

鼻腔内に沈着する水性エアロゾル粒子の大きさの目安 (2ビーム形光散乱粒子カウント法による粒径測定)

帝京大学医学部 耳鼻科

佐藤 素一

茨城工高専

清水 勲

前回の本研究会で私共は、飛翔(しょう)しているエアロゾル粒子を非接触のまま、破壊することなく精度よく、その粒子径を測定する方法についてこれまで検討してきた経過と、その結果について述べ、併せてネブライザUS707の特徴である baffle position の位置を換えることにより、噴霧されるエアロゾル粒子の粒径に変化を生ずる調整機能について実験し、そのおのおの position の粒径値について報告した。

今回、私共は日常診療に用いられているネブライザーから噴霧されるエアロゾル粒子のうち、ハナつまり鼻腔内でどの程度の粒子径の粒子が捕捉され、沈着するかどうかの目安を前回同様デュアルビーム形光散乱粒子カウント法で実験した。(図1)

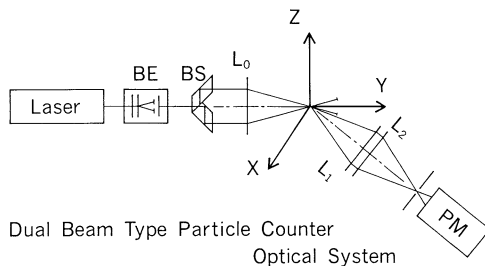


図1 (SHIMIZU)

過去に数多くの研究者がこの問題と取組み、これらに関する文献も多くみられるが、しかし、その大半は模型鼻腔を使つての実験であつて、

われわれ実地臨床に携わっている現況とは相違するように思える。そのため今回は、実際にヒト鼻腔を対象として、まず簡単な方法から手をつけた。

〔実験方法〕

前回の本研究会に発表したネブライザーUS707の baffle position 調整による粒径変化を再掲すれば(図2)のようであつて、最大粒径 $30\mu\text{m}$ 前後までのものを発生しうる。

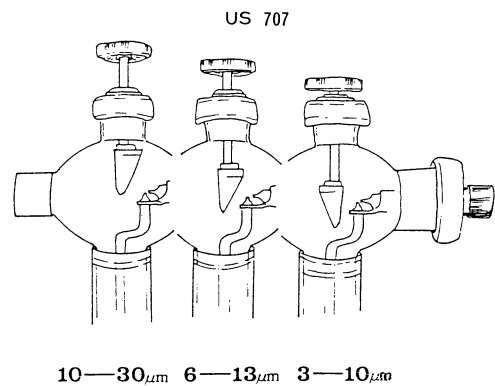


図2

これに鼻孔をつなぐノズピースを連結する訳であるが、今まで慣習的に用いてきたものを装着して、そのノズピース先端から出てくる粒子の粒径を測定すると、ネブライザーUS707の噴霧口で直接測定した粒子に較べかなり小さな値となる。これは当然のことながら距離の長い(78mm)(図3の右)途中に大きな粒径

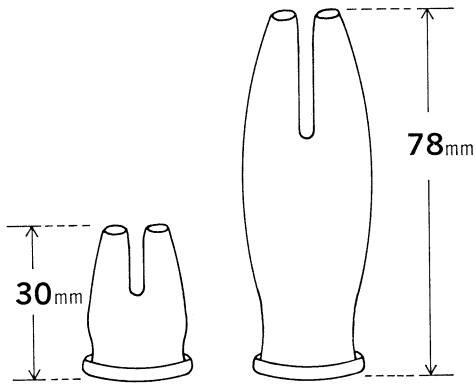


図 3

をもつ粒子が重力のため沈降し、それより軽い小粒子のものが噴霧され、でてくる訳で、大きな粒径のものを鼻腔に噴霧したいという意にそわない。従ってまずノズピースの改良から手をつけた。

