OBSERVATION ON DUST ATTACHMENT IN EPIPHARYNX
WITH NASAL SEPTUM DEVIATION

By

SINSAK HORIGUTI and YASUO IDE

*From the Department of Oto-Rhino-Laryngology, School of Medicine, Tokyo
Medical and Dental University (Director: Prof. S. Horiguti)*

It has been known that in the case with nasal septum deviation, the inflammation is apt to be caused in the epipharyngeal region corresponding to the convex side of nasal septum and the severer is the deviation, which causes greater nasal obstruction on the convex side, the more remarkable become the localization of inflammation in the epipharyngeal region to the same side. As one of the most important causes of the above-mentioned phenomenon, it can be considered that the abnormal air current in epipharynx due to unilateral nasal

obstruction will cause the condition in which the dusts in the air are liable to attach in the epipharyngeal region to the convex side. Observation was therefore made on the dust attachment in the epipharynx with experimental nasal septum deviation.

The result showed that the attachment of dust was of a higher degree in the epipharyngeal region to the convex side quantitatively and also their size was rather large on the convex side.

鼻中隔彎曲における鼻咽腔の塵埃付着状態の観察

東京医科歯科大学耳鼻咽喉科学教室（主任：堀口申作教授）

堀 口 申 作 井 出 靖 夫
ほり ぐち しん さく い で やす お

はじめに

鼻咽腔は呼吸の際に、気流が屈曲しかつ急激に拡散する場所であるため、塵埃・細菌等がその壁に付着しやすく、その刺激によつて炎症が惹起しやすいであろうという事は、容易に推定されるところである。

私達はすでに鼻中隔彎曲例について、その鼻咽腔の炎症病変を観察した結果、鼻中隔の彎曲側に対応した鼻咽腔部は、他側に比して炎症がより高度になる傾向のあることを報告し⁷⁾、更に鼻腔通気の左右差を客観的に測定できる方法を考案して⁸⁾、このような彎曲側における鼻咽腔炎の局在性の原因が鼻中隔彎曲による彎曲側鼻腔通気障害によるものであることを明らかにした⁹⁾¹⁰⁾。そしてこのような現象は、鼻中隔彎曲による彎曲側通気障害のため、吸こまれた空気が鼻中隔後端において解放される際、閉鎖側（彎曲側）鼻咽腔部に異常気流が発生し、空気中の塵埃・細菌等がこの部位に、より付着しやすい状態を招来せしめるために生じたものであらうと考

察した。

ここに上述の考察を検討すべく、鼻中隔彎曲における鼻咽腔各壁の塵埃付着状態を、模型鼻腔を用いて実験的に調べたので、その結果について報告する。

実験装置

実験装置は第1図に示す如くで、先に富井⁷⁾が発表したものをも簡略化したものである。

模型鼻腔は人屍体鼻腔を鼻中隔部位にて垂直断し、鼻中隔を除去、アルヂックスおよび石膏を用いて左右それぞれ2つの鼻腔を作り若干の修正を加えて、可及的生体正常鼻腔に近い形態となし、これを更にアクリル樹脂にて再現、鼻中隔を加えて、ほぼ透明なものを作製した。即ち模型鼻腔は鼻中隔を境として左右2つに開けるように作つた。

図に示す B は発塵装置で、この中に一定流量の空気を送る。C は塵埃浮游貯溜槽で、空気中に発塵したものがなるべく均一になるように設けたものである。

第1図 実験装置

D は鼻腔・鼻咽腔通過後の塵埃貯溜槽で、これにより吸引装置の防禦を行い、一定圧で吸引した。富井は A と B の間および D の後に流量計を挿入して、流量を調節できるようにしているが、鼻咽腔壁の塵埃付着状態の概要を知るには上記の装置で差支えないと考えた。

なお、塵埃には酸化アルミニウム粉末を用いた。

実験方法

付着塵埃の採取：鼻咽腔の軟口蓋背面、耳管隆起、天蓋のそれぞれ左右 6ヶ所に $0.5\text{cm} \times 0.7\text{cm}$ の大きさの薄紙を水に浸して貼布して、左右鼻腔を合せてとめ、接合部をテープにて密閉して、塵埃含有空気を一定時間通過させ、しかる後に鼻腔を左右に開いて帖布せる塵埃付着薄紙をとり出し、これを 1cc の蒸溜水中に入れてよく攪拌し塵埃浮游液とした。

塵埃の計測：塵粒子の量についてはこの塵埃浮游液の一滴を Thoma の血算板を利用して、油浸装置下に算定し、粒子の大きさは同じく油浸装置下にて micrometer を用いて測定し、その%をだし各部位における塵粒子量および粒子の大きさの相異による分布を調べた。

