


輸液ポンプフリーフローの実際


フリーフローによる流量の実測

実測値 流量:464.2ml/hr	設定値 流量:60ml/hr
-----------------------------	--------------------------

チューブが僅かに浮いている



アラナライザー

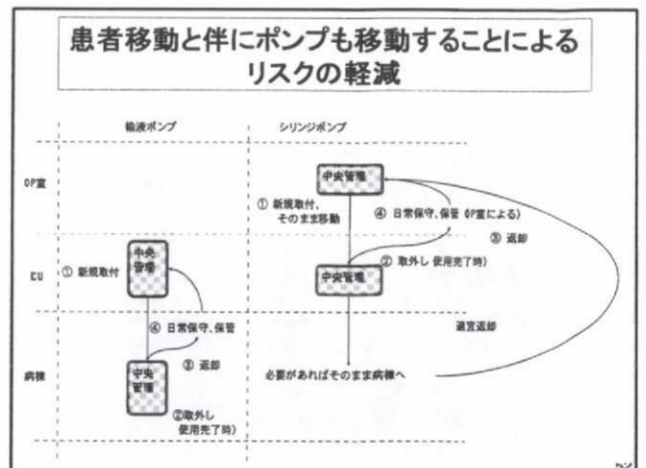
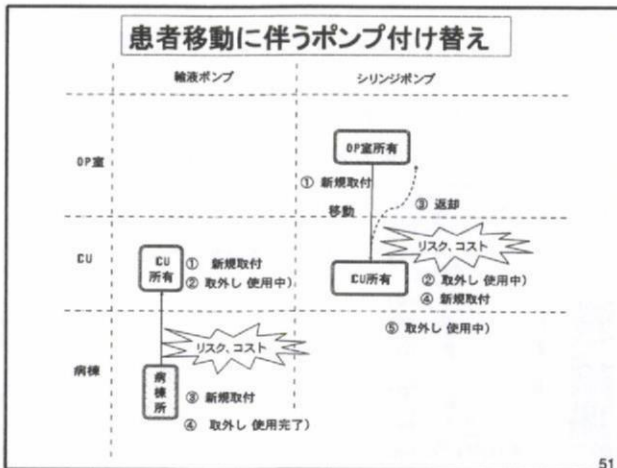


49

女子医特有の問題？

患者の移動に伴う機器の付け替え

50



院内の輸液ポンプ・シリンジポンプの問題点

- ① 多メーカー、多機種種の混在
- ② 老朽化
- ③ 患者の移動に伴う機器の付け替え

53

輸液・シリンジポンプの中央管理計画

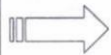
- ① 混在する機種種の集約
- ② 老朽化機器の更新
- ③ 機器の部署を越えた移動

全病院的視野に立った機器の更新

54

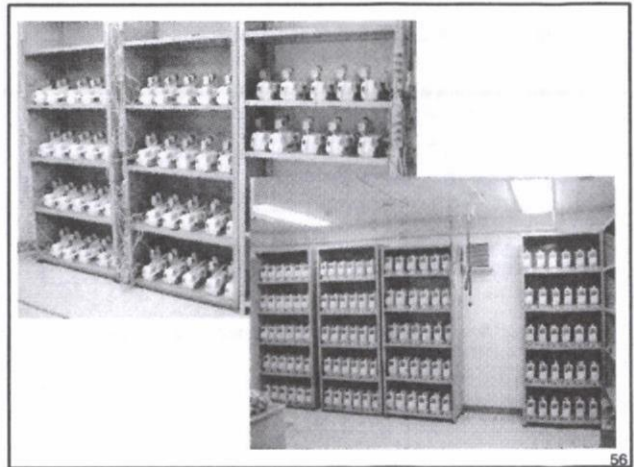
輸液・シリンジポンプに関する 改善計画基本方針

- ① 機種統一を図る。
- ② 心血管作動薬等の強力な薬剤については、輸液ポンプよりもシリンジポンプを使用する。
- ③ メーカーの推奨する耐用期間を過ぎたら積極的な更新を検討する。
- ④ 安全基準適合品を選定する。
- ⑤ 患者の移動に伴い機器を継続使用する。



中央管理化とリースによる一括購入

55



56

現在のME機器管理室



57

機器購入の基準

58

輸液ポンプ等に関する医療事故防止対策について

平成15年3月18日

機器の構造・機能に関する項目	1) 輸液ポンプ等への適切な装着に関する安全対策	医薬発第0318001号
	・輸液ポンプにおけるチューブ装着ガイドの装備	厚生労働省医薬局長通知
	・シリンジポンプにおける押し外れ警報の装備	
	2) 輸液ポンプにおけるフリーフローに関する安全対策	
	・チューブクラップ機構の装備	
	・アンチフリーフロー機能の使用または、同等機能開発の検討	
	3) 輸液ポンプ等の流量及び予定量の入力に関する安全対策	
	・入力間違いの防止	
・画面表示の視認性改善		
4) 輸液ポンプ等の故障防止に係る安全対策		
・漏洩した輸液が輸液ポンプ等の重要な部分に付着しないような構造		
5) バッテリーに関する安全対策		
・バッテリー残量(目安)を表示		
・バッテリー消耗により警報音及び警告表示を表示		
・メモリー効果の影響を受けにくい制御方式の開発またはリチウムイオン電池の開発着手		
6) 電量枯渇時の安全対策		
・閉塞の発見を早くするための機能搭載		
7) 気泡センサーの感度設定に関する安全対策		
・気泡センサーの感度の適切な設定を可能にする		
8) その他		
・脱線作止機能		
・キーロック機能の搭載		