結果的に（図4）に示すような過程を経て、全長を30mm（図3の左）とし、なおかつ噴霧流の層流方向に意を用いた。

一方、鼻腔を通過した粒子を咽頭腔から採取し、ジュアルビーム形光散乱粒子カウント法を実施できるように口腔外に導きだすにはつぎの

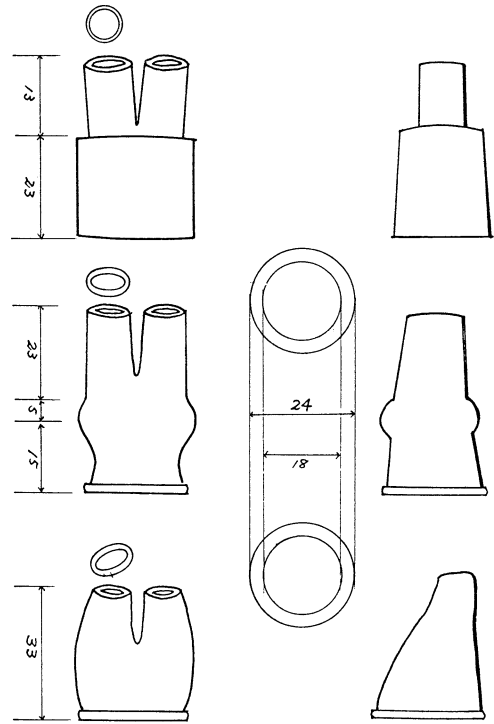


図 4

ような方法を採用した。

すなわち、口にかませるマウスピース（図5）

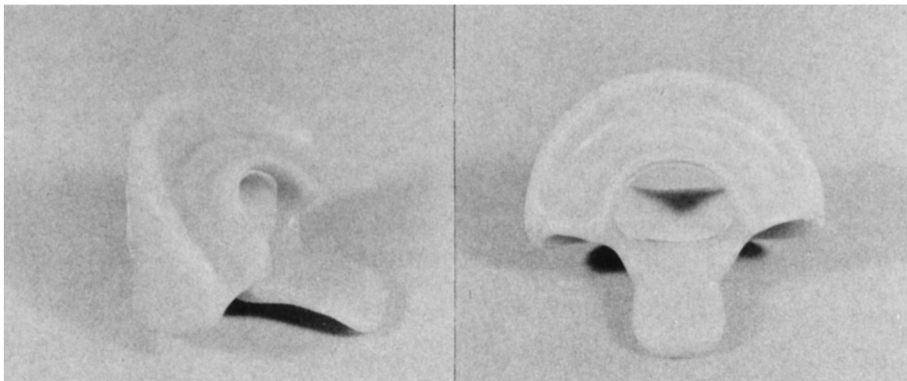


図 5

の中央にある孔に外径20mmのシリコンチューブを挿入し、かませるときに、口唇は軽く閉じマウスピースの上、下両面に形成してある溝にそ

って上下の歯列を当て支持すると共に、挿入したチューブを口腔深くはいるよう保持させた。（図6）

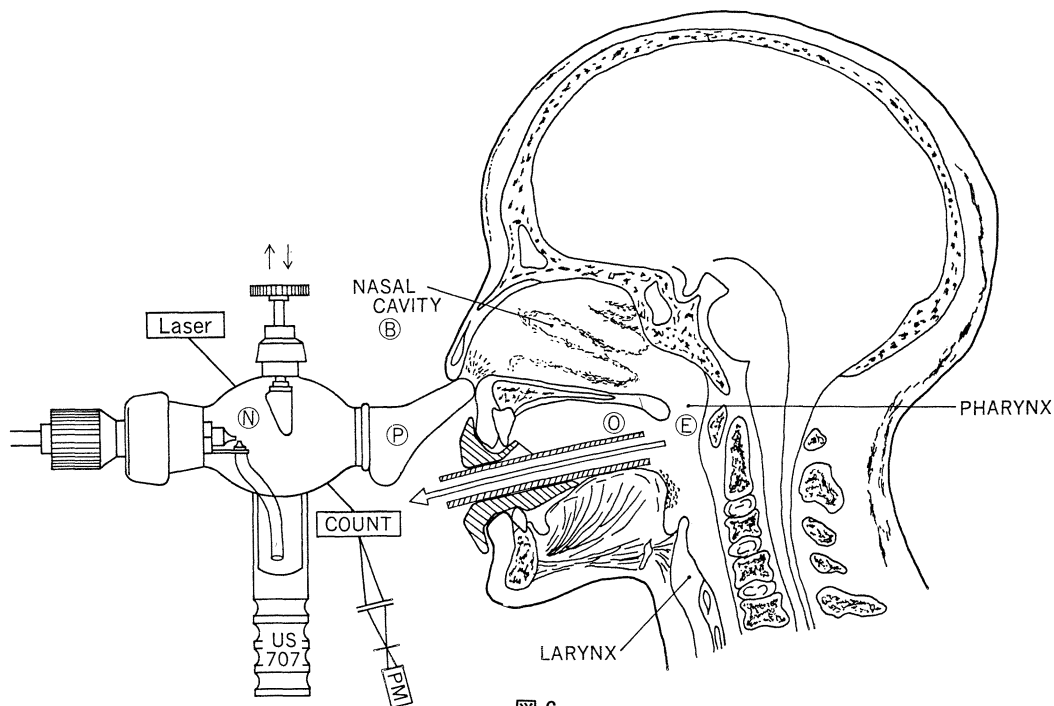


図 6

このようにした状態で、新しく試作したノーズピースをネブライザーに装着し、鼻腔所見がおおむね正常と思われる成人男子の鼻孔に挿入し、噴霧を開始した。使用した溶液は、前回同様5%グリセリン溶液で、 0.5 kg/cm^2 の圧力をかけ作動させ、図6に示す位置にて前記カウント法を用いて、口腔内に挿入したシリコンチューブから出てくるエアロゾル粒子を測定した。この場合シリコンチューブから出てくる粒子を外方から吸引するなどの処置は行わなかった。

〔実験結果〕

前述したように、今迄慣習的に用いてきた長さが長いノーズピースをUS 707 に装置して噴霧した場合のノーズピース前端から出てくる粒子の粒子径は小さく約 $7 \mu\text{m}$ とカウントされた。そのため、ノーズピースを短かくして製作したものをを用い噴霧したわけであるが、この場合、表1に示すように $20 \mu\text{m}$ 以上の粒径値のものを鼻腔内に噴霧することができた。

そして、口腔内に挿入したシリコンチューブ開口部前方 20 mm の位置では、1例では平均粒径 $1.44 \mu\text{m}$ 、他の1例では $1.68 \mu\text{m}$ のものが測定され、2例ともほぼ同様な計測値となった。

(表2)(表3)

〔考 按〕

ここ数年来鼻疾患を対象にしたエアロゾル療法には目をみはらせるものがある。すなわち、新しい薬剤がつつぎに開発され、登場し、応用されている。これら新しい薬剤で成果を挙げるためにはそれぞれの薬剤の特性を熟知したうえで、各実地症例ごとの動態に応じ、うまく使い分けていく必要があることはいうまでもない。