鼻中隔の彎曲作製：先の研究⁹⁾で鼻中隔彎曲が最も通気状態を悪くするのは、鼻中隔軟骨全体が偏位する場合であることが判明したので、この部位に彎曲を作ることとし、他側は正常鼻腔として実験を行つた。彎曲は鼻中隔片側の中隔軟骨に相当する部分にパラフィンを塗布して作製し、この部が中・下鼻介ときつく接するものを高度彎曲となし、正常と高度彎曲の中間にあたるものを中等度彎曲とした。

実験結果

正常における塵埃付着状態

まず模型鼻腔に彎曲がない場合（正常）について、その鼻咽腔塵埃付着状態を観察し、ほとんど左右差なく分

布するのを認めた。

彎曲ない場合の鼻咽腔各部位における付着塵埃の量的差異は第2図に示した。軟口蓋における付着量を100%とすると、耳管隆起は74.0%，天蓋は24.7%であつて軟口蓋に付着する量が最も多い。塵粒子の大きさによる分布の相異（第3図）では、軟口蓋では $3 \sim 5\mu$ (5μ のものが最も多い) のものが多く付着し、耳管隆起・天蓋はほぼ同様に 2μ 付近のものが多く、付着塵粒子の大きさの平均は軟口蓋 4.0μ 、耳管隆起 2.9μ 、天蓋 2.8μ で、軟口蓋には比較的大きい粒子が付着しやすいと思われる。

第2図 鼻咽腔各部の塵埃付着量（正常の場合）

第3図 鼻咽腔各部付着塵埃の大きさの分布（正常の場合）

高度彎曲における塵埃付着状態

各部位付着塵埃の量的な差異については第4図に示した。彎曲側の軟口蓋を100%とすれば、同耳管隆起74.1%、同天蓋63.8%であり、非彎曲側の軟口蓋34.5%、同耳管隆起27.6%、同天蓋17.3%となり、彎曲側軟口蓋で最も塵埃が付着しやすい。

付着塵粒子の大きさによる分布の相異についてみる

第4図 鼻咽腔各部の塵埃付着量
(鼻中隔高度彎曲の場合)

第5図 軟口蓋付着塵埃の大きさの分布
(鼻中隔高度彎曲の場合)

と、軟口蓋(第5図)では、彎曲側がほぼ6μ(23%)のものを頂点とし、非彎曲側では3μ(27%)のものを頂点として分布している。塵粒子の大きさの平均は、彎曲側5.1μ、非彎曲側3.7μである。

耳管隆起(第6図)では両側とも2μ(彎曲側:30%、非彎曲側:34%)のものを頂点として分布し、軟口蓋に比して著明な左右差はない。塵粒子大きさの平均は彎曲側3.7μ、非彎曲側3.0μである。

天蓋(第7図)では、彎曲側は3μ(26%)、非彎曲側は2μ(31%)のものを頂点とし、彎曲側でやや大きい粒子が付着しているが、やはり軟口蓋における程の差はない。塵粒子大きさの平均は彎曲側3.4μ、非彎曲側2.9μである。

中等度彎曲における塵埃付着状態

付着塵埃の量的な差異(第8図)は彎曲側の軟口蓋を

第6図 耳管隆起付着塵埃の大きさの分布
(鼻中隔高度彎曲の場合)

第7図 天蓋付着塵埃の大きさの分布
(鼻中隔高度彎曲の場合)

第8図 鼻咽腔各部の塵埃付着量
(鼻中隔中等度彎曲の場合)

第9図 軟口蓋付着塵埃の大きさの分布
(鼻中隔中等度彎曲の場合)

100%とすると、同耳管隆起82.3%、同天蓋38.9%となり、非彎曲側では軟口蓋56.4%、耳管隆起36.0%、天蓋16.4%である。概して高度彎曲における程ではないが、彎曲側鼻咽腔部には塵埃が付着しやすく、就中、その軟口蓋をもつて最大とする。

付着塵粒子の大きさの相異による分布は、軟口蓋（第9図）では、彎曲側は非彎曲側に比してやや大きいものが付着しやすく、その大きさの平均は彎曲側3.4μ、非彎曲側2.9μである。耳管隆起（第10図）では、彎曲側では3μ（37%）、非彎曲側では2μ（38%）のものを頂点

第10図 耳管隆起付着塵埃の大きさの分布
(鼻中隔中等度彎曲の場合)

第11図 天蓋付着塵埃の大きさの分布
(鼻中隔中等度彎曲の場合)