59

平成15年3月18日

医薬発第0318001号

厚生労働省医薬局長通知

輸液ポンプ等に関する医療事故防止対策について

機器の使用に関する項目	1) 装着手順及び注意喚起に係る安全対策
	・適切な装着手順を示し、注意を喚起するシールの貼付の徹底
	2) フローセンサーの併用
	・輸液ポンプ使用時のフローセンサー併用の推奨
3) 輸液ポンプ等の故障防止に係る安全対策の徹底	
・使用前、使用後の清掃、点検の必要性の周知徹底化	
4) バッテリー切れに関する注意喚起の徹底	
・交換時期、充電・放電完了時間を明示するラベルの貼付、交換の促進	

60

「輸液ポンプ等に関する医療事故防止対策について」

医薬発第0318003号(平成15年3月16日)

(1) 輸液ポンプ等への流量及び予定量の入力間違いによる事故が多数報告されていることから、これを防止するための以下の機能を搭載すること。

1. 流量及び予定量双方の入力が可能な場合には、双方を入力しないと作動しないようにすること。ただし、予定量の設定がない場合は、「設定なし」等の入力を可能として差し支えないこと。
2. 設定した予定量よりも流量が大きい場合には、一時停止し、再度確認しないと作動しないようにすること。
3. 電源再投入時の流量表示は0(m/h)、予定量の表示が可能な場合には予定量表示は0(ml)とすること。

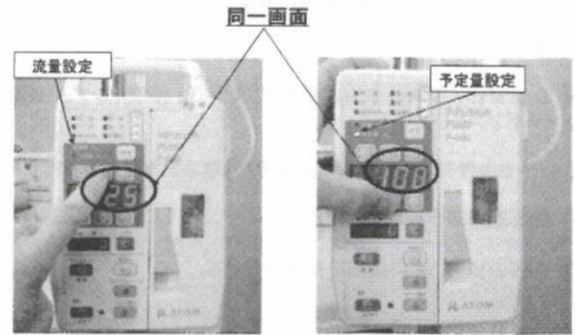
(2) 輸液ポンプ等への流量や予定量の入力間違いを容易に発見できるようにするために画面表示の視認性を改善すること。

1. 流量及び予定量双方の入力が可能な場合には、流量及び予定量は別画面で表示すること。
(入力が別画面で行えること)

61

8. 流量と予定量の設定

輸液ポンプ開始時の手順



62

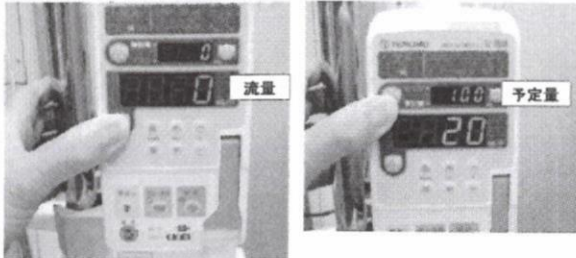
8. 流量と予定量の設定

輸液ポンプ開始時の手順

流量、予定量の数値を入力します

① 流量において機種によっては前回値が記憶されているものがあり、特に注意が必要

② 予定量は機種によってはあらかじめ「999」、「—」(無限大)が入力されているものもあるが、必ず予定量を入力する



63

新・旧ポンプの表示の違い



旧タイプ(左)のものは流量と予定量は切替えて表示するのに対し、通知対応機器はそれぞれ独立している。

また、旧タイプのものでは、流量設定の後、予定量入力のため設定切り替えスイッチを押し、確認のためにカルテや指示用紙をみている間に自動的に流量設定に切り替わり、これに気づかずに入力をしてしまい予定量と流量が逆になることがある。

64

ME機器の

定期的な保守・点検の重要性

保守点検がなされていないと?