しかし一方、エアロゾル療法の基本である、つまり media として用いる nebulizer から generate される aerosol particles がうまく目的とする治療部位に到達し、なおかつ理想的な particle deposition (粒子沈着) を起しているかどうか、更に重要なポイントである。とくに従

表1

5% GLYCERIN SOLUTION フム アツリヨク 0.5(kg/cm**2)
 FILE NAME : NOSD1
 [um]

0.0 < DT <= 5.0 (3)	***
5.0 < DT <= 10.0 (8)	*****
10.0 < DT <= 15.0 (13)	*****
15.0 < DT <= 20.0 (27)	*****
20.0 < DT <= 25.0 (18)	*****
25.0 < DT <= 30.0 (14)	*****
30.0 < DT <= 35.0 (9)	*****
35.0 < DT <= 40.0 (1)	*
40.0 < DT <= 45.0 (3)	***
45.0 < DT <= 50.0 (0)	
50.0 < DT <= 55.0 (3)	***
55.0 < DT <= 60.0 (1)	*
60.0 < DT (0)	

DATA NO. = 100

ハイキン リュウケイ = 21.61 [um]

表2

5% GLYCERIN SOLUTION フム アツリヨク 0.5(kg/cm**2)
 FILE NAME : NNPI (No.3) AT OUTLET OF MOUTH PIECE
 [um]

0.0 < DT <= 0.5 (0)	
0.5 < DT <= 1.0 (36)	*****
1.0 < DT <= 1.5 (32)	*****
1.5 < DT <= 2.0 (25)	*****
2.0 < DT <= 2.5 (1)	*
2.5 < DT <= 3.0 (1)	*
3.0 < DT <= 3.5 (3)	***
3.5 < DT <= 4.0 (0)	
4.0 < DT <= 4.5 (0)	
4.5 < DT <= 5.0 (0)	
5.0 < DT <= 5.5 (0)	
5.5 < DT <= 6.0 (0)	
6.0 < DT <= 6.5 (1)	*
6.5 < DT <= 7.0 (0)	
7.0 < DT <= 7.5 (0)	
7.5 < DT <= 8.0 (0)	
8.0 < DT <= 8.5 (1)	*
8.5 < DT <= 9.0 (0)	
9.0 < DT (0)	

DATA NO. = 100

ハイキン リュウケイ = 1.44 [um]

