

各種鼻アダプターの性能比較検討

京都市

兵 昇

奈良県立医科大学 耳鼻咽喉科

兵 行 和, 和久田幸之助

オムロンライフサイエンス研究所

山 本 洋 人

同志社大学 工学部

高 野 頌

はじめに

呼吸道へのエアロゾル療法を最も有用ならしめるためには発生全粒子を作用目的部位に到達せしめることである。霧化したエアロゾルは、発生装置内、導管内、鼻・ロアダプターに相当量付着残留する。特にUDV (Ultraschall-Druck-Vibration's Aerosol Geräte) の85cmの長さの導管内には無振動の際にも15.7%が付着することは第10回本研究会にて発表した¹⁾。ロアダプターに関しては佐藤の報告²⁾がある。私は鼻アダプターについて検討した。発生装置より噴出した粒子は1本の導管により種々の分岐方法にて両鼻孔に誘導される。従来の牛の角型の他、種々のものの性能を比較検索して最も能率的な鼻アダプターを考案した(図1下)。

新考案の鼻アダプター

Y字形でその上に装着するスパイラルノズルは図1上の如くで、第13回本会にて発表したガラス製³⁾と同形で今回プラスチックにて作製し、キャップを付着せしめて気密保持を計った。Y字の縦棒は12mmの内径で、鼻孔入口部は大人用で8.5mmとし、左右2本の合計面積は基本管の面積より少し大にして気流の沈滞が生じないように設計した。また分岐度は25, 30, 35度の3種を製作したが、その沈着量は角度の小さい程少ないが差は僅少であるので、使用に便利な、また人間の気管支の分岐の32度⁴⁾を採用した。更に分岐部はエッジのある線状とした。

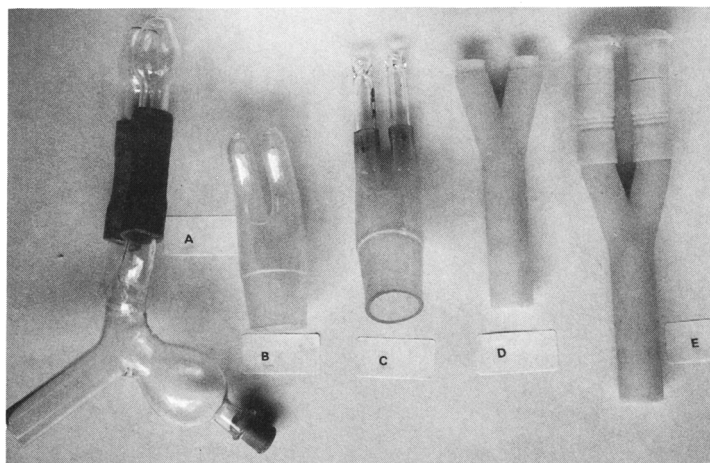


図2 各種鼻アダプター (左よりA → E)