65

人工呼吸器内部冷却用ファンフィルタ



66

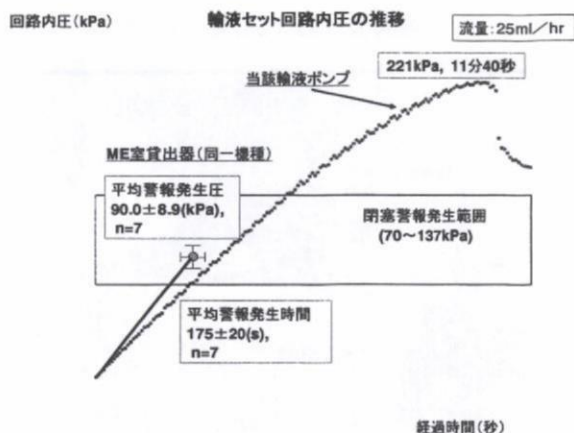
輸液ポンプ不具合によるトラブルの実際

閉塞圧警報が故障し、三方活栓開け忘れに伴う
アクシデント例

三方活栓を開け忘れた場合、通常は閉塞アラームが発生し、その
ことを知らせてくれる。

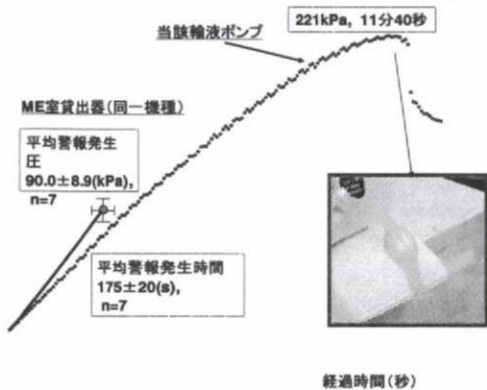
しかし、輸液ポンプの不具合で、
閉塞アラームが発生しないと……

67



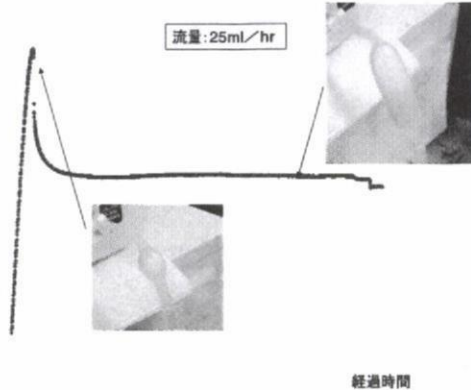
68

回路内圧 (kPa) 輸液セット回路内圧の推移 流量: 25ml/hr



69

回路内圧 (kPa) 当該輸液ポンプにおける輸液セット回路内圧の推移



70

心電図モニタの問題点

71

一般病棟における心電図モニタ



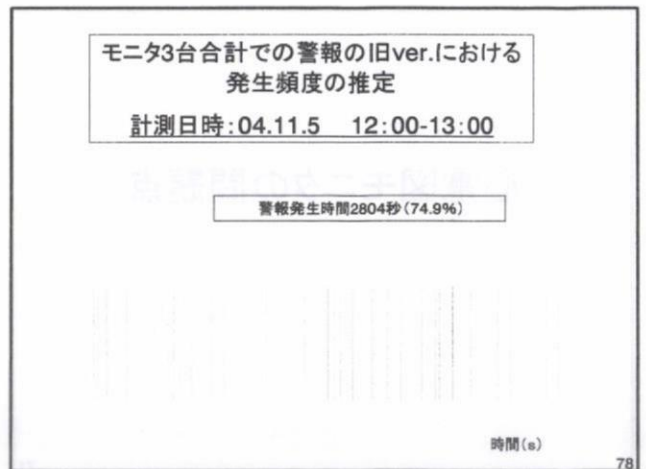
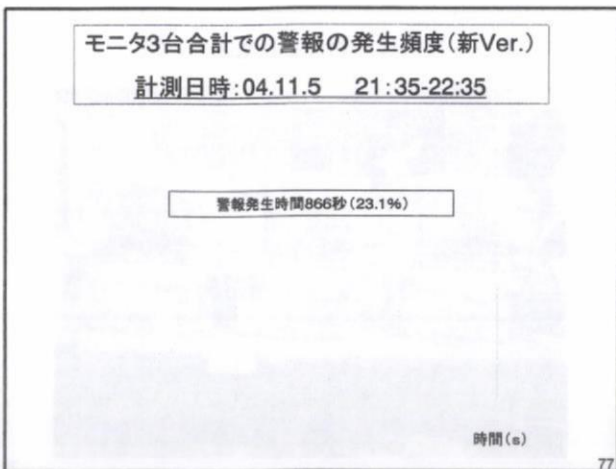
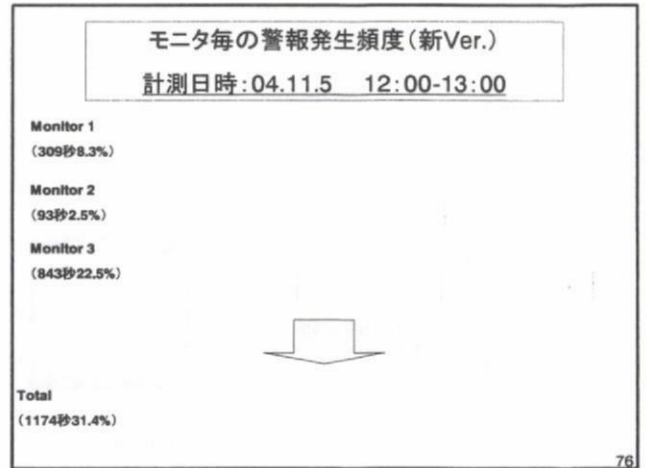
72



心電図モニタにおけるアラームの実態調査

- 方法
 - 3台のモニタをビデオカメラにて撮影、アラームと画面の内容、看護師の対応状況を記録
- 計測時間帯
 - 12:00-13:00(日中データ)
 - 21:35-22:35(夜間データ)
- ・ 処理方法
 - 患者毎にアラーム発生時間を求め、合計をモニタ1台当りのアラーム発生時間とした
 - モニタ3台を合計して、病棟におけるアラーム発生時間とした

74



モニタ3台合計での警報の旧ver.における発生頻度の推定

計測日時: 04.11.5 21:35-22:35

警報発生時間2449秒 (65.3%)



時間 (s)

79

各モニタにおける警報発生時間の計測と推定

計測時間帯		計測				推定			
		新ver.				旧ver.			
		m1	m2	m3	total	m1	m2	m3	total
12:00-13:00	警報発生時間(s)	309	93	843	1174	1445	140	2141	2804
	モニタリング時間に関わる割合(%)	8.3	2.5	22.5	31.4	38.6	3.7	57.2	74.9
21:35-22:35	警報発生時間(s)	237	398	311	866	1149	1424	759	2449
	モニタリング時間に関わる割合(%)	6.5	10.6	8.3	23.1	30.6	38.0	20.2	65.3

80

誤アラームの割合 (新Ver.)

