, iar această diferență de presiune este funcție de fracția oxigenului molecular din aerul care ventilează plămânii.(5) În condiții normale, această diferență este de 52 mm Hg. În aceste condiții, gazele din urechea medie difuzează în lichidele organismului, iar presiunea din prima enunțată, ar avea fluctuații ritmate de deschiderea Trompei lui Eustachio și admisia aerului atmosferic, fluctuații ce contrazic constanța presiunii necesară bunei funcționări a lanțului oscular.

Ceea ce este și mai greu de explicat și totodată și mai interesant de constatat este că în urmă cu un sfert de veac s-a demonstrat experimental pe maimuță (Maccaca mulatta), că presiunea gazelor din urechea medie a rămas constantă și egală cu presiunea barometrică (atmosferică-760 mm Hg) pentru perioade de peste 4 ore, în condițiile în care Trompa lui Eustachio era colabată prin relaxarea musculaturii din structura proprie (care poate în exclusivitate să deschidă lumenul ei), iar aerul atmosferic nu putea pătrunde în urechea medie pentru a egala presiunile.(3,2) Mai mult decât atât, constanța presiunii din urechea medie a fost constatată nu numai la diferența de 52 mm Hg mai sus amintită, ci și la aceea de 610 mm Hg obținută prin ventilarea animalului de experiență cu oxigen molecular pur.(3,2)

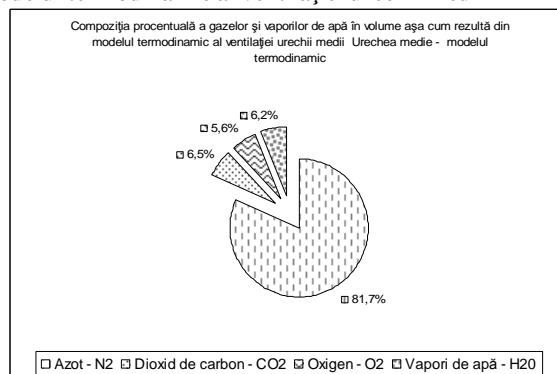
Despre toate acestea s-a vorbit pe larg în urmă cu aproape un deceniu.(2) Ceea ce nu s-a spus atunci este că dacă este să imaginăm un model material al urechii medii privind funcția ei ventilatorie, cel mai adecvat ar fi acela de a alege din domeniul tehnologiei moderne un avion de pasageri. Mai precis, urechea medie este cabina presurizată a unui avion contemporan de pasageri care zboară la peste 4000 de metri altitudine, iar organismul care conține această ureche este tocmai atmosfera terestră cu presiunea ei corespunzătoare acestei altitudini.

Modelul teoretic corespunzător este un model termodinamic.(2) Compoziția procentuală în volume a gazelor din urechea medie aflate la 37° Celsius și presiune de 760 mm Hg prevăzute de acest model termodinamic sunt cele prezentate în figura nr. 4. și în tabelul nr. 2, ultima linie. Se remarcă aici că valorile numerice merg până la identitate cu valorile experimentale referitoare la sângele venos amestecat.

**Figura nr. 3. Compoziția procentuală în volume a gazelor și vaporilor de apă din sângele venos amestecat așa cum rezultă din procesarea datelor din tabelul nr. 1**



**Figura nr. 4. Compoziția procentuală în volume a gazelor și vaporilor de apă din urechea medie așa cum rezultă din modelul termodinamic al ventilației urechii medii**



## CONCLUZII

La o analiză drastică, Trompa lui Eustachio împreună cu membrana timpanului se dovedesc a fi cele mai înșelătoare și ingrate elemente din cuprinsul otologiei. Trompa, prin funcția ei acceptată actualmente este considerată elementul esențial prin care se explică cea mai mare parte a patologiei urechii medii. Prin urmare, a atras și a concentrat interesul tuturor generațiilor de otologi. Tot ceea ce înseamnă patologie și clinică a urechii medii începe și se încheie cu trompa. Trebuie să înțelegem aici inclusiv tratamentul bolilor urechii medii. Este onest și rezonabil să recunoaștem că starea actuală a posibilităților și mai ales a rezultatelor terapeutice este dezolantă. Efortul colectiv depus de generații de otologi pentru a cunoaște cât mai aprofundat trompa nu a fost răsplătit pe măsură.

