

エアロゾル療法鼻アダプターの一考察

京 都 市

兵 衛 野

奈良医科大学 耳鼻咽喉科

兵 行 和, 和久田 幸之助

同志社大学工学部

高 野 頌

はじめに

人の上気道は、生物生存に必要な肺のガス交換を充分に行い得るよう清浄な空気を能率よく肺臓に送りこんでいる。そのため上気道は彎曲し、皺壁を形成して空気との接触面積を増大し、中・下甲介にて整流して平常脈呼吸時にはほぼ層流にて十分に目的を達し得ていると考えられている。しかし鼻、咽、喉等の疾病時には治療薬剤を粘膜全般に必要量付着せしめることが重要である。特に副鼻腔開口部は主流より外れた中鼻道にあるため、ここへ充分な薬剤量を到達させるためには呼吸流を乱流又は捻転流にする必要がある。なおこの他、加圧等による副鼻腔内圧の変動も重要であるが、今回は非層流形成のみについて検討する。

実験計画

流れを乱すために、表1のような種々の方法

表1 非層流形成法

- 1) 気柱の振動
- 2) 気流の捻転, 乱流
 - 21) 下側管よりの強圧気流吹込み
 - 22) スピンヘラー法
 - 23) プロペラー法
 - 24) ヘリカル型ノズル法

を採用して、これらの実験経過を検討すると共に、各々の長短所を比較した。

実験成績

(1)気柱の振動, エアロゾル薬粒を含む気柱を100 Hz で振動させて定常波をつくり、節と腹を形成させ薬剤含量の濃淡を生ぜしめて、密度の高い節の部分鼻腔に作用せしめようとするものである。この気柱の振動と陽圧付加の装置はUDV (Ultraschall - Druck - Vibration) Aerosol Geräte I型, II型と、兵式UDVが現今使用されている。これについての詳細の報告は既に^{1) 2)}発表した。エアロゾル気流をただ鼻腔内に流しているのみにては鼻前庭, 下・中甲介前部, 頂部に直線状に付着するのみであるが、これに振動を付加すると粒子は鼻腔全体に散布され、特に副鼻腔入口部のある中鼻道に十分に流入する。又、副鼻腔へは期待の有効量が浸入する。但し装置の大きさ、導管内の薬液の滞留とその長さ(約85cm), 70~90 db の騒音が欠点である。

(2)下側管よりの強圧気流吹込み, 鼻孔アダプターの側下壁より図1の如く鼻孔直径の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ の側管を60°の角度にて強い流速で吹込む時は気流は捻転し鼻腔全体に粒子は付着し、又、副鼻腔内への浸入量も約10%増加する³⁾。欠点は強力送入に更に一台の送風器の必要なことである。

(3)スピンヘラー法(図2), 左右互いに反対に回転する翼をそなえたスピンヘラーは鼻孔よりの吸気により気流の反対方向の捻転が起り、他の方法と同様に万遍なく粒子は鼻粘膜に付着する。乾燥時には理想的に回転するが、暫時にしてスピンヘラーの湿潤により運転が不能となることが多い。呼気時口より排気するか、逆流

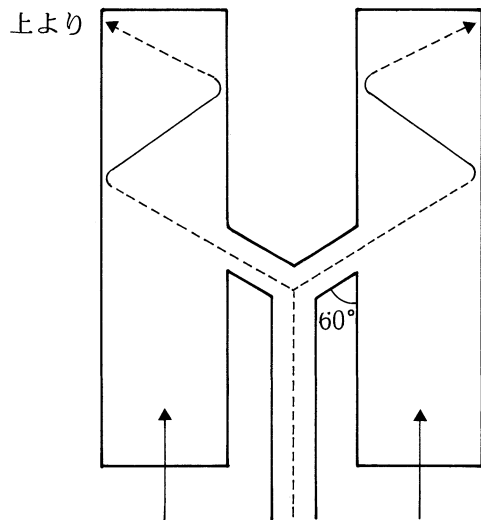
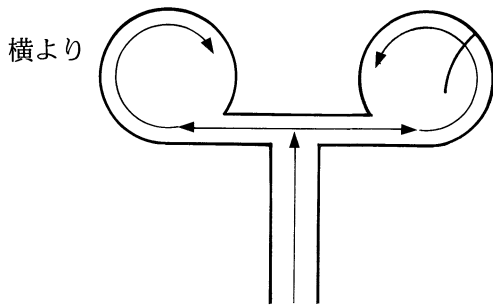