計測時間帯			モニタ		
			m1	m2	m3
12:00-13:00	警報発生時間(s)	正	253	5	98
		誤	37	88	746
	誤報率(%)		12.8	94.6	88.4
21:35-22:35	警報発生時間(s)	正	167	398	259
		誤	70	0	52
	誤報率(%)		29.5	0.0	16.7

81

調査結果

- 心電図モニタのアラームは極めて多発していたと推定された
- アラームの多くは誤アラームであった
- 多発する誤アラームに対する適応、あるいは学習によりアラーム不感症になり得たものと考えられる

82

心電図モニタにおけるアラームシステムの問題点

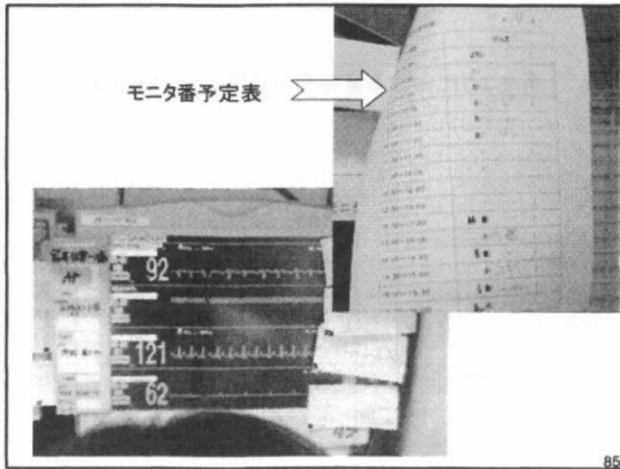
- 誤アラームの多さ
 - 筋電図や体動を不整脈と誤認識したための、誤アラームが非常に多い(特に、小児において)
- アラームが同時発生した場合のアラーム音による区別が不可能
- 経時的にアラームが発生し続ける状況であり、アラーム不感症を引起す潜在的な危険性がある

83

現時点での対策

- モニタをモニタする看護師

84



ME機器使用認定試験の導入

輸液ポンプ使用方法に関する問題

心電図モニタのトラブルシューティング

86

医療機器の保守に関わる人員数の問題点

廣瀬 稔

北里大学医療衛生学部医療工学科臨床工学専攻 准教授

まず、業務を遂行するには「人、物、金、情報」というのが一般的に言われているわけですが、私がお話するのはそのうちの医療機器の管理にかかわる「人」の話、問題点についてお話ししようかと思います。

今、人工呼吸器のトラブルというのは非常に増えてきております。先ほど高橋先生がお話しされたように、各人工呼吸器がどんどん高度化、高性能化している。それにユーザーがついていけないということなのですが、ちょっと古いデータですけれども、呼吸回路の接続、あるいはアラームの問題等いろいろございます。これらの背景というのは、やはり使う側の知識がそれについていけない。それと、あと設定そのもの、操作もそうですが、そういうものがやはり未熟である。それともう一つは、メンテナンスです。これはただ単に定期的な点検をするということではなく、日常点検です。使用前、使用中、使用后、あと定期点検等が未実施の状態になっています。要するにそれをするためには、専門の人間がいなければならないということになります。

現状なのですが、臨床工学技士法ができて、やはり臨床工学技士の活躍があると思えますけれども、そこの中で、医療の中の唯一の工学的分野の責任者という位置付けであります。そこで、その臨床工学技士が活躍しているということと、もう一つは管理者そのものの理解ができています。先ほど酒井先生からお話がありましたけれども、今、個別管理から中央管理と。それと臨床工学技士法では、生命維持装置ということがメインになっていますけれども、現在では医療機器全般へ、そして電磁環境とか医療ガス設備・病院電気設備も含めた管理に変わってきているということになります。

行政の動きになりますけれども、これは平成8年に医療法の施行規則が変わりまして、使用者自らが責任を持って管理をしなければならないということになります。それと今年の4月から、安全確保のための体制確保というものを明記された。要するに任意から義務になったということになります。その効果としましては、やはり医療機器そのものの安全性は高まるだろうということがあります。しかしその一方では、それを管理する人間の確保というのが必要です。現状では、臨床工学技士は生命維持装置の操作という臨床技術提供があるわけですが、それで今、手いっぱいな状態であるということなんです。これを反対に返すと、十分な保守ができないということもうかがえるわけです。要するに、それを実践する人間の確保というのが必要だということになります。

それで、臨床工学技士の配置状況というのはどういうふうになっているか。これは東京都と大阪府で調べられたものなのですが、臨床工学技士がいる、いない。東京、大阪を見て約3割が臨床工学技士を配置しているということになります。これはすべての病

院に臨床工学技士の配置が必要ということではありませんけれども、やはりこういう状況がある。

では、管理はどうなっているかということになります。今、酒井先生の話にもありましたけれども、機械のライフサイクルと言いますが、購入から廃棄までを管理しているというような状態です。こちらに示したのはあくまでも機械の管理をしている病院に対して、日本医科器械学会（現在は医療機器学会）が行ったアンケートの結果です。