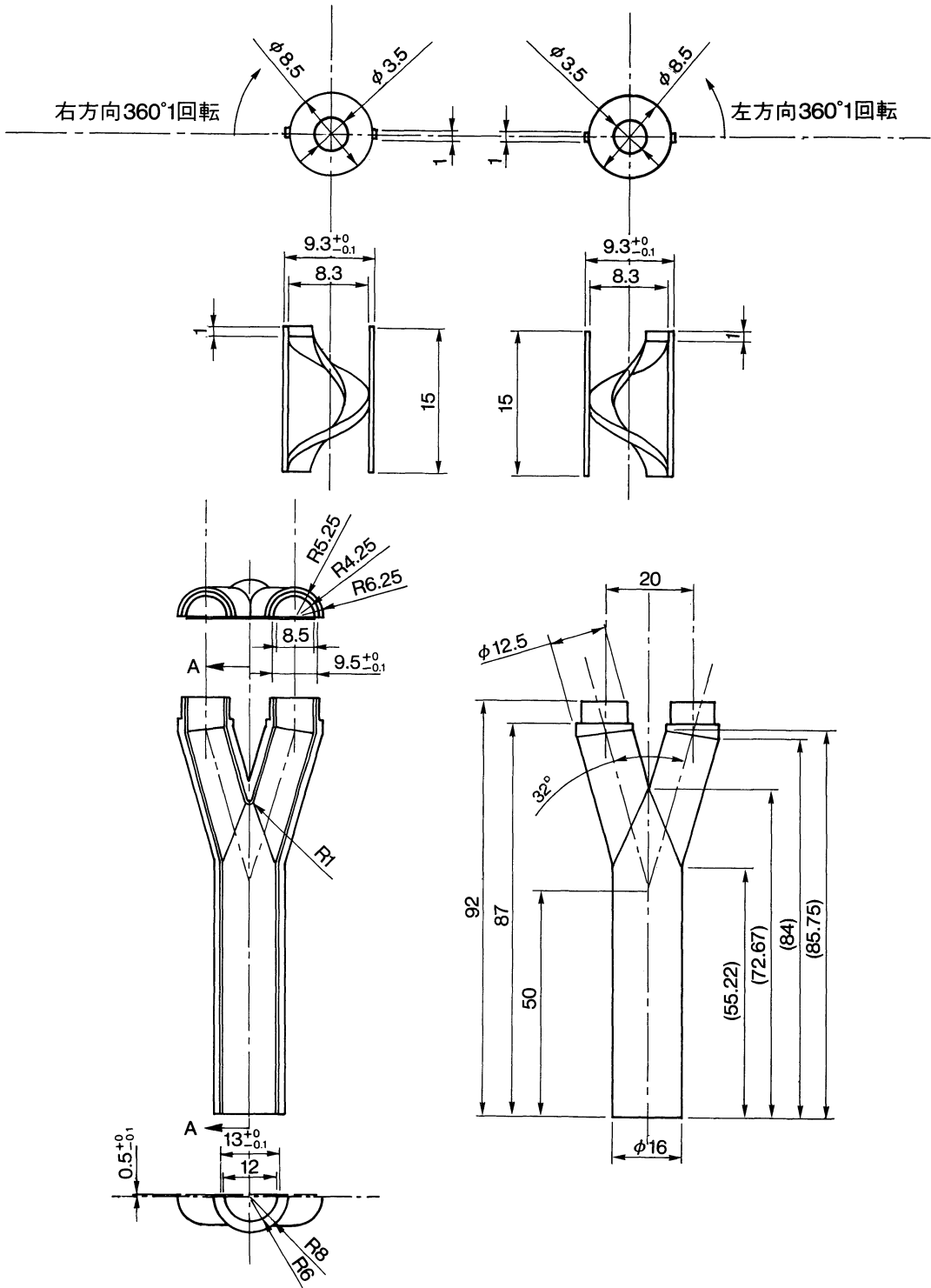


図1 鼻ノズル(上)と鼻アダプター(下)

PARTICLE DENSITY = 1
 VISCOSITY OF AIR = .000183
 DELTA DP (KIZAMI) = 1

DP	ED
1	5.27585E-05
2	1.96404E-04
3	4.30781E-04
4	7.55727E-04
5	1.17104E-03
6	1.67651E-03
7	2.27192E-03
8	2.95701E-03
9	3.73155E-03
10	4.59527E-03
11	5.54789E-03
12	6.58913E-03
13	7.71873E-03
14	8.93632E-03
15	.0102416
16	.0116344
17	.0131142
18	.0146807
19	.0163337
20	.0180727
21	.0198974

LENGTH OF TUBE = 3
 AVE. AIR VELOCITY = 293.86
 NUMBER OF CAL. = 20

RADIUS OF TUBE = .425
 MIN PARTICLE DTA. = 1

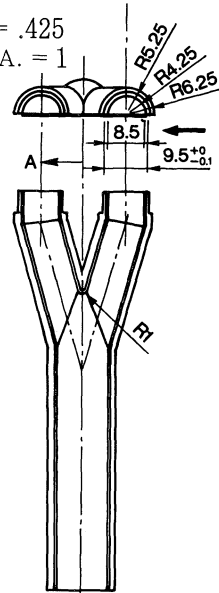


表 2 直径 8.5 mm 管の粒径と沈着量 (流量 10 l/min)

PARTICLE DENSITY = 1
 VISCOSITY OF AIR = .000183
 DELTA DP (KIZAMI) = 1

DP	ED
1	7.44775E-05
2	2.77228E-04
3	6.07982E-04
4	1.06642E-03
5	1.65224E-03
6	.002365
7	3.20437E-03
8	4.16987E-03
9	5.26107E-03
10	6.47749E-03
11	7.81867E-03
12	.0092841
13	.0108732
14	.0125855
15	.0144205
16	.0163775
17	.018456
18	.0206553
19	.022975
20	.0254142
21	.0279725