Gazele din urechea medie provin din mediul intern al organismului. Mai precis, ele provin din gazele dizolvate fizic în apa totală a organismului. Această origine endogenă a fost în mod genial și surprinzător intuită de Aristotel Stagiritul atunci când a formulat presupunerea sa despre existența aerului endogen – aerus innatus sau aerus implantatus – care există per se în ureche, izolat de aerul exterior și de urechea externă. Bănuiala sa genială trebuia completată cu mențiunea că aerul despre care vorbea este prezent doar în urechea medie. În urechea internă se găsesc lichidele acesteia. Ipoteza fiziologică emisă de Aristotel, așa-numita teorie a analogiei, în fond nu trebuia decât completată și nuanțată. Aristotel vorbea exclusiv despre vibrațiile aerului. Astăzi vorbim tot despre vibrații dar le numim unde. Pe lângă cele ale aerului, despre care știa și Aristotel, azi vorbim și de cele ale lichidelor labirintice, ale membranei bazilare, ale stereociliilor celulelor senzoriale.

Aristotel a greșit în mod absolut scuzabil privind vibrațiile exclusive ale aerului în teoria auzului. A avut însă dreptate în ceea ce privește originea endogenă a aerului din ureche. Ar fi inimaginabil de folositoare pentru otologie această întoarcere la Aristotel. Bineînțeles, o întoarcere în spirală, așa cum este cazul în progresul cunoașterii. Trebuie să privim spre o altă cale de înțelegere a patologiei inflamatorii cronice a urechii medii, care să nu ne mai dezamăgească atunci când o parcurgem. Nu discutăm aici despre calea ce ne poate îndruma fără greșeală pe drumul cel bun, căci despre ea s-a vorbit pe larg încă de acum un deceniu. Am argumentat atunci care este instrumentul de precizie pentru diagnosticul și tratamentul rațional: radiografia de mastoide în incidență comparativă Schüller. Ceea ce vrem să afirmăm este că lipsa ventilației urechii medii și evoluția inexorabilă spre surzenie nu poate fi explicată prin așa-zisa disfuncție tubară. Și asta am demonstrat-o în mod necontradictoriu prin legile fizicii.(2,7,8,9,10)

### REFERINTE

1. Bernard C. Sur le rôle de l'anatomie dans la découverte des fonctions. In: Rostand J editor. Claude Bernard – Morceaux choisis. Cap I, Leçons de Physiologie expérimentale appliquée à la Médecine. Septième Édition, Paris: Gallimard; 1938. p. 37-48.
2. Rădulescu M. Organul D versus Trompa lui Eustachio în ventilația Urechii medii. Revista Română de ORL 2002;XXIV(2):72-78.
3. Yee AL, Cantekin EI. Effect of Changes in Systemic Oxygen Tension on Middle Ear Gas Exchange. Ann Otol Rhinol Laryngol 1986; Jul-Aug 95(4,1):369-372.
4. Sadé J, Luntz M. Middle Ear as a Gas Pocket. Ann Otol Rhinol Laryngol 1990;99:529-534.
5. Piiper J. Physiological Equilibria of Gas Cavities in the Body. In: Fenn W O, Rahn H, Section 3 Editors. Respiration, Handbook of Physiologie, A Critical Comprehensive Presentation of Physiological Knowledge and Concepts. Washington DC: American Physiological Society 1965;2(48):1205-1218.
6. Guyton AC. Textbook of Medical Physiology. Eight Edition, Philadelphia: W B Saunders Company, Harcourt Brace Jovanovich Inc; 1991. p. 2,274,433-437,744,792.
7. Rădulescu M. Localizarea Organului D în Urechea medie. Revista Română de ORL. 2002;XXIV(3):152-159.
8. Rădulescu M. Organul D și Conformația Radiografică Unilaterală a mastoidei în incidență Schüller. Revista Română de ORL 2003;XXV(1):7-13.
9. Rădulescu M. Organul D și Conformația Radiografică Bilaterală a mastoidei în in-cidență Schüller. Revista Română de ORL 2003;XXV(2):78-83.
10. Rădulescu M. Organul D și Boala inflamatorie cronică a Urechii medii. Spectrul audiometric și formele clinice de gravitate-FCG. Revista Română de ORL 2003;XXV(3):172-178.