図1 捻転気流をおこさせる装置

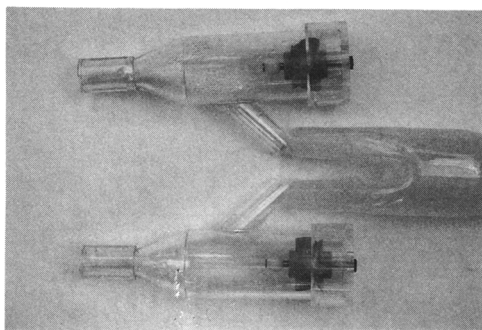


図2 スピンヘラー法

防止弁が必要である。

(4)プロペラー法，スピンヘラーの欠点を取り除くために小さなプロペラーを乾電池により強力に回転させ気流の捻転を試みた(図3)。スピンヘラーと同等以上の効果を模型にて得たが、

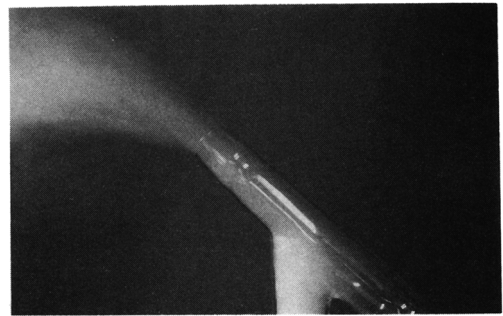


図3 プロペラー法(右下部より送風)

アダプターの装置が約1cm直径の鼻孔に対しては大きく、又、重い。実用化には程遠い。

(5)ヘリカル型鼻孔アダプター法，この装置は昭和62年度日本全国発明表彰にて恩賜賞に輝かれたトヨタ自動車⁴⁾の「ヘリカル型吸気ポート」研究班の業績より暗示を受け、同じエアロゾル散布に関する報告であるので、これを参考にして鼻科用に考案したものである。渦の発生に好都合である。種々試行錯誤の結果図4の如き鼻

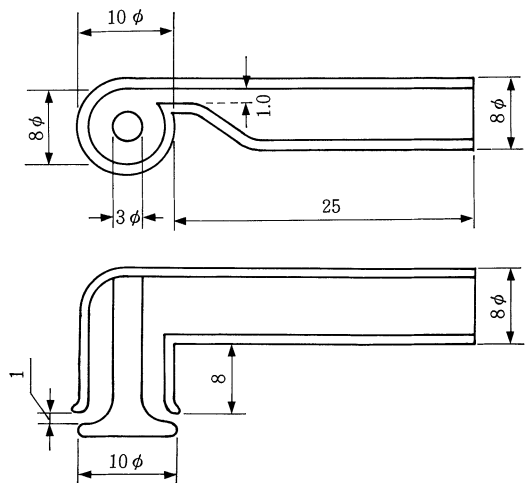


図4 ヘリカル型鼻孔アダプター設計図
(右旋，左旋一対)

孔アダプターを製作した。これにエアロゾルを吹込む時の放出状況は図5の如くで旋回して噴出する。その回転方向をメチレンブルー溶液

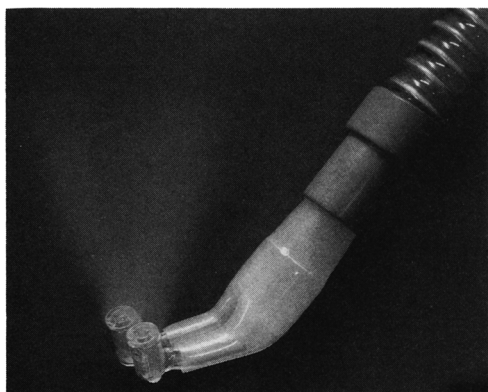


図5 ヘリカル型鼻孔アダプターによるエアロゾル噴出状況

を用いて噴霧させた所見は図6の如くで、反対方向に捻転し、中鼻道に浸入容易な方向である。このヘリカル型鼻孔アダプターを装着してのNe-U-10型ネビュライザーによる模型鼻腔分布は図7の如くで万遍なく鼻腔全体に散布され、特に中鼻道、耳管入口部附近にも沈着するのを認め得た。又、模型副鼻腔へのブドウ糖液を用いての浸入量も約15%増で先に述べた旋回法と同等以上の効果をあげ得た(表2)。この装置の長所は短小にして軽量でネビュライザーの噴出口の先端にとりつけるのみで簡単に使用し得、他の特殊な器具等を必要としないことである。