LENGTH OF TUBE = 3
 AVE. AIR VELOCITY = 147.44
 NUMBER OF CAL. = 20

RADIUS OF TUBE = .6
 MIN PARTICLE DTA. = 1

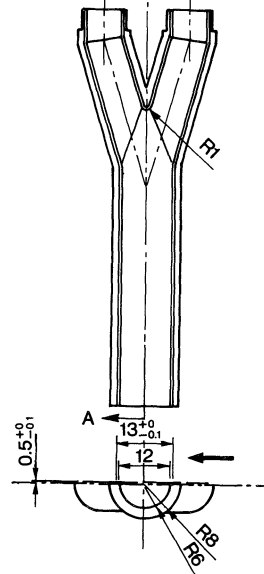


表 3 直径 12 mm 管の粒径と沈着量 (流量 10 l/min)

表1 各種アダプターのエアロゾル沈着量

アダプターの種類	沈着量 (g)	発生量 (g)	沈着率 (%)
A 牛の角形	0.9104	9.6850	10.20
B ノズル平行 主管と35°の屈折	0.2095	9.6072	2.11
C ノズル平行 屈折なし	0.1045	9.9204	1.08
D Y字形アダプター	0.1992	9.6237	1.12
E D+スパイラル ノズル	0.7975	9.7968	8.15

(10 l/minの流量, 1ml/minの霧化量, 5分間作用)

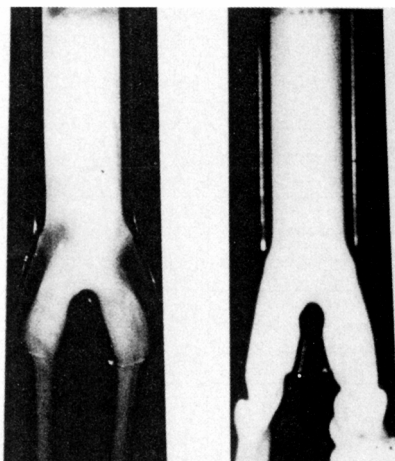


図3 Y字管の流路

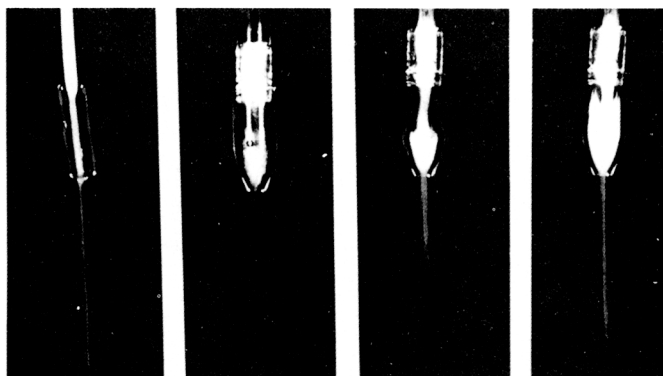


図4 左は直管の流路, 右3個はフロー型鼻ノズルの流出経過 (左より右へ)

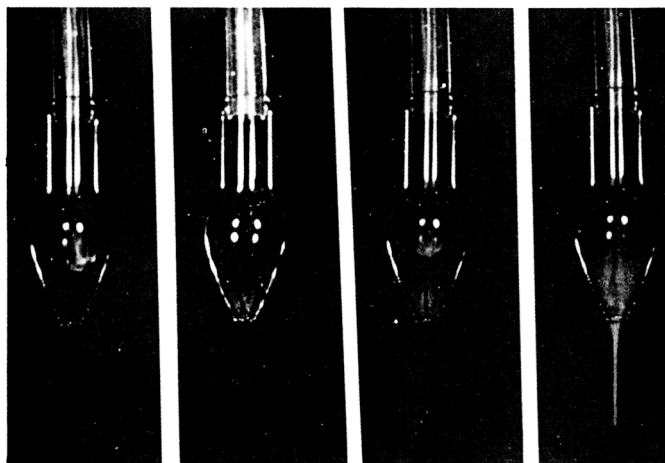
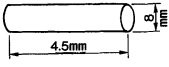
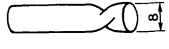
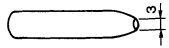





図5 ランプのほや型鼻ノズルの流出経過 (左より右へ)

表4 各種鼻ノズルの圧力損失

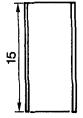
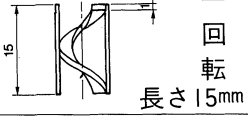