として分布し、その大きさの平均は彎曲側3.1μ、非彎曲側2.4μである。天蓋（第11図）では両者とも2μのもの（彎曲側：35%、非彎曲側：37%）を頂点とし分布し、著明な左右差は認められない。塵粒子の大きさの平均は彎曲側2.4μ、非彎曲側2.2μである。

総括と考按

鼻中隔彎曲が鼻咽腔炎と深い因果関係を有するであろうことは、臨床上からも容易に推定されるところであるが、実際彎曲例についてその鼻咽腔（とくに軟口蓋背面）を精査してみると、彎曲側に対応した鼻咽腔部は他側に比して、炎症がより惹起しやすい傾向がある⁷⁾。そして該例における鼻腔通気の左右差を客観的に測定して⁹⁾、鼻咽腔部の炎症との関係を検討してみると、彎曲側片側通気障害が高度になる程、上述のことから（彎曲側

における鼻咽腔炎の局在性)が顕著になることが明らかになった¹⁰⁾。

このような現象は、片側通気障害のため鼻咽腔に異常気流が発生し、空気中の塵埃・細菌等の付着状態が異なるため発来したものであろうと想定して本実験を行った。

模型鼻腔は屍体より再現し、正常、鼻中隔高度彎曲ならびに中等度彎曲の三者について鼻咽腔各壁(軟口蓋・耳管隆起・天蓋)の塵埃付着状態を観察した。

正常鼻腔における鼻咽腔の塵埃付着状態は量的には軟口蓋が最も付着しやすく、塵粒子の大きさも他の部に比して大きいものが付着する。次で耳管隆起、天蓋の順に付着しやすく、塵粒子の大きさでは後の二者の間に著差はない。

高度彎曲の塵埃付着状態をみると、塵粒子の量的な面ではいずれの部位も彎曲側で他側より多く付着し、その差は軟口蓋で最も著しい。塵粒子の大きさの相異による分布では、彎曲側に対応した軟口蓋では、他側の該部より比較的大きいものが認められるが、耳管隆起、天蓋では著しい差はない。

中等度彎曲においても、高度彎曲における程著明ではないが付着塵埃の量および大きさの相異による分布とも、やはり同様な趨性がうかがわれる。

即ち、正常においても塵埃が付着しやすく、しかも塵粒子の比較的大きいものが見られるのは軟口蓋であり、鼻中隔彎曲が存在する場合には、彎曲側に対応した軟口蓋部でこの現象が更に著しくなることが解つた。

このことから彎曲側における鼻咽腔炎の局在性の成立機転にあずかる因子として、先に考察した「彎曲側通気障害が、彎曲側鼻咽腔部に塵埃等をより付着せしめることが大きな役割を演じている」ということが証明されたといえよう。

元来鼻咽腔はその解剖学、生理学上、塵埃の付着しやすい場所であつて、富井²⁾も模型実験により主として鼻腔内塵埃付着様相を検討し、その中で塵埃は各部一様に付着しているのではなく、それが多量に付着するのは、鼻甲先先端部周辺、中鼻道とくに下鼻弁上表面および鼻咽腔部であるとのべている。

このような塵粒子の周壁付着機転については、富井が Findeisen⁹⁾ の考え方を応用して詳細に考察している。Findeisen は肺および上気道における空中浮游粒子の周壁付着にあずかる機転として「ブラウン運動」「沈下作用」「辺縁効果」「隋性力」の4現象をあげた。これを鼻咽腔壁塵粒子付着の機転に応用するならば、正常に

において鼻咽腔に塵粒子が付着する機転は主に隋性力によるものであろうと推定される。本機転による塵粒子付着の確率は、粒子の直径が大きく、流管が細く、粒子速度が大きい程大となり、また流路の屈曲度が強い程、その塵粒子付着の確率は大きくなる。この条件にもつとも合致するのは鼻介先端周辺であるが、鼻咽腔も鼻腔から敗込まれた空気が大きく屈曲して下方に向う場所であるため本機転が著明に働き、塵付着が多量に見られるものと考えられる。更に軟口蓋・耳管隆起・天蓋の順に大きい粒子が付着するのは、沈下作用によるもので、鼻咽腔通過中にその自己の重量により、直径大なる粒子程、沈下付着しやすくなるものと思われる。この現象は富井が鼻腔で観察した、上部より漸次鼻腔底に向うに従い直径大なる粒子が増加するという成績と類似している。