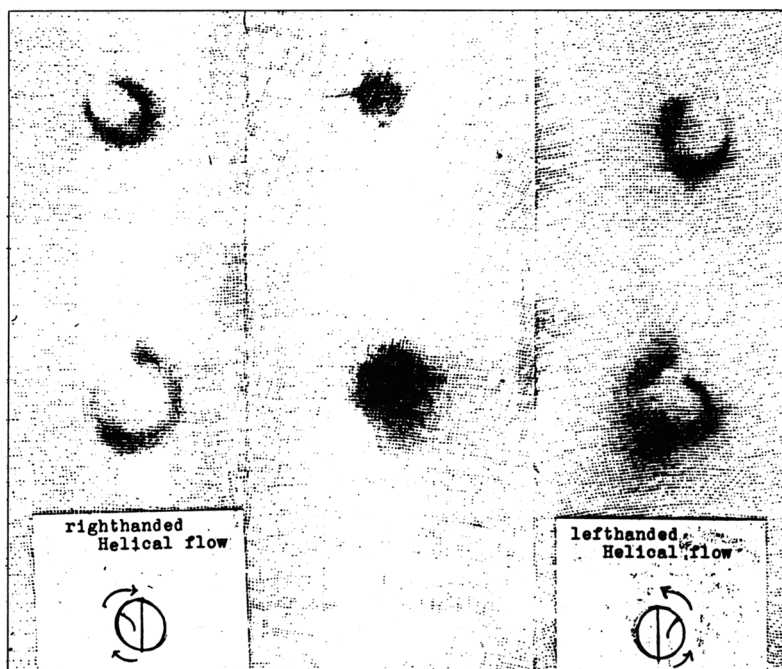


図6 ヘリカル型鼻孔アダプターの送風口の流れのパターン

{ 中央はアダプターをつけないもの
 上はアダプター孔より1 cm, 下は3 cm放れての回転状況
 メチレンブルー液使用

尚このアダプター内の粒子沈着率は約4% (表3)となること、又、試作品はガラス製で破損し易いこと等、多々改良すべき点がある。

結語

1. 正常安静時の鼻腔内気流はほぼ層流であるが、鼻、咽、喉、とくに鼻の疾患時には治療薬剤を十分に粘膜全般に沈着させる必要がある。そのためには呼吸流を攪乱する方法が有



図7 ヘリカル型鼻孔アダプターによるメチレンブリュー液の模型鼻腔模型への沈着状況

表2 ヘリカル型螺旋ノズルによる模型副鼻腔内へのブドウ糖浸入量

副鼻腔 自然口	捻 転	
	-	+
5 mm	525.7	613.8
3 mm	460.2	532.4
1 mm	266.6	306.2

(mg/dl, 平均値) (20%ブドウ糖 5ml使用後「グルコースオキシダーゼ法」にて定量)

(UDV使用, 圧力15cm H₂O)

表3 ヘリカル型鼻孔アダプター内の沈着率の測定

沈着量(g)	発生量(g)	沈着率(%)
0.0417	1.0003	4.17
0.0256	0.6368	4.02
0.0655	1.5521	4.22
平均		4.19%

[アダプター-重量3g, 霧化量2ml/m, 流量10 l/m]

効となる。

- 流れを攪乱する種々の方法を検討し、その沈着率が向上することを証明し、更にそれらの得失を比較した。
- これらの内、ヘリカル型鼻孔アダプターが、軽、小で且つ使用法も単純であり、他の非層流形成法とほぼ同等の効果を得た。しかし考慮

すべき短所もあり、今後改良して用いるべき装置と考える。

文 献

- 兵：ファイブラチオンス・エアロゾル療法、特にUDVの有用性について、第80回日耳鼻総会パネル資料「エアロゾル療法の基礎と臨床」75頁、1979。
- 兵：エアロゾル療法の基礎、日耳鼻 89巻、812頁、1986。
- 兵他：UDV エアロゾル療法の諸項目の検討、第5回日本医用エアロゾル研究会報告15頁、昭57年11月、1982。
- 中西他：スワールコントロールバルブ付ヘリカルポートの燃焼特性と性能に及ぼす影響、第4回内燃機関合同シンポジウム 昭59年1月、1984。
- Kummer A：Vibrations Aerosols in O. R. L. Gebiet, ORL. 24巻 137頁、1962。
- More'n et al.：Aerosols in Medicin. ELSVIER 1985。

— 討 論 —

質問；野村（静岡県）

すばらしい研究です。副鼻腔内へ霧を入れる為ゴム球を使うより、バラックの陰陽圧法（水銀柱（110mm）の方が容易に入りやすい。相当の圧力がある様ですので御再考頂けないか。

応答；兵（京都市）

陰圧作用時にもネブライザ-鼻腔内がエアロゾル粒子で充満させ得る時は、陰陽圧作用により変力変動が大であるから効果の増強は期待し得るであろう。吸引時鼻腔特に自然口附近に薬液粒子の十分な存在し得る装置の考案が先行的条件であろう。