では、日常医療機器を管理している人員はどの程度か。横軸がベッド数別の人員数で、縦軸がそれぞれの施設数になります。当然なのですが、ベッド数が少ない所では1人あるいは2人で行われている所が多いわけです。当然ベッド数が多くなれば、2人あるいは3人までで行うということになります。ここで特徴的なものなのですけれども、900床以上、要は特定機能病院でも1人で行っているというような施設があるわけです。その大きな病院の中で、1人で管理ができるかという問題があります。

これは、もう一つは病床数、あるいは機械の管理台数別で見たものです。100床あたりで見ますと300床未満であれば0.7人ぐらい、巨大病院ということになると0.3人、平均すると0.5人。機械は病床数だけではなくて、一つは台数でものを言わなければいけませんから、その台数で見ますと、先ほどの300床未満では医療機器100台あたり1.2人、大きな病院では0.5人ということで、平均すると0.9人ということになります。

その人数に関して現場ではどういうふうに思っているかということ、「ちょうどいい」というのが16パーセント、「やや少ない」「少ない」というのが84パーセントということになります。その原因としては、絶対数が足りないということと、先ほど申しましたように、臨床技術提供業務に回っていく、あるいは設備管理に回るといったようなことがあるということでした。

もう一つ特徴的なものなのですが、代休とか交代勤務等でやはり人が少なくなるというような状況があります特に代休とかこういうものは、これは医療の中である24時間365日の体制を敷いている場合は必ずあると思います。

業務の満足度なのですが、やはり物足りない。現状に関しては、これだけ不満であるということになります。先ほどお示しましたものともう一つなのですが、現状を充実させるためにはどれだけ人がいるかということになります。こう見ますと、今の状態をそのまま移行した場合、やはり1.5倍ぐらいの人が必要ではないかというふうに現場のほうは答えています。

それと最近なのですが、これは添付文書から出たものですが、保守管理の点検間隔の一つの例です。輸液ポンプの場合は、内蔵するバッテリーの性能は月1回、流量精度については月2回。もう一つ除細動器に関しては、放電テストとかバッテリー点検、要するに定期点検的なものが月1回ということになります。これは北里大学病院のものなのですが、輸液ポンプに対しては約500台あります。それを毎月行うということになれば、1日20台しなければいけない。最低の所要時間なのですが、7時間から8時間。本来しっかりとやるのであれば、2日間ぐらいかかります。除細動器に関しては、毎日2台をしなけれ

ばいけないということになります。この二つだけでもこのぐらいの時間がかかるわけです。要するに、もしこういう添付文書に書かれたことで事故が起こると、これは当然病院側の責任になるということになります。

もう一つ現場としては、点検期日、時期を守る必要があるでしょう。他の医療機械はもっとあるわけです。北里大学の場合は約 2,000 台の機械を管理しておりますから、これだけでもう1日が費やされてしまうということで、本当にこれができるのか。要するに、人員の確保は絶対に必要です。

私の案ですけれども、病床数ではなくて機械の台数に対して人を配置するようなことが必要でしょう。これは本当に適当に私が考えたのですが、300 床以下であれば2人ぐらい、800 床以上であれば0.5 人、プラスアルファというのが出てくる。その中のプラスアルファなのですが、要するに管理体制をどういうふうにするか。病棟巡回は必ずしなければいけないというのは、これは基本にあると思います。それと、24 時間のサービス体制をとるだろうと。もう一つ、臨床業務とのかかわりがあるだろうというような話があります。当然、業務委託というものも出てくると思います。

それともう一つなのですが、先ほどはアンケートから出た人員だけで見たのですが、基本的には管理台数と標準的な点検処理能力というものを把握して、それから実際のものを出していくべきであろうというふうに思っております。

まとめになりますけれども、今回の改正医療法は要するに絵に描いたもちと、今はそういうような状態にもあると思います。そのために、やはり実質的に機能するような体制が必要ということになります。そのためには最低の人員の確保、定員化というものが必要になるし、今の業務の業務改善と効率化をやはりしなければいけないでしょう。これは人が増えればやるのではなくて、やらなくてはいけないわけですから、今、担当者がしっかりした考え方でやるということ。それで最大のことなのですが、どうしても医療機器の管理というのは、非採算性の部門になります。そうしてみますと、やはり保険点数等のことが影響するわけです。そうしますと、管理者の理解と率先した指導力というのが必要だと思います。

医療の質・安全学会
第2回学術集会 WS-6
2007.11.24

医療機器の保守に関わる 人員数の問題点

廣瀬 稔
(北里大学医療衛生学部臨床工学)

Clinical Engineering, Kitasato University

人工呼吸器のトラブル事例の内訳と原因

「国立病院・療養所人工呼吸器調査(2000)：過去3年間：146例」

(全日本国立医療労働組合の報告)

考えられる原因

1. 医師・看護師の業務量増加による点検の未実施
2. 使用する医療機器の種類と量の増加による専門知識の欠如
3. 医療機器の高機能かつ多機能化への専門知識の欠如 など

※知識不足によって起こる誤操作や誤設定・不十分な保守点検の実施など

片手間な管理ではなく専門的な管理(部門・人員)が必要

医療機器の保守の現状

- すべての施設ではないが、保守管理体制は徐々に構築されてきている
 - ⇒ 臨床工学技士(病院内での工学分野の責任者)の活躍
 - ・臨床工学技士の業務
 - 生命維持装置の操作、医療機器の保守、ME教育、情報管理など
 - ⇒ 施設管理者などの理解 など
- 個別管理から中央管理(一元管理)へ
- 生命維持装置から医療機器全般へ(関連する医療設備や電磁環境も含む)