ところで鼻中隔彎曲が存在する場合に、その彎曲側に対応した鼻咽腔部に塵粒子が付着しやすくなる機転は、上記のもの加えて更に複雑となり、その考察はむづかしい。しかしながら、例えば Proetz¹⁾ も記載している如く、口径一定の真直な管を空気が一定速度で通過する時は乱流が起らないが、管が曲つている場合には空気の流は方向を変え乱流がおこり、空気中の塵埃は壁に付着する。そしてその付着する場所は曲つたところでなく、それを越したすぐ distal の場所であり、屈曲が著しくなると乱流は更につよくなり付着塵埃も著明になる。この現象は impingement effect と呼ばれ、管を曲げる代りにその一部を細くしても同様なことが起る。この場合の付着塵埃は、管を細くした部分のすぐ distal において見られる。このような現象は当然上気道にも適応されるもので、既述の如き塵埃付着状態は、鼻中隔彎曲による彎曲側通気障害のために、彎曲側鼻咽腔部に impingement effect あるいはそれに類似した現象が発来したものであると考えることができる。

また impingement effect は湿気に富んだ空気の場合には、impingement point に水滴が付着せしめるが、逆に乾いた空気の場合には、この部に乾燥をもたらすであろうから、とくにこの部に局所的な乾燥がおこり、しかも病原菌を含んだ空気が刺激するときには、その障害は更に高度となる。何故なら Proetz のいう如く、乾燥ということは線毛運動にとつても、線毛上皮細胞自身にとつても致命的であり、もしこのような局所乾燥が生じた場合には、粘液は厚く粘稠となり、このような状態は細菌の増殖、浸襲に好条件となると考えられるからである。

塵埃は環境衛生の立場からは、呼吸器を通じて最もその有害性を發揮するものであるが、その大きさでは 10μ 以上ものは殆んど問題とされず、上気道に付着するものは $5\mu\sim10\mu$ のものが大部分であるとされている⁴⁾。また室内・空気中の細菌は比較的大きい粒子の塵埃に伴って存在する場合が多く、細菌数は粗粒子塵埃量にほぼ比例するといわれる⁵⁾。このような観点から私達の行つた実験をかながみるに、模型鼻腔によるものではあるが正常なる場合には軟口蓋、鼻中隔彎曲が存在する場合には彎曲側の軟口蓋部に比較的大きい粒子が多量に付着しやすい傾向を認めたということは興味あることと思われる。

堀口⁶⁾は鼻咽腔炎と各種炎症およびアレルギー疾患との因果関係を指摘しているが、その中で鼻咽腔は塵埃や細菌の呼吸によつて炎症にかかりやすく、しかも一旦炎症に侵された場合には、治療以外には比較的治癒しがたいのが特徴であるとのべているが、上述の考察からもおのずと肯定されるところであつて、とくに鼻中隔彎曲が存在する場合には、その治癒が遅延・阻止せられるであろうことは充分に理解されるところである。

おわりに

屍体より再理した模型鼻腔を用いて、その鼻咽腔各部における塵埃粒子の付着状態を観察した。

正常なる場合は、軟口蓋で粒子が付着しやすく、その経も比較的大きいものが多い。鼻中隔彎曲が存在する場合は、彎曲側に対応した鼻咽腔部で同様な現象が認められ、その左右差は軟口蓋において最も著明であつた。

これらのことに、以前よりの一連の研究結果を加味して、鼻咽腔炎における鼻中隔彎曲の意義について若干の考察を行つた。

参考文献

- 1) Proetz, A.W.: Air current in the upper respiratory tract and their clinical importance. Ann. of O.R.L. 60: 439, 1951,
- 2) 富井日出丸. 鼻腔の塵埃除去機能に関する研究, 耳臨: 48: 121, 1955 (昭30).
- 3) 川崎近太郎, 末永泉二. 環境衛生学, 南山堂, 1963 (昭38).
- 4) 井上善十郎: 新衛生公衆衛生学, 第4版, 南山堂, 1961 (昭36).
- 5) 堀口申作: 鼻咽腔炎の臨床, 耳臨, 58: 5, 1965 (昭40).
- 6) 2) より引用, Findeisen, W: Pflüger's Arch. f.d.g. Physiologie 236Bd, 3Heft, 1935.
- 7) 井出靖夫: 剝離細胞像よりみた鼻咽腔炎の局在性と鼻中隔彎曲, 日耳鼻, 67: 283, 1964 (昭39).
- 8) 井出靖夫: 同(補遺)第1編: 鼻腔通気の左右差測定法, 日耳鼻, 68: 153, 1965 (昭40).
- 9) 井出靖夫: 同第2編: 鼻中隔彎曲における鼻腔通気の左右差, 日耳鼻, 68: 158, 1965 (昭40).
- 10) 井出靖夫: 鼻中隔彎曲における鼻腔通気の左右差と鼻咽腔炎の局在性, 日耳鼻, 68: 508, 1965 (昭40).

稿を終るにのぞみ、模型作製にご協力いただいた本学模型室の皆様へ感謝します。

(原稿到着＝昭和40. 5. 18日)