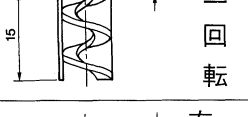
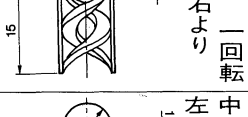
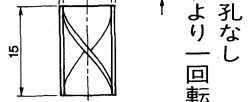
流量 10 l/min	実測値 $\Delta p_{\text{cmH}_2\text{O}}$	計算値 $\Delta p_{\text{cmH}_2\text{O}}$
1. 	0.0	0.0
2. 	5.5	5.34
3. 	110.0	116.4
4. 小 	30.0	28.5
5. 中 	1.2	1.12
6. 大 	0.7	0.59

実験成績と考察

鼻アダプターは種々あるが図2が代表的である。これらの沈着量は表1の如くで、Cが最も少ないのは開口部と基部が同大のためと考えられ、次いでY字管のDが少ない。牛の角型Aは水平部に多量に粒子が付着する。また主管が屈折しているBもここに沈着し通過率は悪い。Y字管の主管と分岐管の各粒径での沈着量は表2, 3の条件にて、10 μm の粒子ではそれぞれ0.4, 0.6%で僅少である。また分岐部には円形の空間があり、また基部導管側壁には縮流があり、共に沈着の少ないことを示している(図3)。

鼻ノズルにも種々のものがある(図4)。その流れは直管(左)が最も抵抗少なく噴出される。フロー型(左2より)は直ちに流出せず一旦蓄積された後、流出される。またランプの

表5 各種スパイラル、ノズルの沈着率

種類	霧化量 g/min	沈着量 g	沈着率 %
 直管	2.3504	0.0913	3.88
 一回転 長さ15mm	2.3502	0.1645	7.01
 一回転 長さ30mm	2.4014	0.3898	16.23
 二回転	2.3496	0.2197	9.35
 左右より一回転	2.3512	0.2184	9.28
 中心孔なし 左右より一回転	2.3498	0.2456	10.44

(Ne-U-10 Neb. 流量10 l/min) (ノズル直径は全部8.5 mm)

「はや型」のものは前者と同じく直ちに噴出されず、まずウェークをつくり、その後徐々に積み重なって左右の渦となり圧力が緩和されて排出される(図5左より右へ)。これらの鼻ノズルの圧力損失を計測した(表4)。直管が最も抵抗少なく、フロー型が最も大、ランプのはや型も開放部の直径が小さい程圧力損失は大である。先に述べたスパイラルノズルは圧力損失は大であるが乱流を形成し、鼻腔壁面、中鼻道への粒子搬入のためには、この圧力損失値はその目的達成上納得し得るものと思ふ。

なおスパイラルノズルは種々のものを考案作製した。1回転、2回転、1管の両側より同方向に捻転するもの、また中心に空間を有するもの等の沈着率を表5に示す。下気道用の直管もつけ加えた。種々検索の結果、1.5cmの円筒長、中心に空間のある1回転のものを採用した(図1上)。模型鼻腔にて先に発表したヘリカル型鼻ノズル⁵⁾と同様、理想的な粒子分布を証明し得た。

臨床成績も、UDVと同等以上の治療効果を得た。

まとめ

- 1) 鼻アダプターとしてはY字管が最も有用である。
- 2) 鼻、咽、喉、副鼻腔・中耳等の閉鎖腔には1回転の左右相反する回転のスパイラルノズルが効果的で、鼻腔壁全般特に中鼻道に浸入附着する。更に気密保持にはキャップが必要である。
- 3) 下気道に対して鼻ノズルを使用する時は直管が最適である。

文献

- 1) 兵 昇, 他: 第10回日本医用エアロゾル研究会報告: 72, 1987.
- 2) 佐藤素一: 第1回オーストリーエアロゾルシンポジウム抄録: 46, 1978.
- 3) 兵 昇, 他: 第13回日本医用エアロゾル研究会報告: 24, 1990.
- 4) 高橋幹二: 応用エアロゾル学(養賢堂発行)

: 23, 1984.

- 5) 兵 昇, 他: 第12回日本医用エアロゾル研究会報告: 28, 1989.

討 論

質問; 海野(旭川医大)

効率よい器具を開発されているが、人体に達するのはどの位の割合と考えてよいか。

応答; 兵(京都市)

Y字型鼻アダプターと1回転中心に空間のあるスパイラルノズルを用いた時は計算上8.26%しか残留しない。その他導管にも貯溜するので、長さ太さに左右されるが、使用薬剤の85%以上が有用に使用し得ると思ふ。