医療機器の保守に関する行政の動向

- 平成8年3月26日(医療法施行規則)
 - 「医療機関自らが適切に実施すべきもの、外部委託も可」
 - ⇒ 使用者の管理責任を明確化
- 平成19年4月1日(医療法施行規則)
 - 「医療機器に係わる安全確保のための体制の確保に係る措置」

- 医療機器の安全使用を確保するための責任者の設置
- 従業者に対する医療機器の安全使用のための研修の実施
- 医療機器の保守点検に関する計画の策定及び保守点検の適切な実施
- 医療機器の安全使用のために必要となる情報の収集、その他の医療機器の安全確保を目的とした改善のための方策の実施

※ 任意から義務に

効果(期待)と課題

- 医療機器保守に対する認識向上
 - ・各施設での保守体制が構築されてきた
 - ・行政等の積極的に動き始めた
 - ⇒ 医療機器の安全確保が向上する
- 人員確保が困難(欠員補充の状態)
 - ・臨床技術提供業務で手一杯の状況
 - ・充実した保守ができない状況も伺える
 - ⇒ 実践するための人員数の確保は不可欠

臨床工学技士の配置状況

東京都健康局の調査
(H13.12.10 - H14.3.15)

(n=645)

いる 27.9%

いない 72.1%

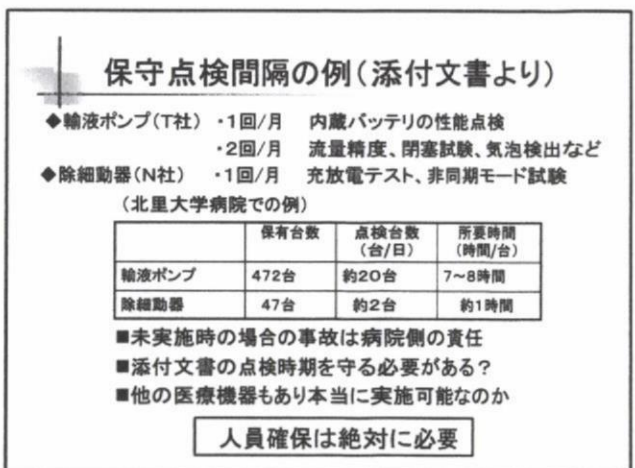
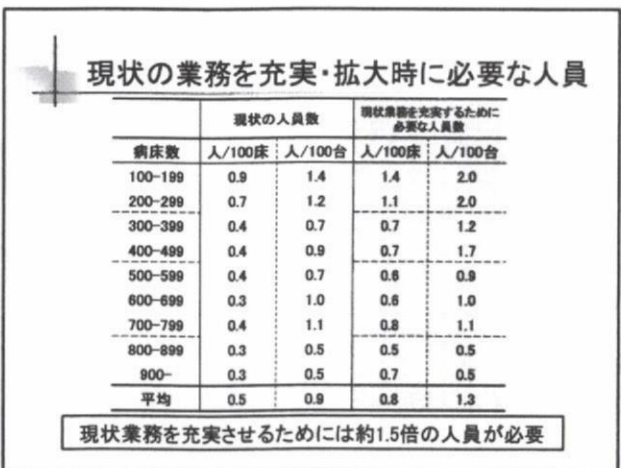
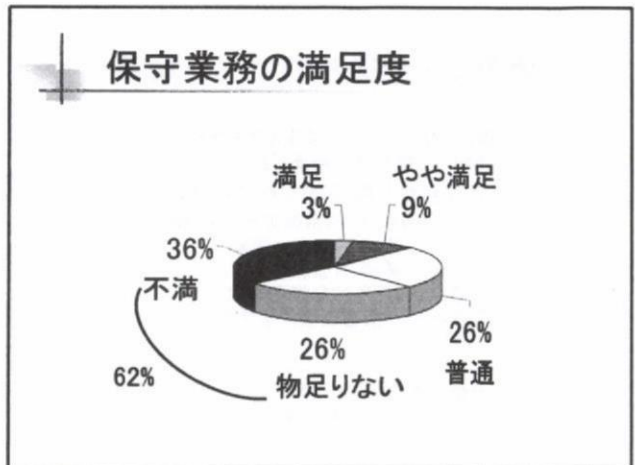
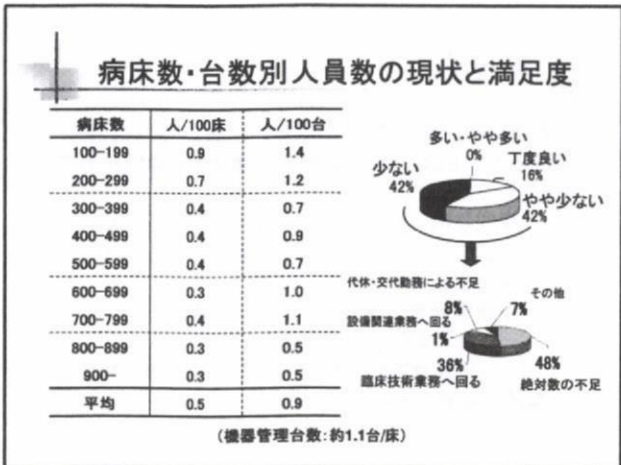
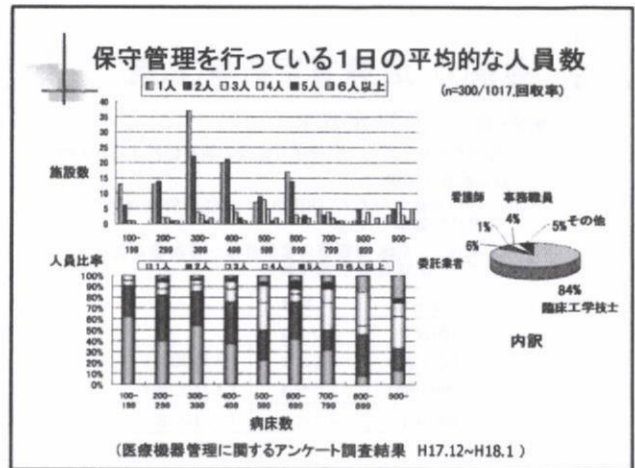
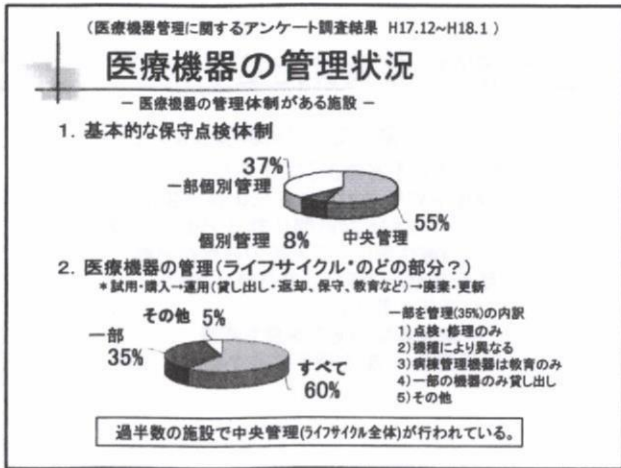
大阪府健康福祉部の調査
(H17.12.1 - H17.12.17)