来市販されているネビュライザーは噴霧部から鼻孔に到る距離も長く作られており、従って前述したようになりに小さい粒子しか先端から出てこない。

そのため、鼻腔を対象とした aerolization で

は、粒径が小さすぎて、鼻腔内に間隙が存在している症例では、薬剤粒子の鼻腔内沈着がある一方でかなりの粒子が咽頭に流れ込んでしまう。

しかし、先人の研究によれば、10~20 μ mより大粒子は鼻腔で捕捉され、沈着するという結

表 3 5% GLYCERIN SOLUTION フム アツリヨク 0.5(kg/cm**2)
FILE NAME : NOSINI (NE505) AT OUTLET OF MOUTH PIECE

```

[um]
0.0 < DT <= 0.5 ( 0 )
0.5 < DT <= 1.0 ( 17 ) *****
1.0 < DT <= 1.5 ( 23 ) *****
1.5 < DT <= 2.0 ( 39 ) *****
2.0 < DT <= 2.5 ( 12 ) *****
2.5 < DT <= 3.0 ( 2 ) **
3.0 < DT <= 3.5 ( 7 ) *****
3.5 < DT <= 4.0 ( 0 )
4.0 < DT ( 0 )

DATA NO. = 100
ハイキン リュウケイ = 1.68 [um]

```

果がでており、従って鼻疾患に対する nebulization はこの粒子径の range を目標として実施せねばならない。つまり、はじめから小さな粒径値のもので治療を開始することは適当とは思われない。

そこで、今回の実験を行った訳であるが、実験の設定条件としての疑点はいくつかある。この点将来改善すべきと思われるが、一方、ノーズピースを従来の長いものを使用して行った同様の実験でも表 4 に示すようにマウスピースに

表 4 5% GLYCERIN SOLUTION フム アツリヨク 0.5(kg/cm**2)
FILE NAME : N1M918 (No.1) AT OUTLET OF MOUTH PIECE

```

[um]
0.0 < DT <= 1.0 ( 5 ) *****
1.0 < DT <= 2.0 ( 21 ) *****
2.0 < DT <= 3.0 ( 20 ) *****
3.0 < DT <= 4.0 ( 36 ) *****
4.0 < DT <= 5.0 ( 12 ) *****
5.0 < DT ( 6 ) *****

DATA NO. = 100
ハイキン リュウケイ = 2.99 [um]

```

5% GLYCERIN SOLUTION フム アツリヨク 0.5(kg/cm**2)
FILE NAME : N1M919 (No.1) AT OUTLET OF MOUTH PIECE

```

[um]
0.0 < DT <= 1.0 ( 5 ) *****
1.0 < DT <= 2.0 ( 35 ) *****
2.0 < DT <= 3.0 ( 25 ) *****
3.0 < DT <= 4.0 ( 24 ) *****
4.0 < DT <= 5.0 ( 9 ) *****
5.0 < DT ( 2 ) **

DATA NO. = 100
ハイキン リュウケイ = 2.62 [um]

```

貫通させたシリコンチューブ前方で測定した粒径値は、それぞれ 2.99 μm 、2.62 μm の平均値を示した。

この両者を比較し、解析していくことは、将来、実験を繰返すことにより、また別の新しいパターンで計測を進めることで、より鮮明にな

っていくであろうが、鼻腔を通過して、咽頭部に流れ込んでいく粒子径は、鼻孔部での粒子径の多少の大小の相違に拘らず、鼻腔内では、かなり小さい粒子径のものも沈着しているのではないかと思われされる点もある。

従って、先人の発表している $10\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ の範囲の比較的大きな粒径をもつ粒子が咽頭腔さらに上喉頭部まで到達し沈着するかどうか重点を置き、さらに実験を進めたい。

また、 $2\mu\text{m}$ 前後の粒径の粒子が呼吸とともに口腔外方に呼出されていることを思えば、患者と対面して治療行為を行っているわれわれ耳鼻科医は、下部気道に沈着するに至適な粒径 ($2\sim 3\mu\text{m}$) をもつ粒子が患者の呼気とともに吐き出され、それらを医師自らが吸入していることに意を用いるべきと考えられ、この事実を警告を発したい。

討 論

質問；塚本（広島市民病院）

蒸気吸入の粒子の大きさは如何でしょうか。

応答；佐藤

通常使われている蒸気吸入器から出る水性粒子の大きさはどの位の粒径か？との質問について清水助教授も他から依頼され実験したことがあったそうですが「測定不能」という回答が出ております。

追加；兵（京都市）

以前に流動パラフィンを塗布した、又はナフトールグリーン、ゼラチン膜を有するオブジェクトグラスに液滴を噴射して、顕微鏡にて測定した。 $90\sim 120\mu\text{m}$ の大きさである。従って粘膜には到着するが流下するものが大部分である。この $100\mu\text{m}$ 位の大きさの粒子は光散乱を応用したレーザービームでは計れないと考える。