

1-C-3 フィッシャーパイケル社 MR-310 加湿チャンバーからの水の流出

横浜市立大学医学部附属病院集中治療部、ME室*

磨田 裕 大塚将秀 瀬波克彦 三浦真樹* 奥村福一郎

人工呼吸中の加湿加湿器としてフィッシャーパイケル(以下F&P)社MR型シリーズはよく使用されている。この加湿加湿器には専用の加湿チャンバーMR-310, MR-210等が使用される。MR-310は加湿効率向上のため、らせん状の濾紙で表面積を大きくしている。しかし、最近この濾紙のたるみにより気流抵抗上昇による水の噴き出し現象が見られたので報告する。

【症例】pressure support ventilationで人工呼吸をしていた患者において、気管内吸引のため気管チューブから人工呼吸器回路をはずしたところ、加湿チャンバーの水が吸気回路に流出しYピース部から外に噴き出した。原因を検索するため人工呼吸器をオフとした。チャンバー内の水はわずかになっていた。そして、濾紙の一部にたるみがあり、アルミ板から浮き上がっていた。

【原因】MR-310 チャンバーの中には約1周半らせん状に巻かれたアルミニウム系の金属板が入っており、その内面に濾紙が取り付けられている。これは、濾紙が吸水し、水の蒸発する表面積を増加させているのもである。未使用のチャンバーでは濾紙とらせん状金属板とは密着しているが、今回問題となったものでは、濾紙にしわ状のたるみがあり、ラセンの隙間を塞ぐようになっていた。そのため吸気ガスはこの隙間を流れることができず、ガスの圧力によりチャンバー中央部分の水面を押し上げ、水が吸気回路側に流出したものと考えられた。人工呼吸器を患者からははずして動作させたところ、吸気回路に水が流出する現象は再現された。

【実験】この様な現象が起こるときの加湿チャンバーの気流に対する抵抗を測定した。測定した加湿チャンバーは、未使用の乾燥状態のとき、水を注入し濾紙が湿潤したとき、濾紙のしわが発生したものの3つについて、気流を30から180 l/minとしてチャンバーの入り口と出口の圧差を測定した。

【結果】表のように乾燥状態で圧抵抗は比較的低値であるが、水を入れるとやや増加し、さらに濾紙にしわのできた状態では大きく増加した。

【考察】MR-310 加湿チャンバーは水の蒸発する表面積を大きくするために濾紙が組み込まれているが、使用中に吸水すると何らかの原因で濾紙が伸展して、しわ、たるみができるものと考えられる。しかもこのたるみがらせん状金属板の穴の開いている付近にできやすいため、ここを流れるガスのため、さらに金属板から浮き上がって、らせん状に巻かれた金属板の隙間をほぼ完全に閉塞してしまう。そのためがすはらせん状金属板の隙間を流れることができず、穴の部分だけを流れる。そのため気流抵抗が大きくなり、チャンバー内の圧力が上昇し、チャンバー外周での水位は押し下げられ、一方、中心部では水位が上昇し、アウトレットから流出するものと考えられた。人工呼吸器をはずしたときにこの現象が見られたのは、100 l/min以上の気流が発生するためであった。したがって通常の換気中にはこのようなことが起こらなかったが、吸気流量が大きくなった場合など、患者接続中に水が肺に流入する危険性が考えられた。なお、未使用のチャンバーには、濾紙のたるみはなく、濾紙の吸水後にこの様な変形が起こった。そしてその頻度は最近10個に1個程度の割合であった。

【結語】F&P社MR-310 加湿チャンバーの濾紙のたるみにより、チャンバー内の水が回路に流出する事故を経験した。

表 MR-310 加湿チャンバーの気流に対する抵抗
(ΔP , cmH₂O)

流量 (l/min)	30	60	90	120	180
乾燥状態	0.1	0.3	0.6	1.0	2.6
水注入	0.2	0.4	0.8	1.4	3.6
ろ紙のしわ	0.3	1.1	2.0	3.7	9.0