(n=389)

いる 30.3%

いない 69.7%

平井：東京都の医療事故防止への取り組みについて、日医機協ニュース36、55-59.2002。
大阪府：病院における医療機器の使用及び保守点検状況等に関する調査結果報告書、H18.3.



考察(1): 定員算定基準(私案)

■ 最低の定員算定基準

- ・「現状業務を充実し、医療機器管理の質を維持するための最低基準の定員？」
- ⇒一定の定数ではなく、病床数または機器管理台数別の定員算定基準が必要
- ⇒診療科による医療機器の管理台数への影響がある
優先度 管理台数 \geq 病床数

管理台数	人員数	
300以下	2.0 \pm α	
300~500	1.5 \pm α	(人/100台)
500~800	1.0 \pm α	(人/100台)
800以上	0.5 \pm α	(人/100台)

考察(2): 定員算定基準(α)

■ 各施設で考慮しなければならないこと

- ⇒管理体制をどのようにするか
- ・病棟巡回は必ず実施する体制が基本
- ・サービス体制(24時間体制)をどのように考えるか
⇒当直体制による人員の確保が必要
- ・臨床業務との係わりの有無はどうか
⇒専任か兼任か
⇒施設基準のある業務も考慮
- ・業務委託(一部)を採用するかどうか など

考察(3): 今後検討すべき項目

- 実状調査の結果をもとに算定基準を検討したが、以下のことも加味して検討する必要がある
- ⇒管理台数と標準的な点検処理能力
 - ・1日の点検・修理台数の現状把握
 - ・機種別の標準的な点検間隔
 - ・機種別の標準的な点検時間
 - ・機種別の標準的な修理時間
 - ・病棟巡回による点検に要する時間 など

1日に点検や修理ができる標準的な点検台数などをもとにした人員算定基準も検討する必要がある

まとめ

今回の改正医療法が「絵に書いた餅」ではなく、医療の質と安全向上のために、実質的に機能する体制が必要である。そのためには

- ・保守点検に関わる最低人員の確保(定員化)
- ・業務の効率化(IT技術の活用:バーコード etc)
- ・保守担当者の弛まない努力
- ・施設管理者の理解と率先した指導力
⇒医療機器の保守はあたりまえ
⇒保険点数の有無(非採算性)に左右されない
などが必要である。

安全設計への取り組みと安全使用に向けて

沓澤 章雄

テルモ株式会社 駿河工場開発課 課長

一般的なお話になりますが、安全な機器の開発関連する規格として、JIS-T-14971、ISO14971 といったリスクマネジメントの規格がございます。安全を実現するためには、考えられるリスクを、何らかの対策を講じて受容できるレベルまで下げる、というのが基本的な手順になっております。1番必要なのは何か。まずは機器の設計です。機器そのものの設計を工夫して、これによる本質的な安全を維持するという考え方です。ただ、技術的な問題などで、どうしても機器だけでは実現できない場合があります。その場合には、機器に警報機能や安全装置を付けるなど、機器の性能限界を知らせる防護手段をとる。さらにその対応も出来ない場合には、安全に関する情報をきちんと提供する手段を取る。このような手順に従って、リスクを低減させる手段を講じるという考え方になっております。

このリスクマネジメントのプロセスは、最初は開発段階でどんなリスクがあるのか洗い出しを行い、そのリスクの発生頻度やリスクの大きさを分析・評価し、その結果、個々のリスクに対して対応を行う必要の有無、必要であれば先ほどの三つのパターンのどれで対応するのかを決定することになります。また、その結果として受容できるレベルまでリスクが下がったのかを再度評価することで効果確認も必要になります。設計から量産に至る各段階で、このプロセスが繰返し実施することになります。また、機器が完成したら終わりではありません。市場に出て機器が使用される機会が増えれば、新たに問題点など、何らかの情報が必ず出てきます。そういう情報があれば、これをリスクマネジメントのプロセスにフィードバックし必要であれば改善を実行することになりますし、次の新しい開発製品へのインプットにすることで、より安全の機器の開発に結びつくようになります。このようにリスクマネジメントのプロセスをきちんと回すというのが大切な考え方になっております。

ただし、私どもがこういったプロセスを使い始めたのは1990年の中ごろからなのですが、機器をつくっていますので、最初の発想は、機器の信頼性とか耐久性を向上させるということになります。万一機器の故障や破損があっても、危険な状態にならないようにしようというフェイルセーフ発想で設計することが重視されていたというのが事実でございます。

医療機器というのは、必ず医療行為に使う、もしくはこの機器をコントロールするための付随操作があるということで、必ず人間が介在することになります。このため「使いやすさ」という考え方が機器の設計に入ってきます。しかし、使いやすさで優先されるのはどちらかというと医療行為に直接関連する要素で、スキルを発揮しやすくする、うまく治療に使える、早くその操作を覚えられるといったことが、重要視される傾向がありました。

人間が介在する部分にはヒヤリハットの事例が発生します。ヒヤリハットという言葉を

使いますが、事故であったり、いろいろな問題、エラーがここで起こります。このようなヒヤリハットの発生は実はスキルに関係ない、誰でも操作ができないといけない。そういった付随操作の部分でも多く発生しており、こちらにも少しメスを入れなければならないと考えるようになりました。それで使いやすさ、これを言い換えると「間違いが起こりにくい操作性」ということになりましたが、誤操作で危険な状態にならない、誤操作が起こりにくい、といった考え方を取り入れた機器の開発にも取り組むようになりました。

開発のプロセスへ様々な手法を盛り込んだかたちで設計をしていくのですが、リスク分析を行ったり、ユーザビリティテスト、これは機器を実際にいろいろな使い方をして、問題が起きないかどうかをテストする。こんなプロセスをとっております。

先ほどのリスク分析の中でハザード分析というものがありました、いろいろな方法があるのですが、示したのは1例で、ヒューマンエラーの洗い出しに適した方法です。輸液が正常に行われず、という事象の原因はいろいろありますが、操作ミスというのが一つ考えられる。この操作ミスの中にはどういう行為があるのか。例として6個出ていますが、実際にはこういったものをどんどん細かく分けて、リスクとなる要因を抽出し、この要因に対する対策設計をしていくというかたちになります。

ただ、この過程というのは、類似商品があれば、これに対する経験といったものを反映させることで要素の洗い出しが簡単になりますが、世の中にない商品ならば想像に頼ることになり、洗い出しは難しくなります。また、設計者1人がこれに携わると、やはり思い込みがあってそれ以上要素が出てこなくなる。このため、先ほどの開発フローでデザインレビューという仕組みがありましたが、いろいろな考え方を持つ人間、いろいろな部署の人間が混ざって、要素の洗い出しを行い、精度を高める努力をしているというのが実態でございます。

私ども、まだ100点というわけではないのですが、今までどんなことに取り組んできたかということ、事例を示させていただきたいと思っております。

これはヒヤリハットでよくある輸液セットです。チューブが正しくセットされないとフリーフローが起きてしまう。このような事例に対して、昔から注意書きで、これちゃんとセットしないと危ないですよというラベルはありました。ただ、これは当然効果が低いです。そこで考えたのは、例えばチューブが蛇行して正規の位置から外れてセットされると、チューブが圧閉され、フリーフローは起こらないようにする方法です。ただし、この場合ポンプを開始しても薬液は流れません。フェイルセーフ発想の設計はできたのですが、まだまだこれでは足りません。

次に、何をやるかということ、見れば直感的に正しいセットの位置を認識しやすく、きちんとチューブがセットされるようなガイドを設定する。更にもう一歩ということで、例えば、チューブが正しくセットされないとドアが閉まらない。初めからきちんとセットをしないと物が使えませんという、フルプルーフ発想のポンプ装置の開発につなげていきました。

さらに進むと、ポンプからチューブを取り外した時に起きる、ローラークレンメの操作忘れで起きるフリーフローを防ぐようなアンチフリーフローの仕組みとか、こういったフ

ールプールの発想を重視した製品開発を進めております。

もう一つが、設定値の入力ミスです。一桁間違っただけで10倍量を送ってしまったとか、先ほどありましたが、流量と予定量の入力間違い、といったことがあります。これも1995年ぐらいから、一つのトライとして入力方法をダイヤルにしてみました。シリンジポンプの使用する流量域が比較的低いものですから、設定流量を一桁間違えるとすると、ダイヤルをぐるぐる回さないと流量設定できない。こういったことで、流量の設定に時間がかかると、操作者に「おかしいな」と気付いていただける。あとは表示の部分を、小数点以下の数字を小さくして、気付きやすさを工夫したり、色を変えてみるなど、いろいろな工夫をしましたが、これでもまだ完全に設定間違いはゼロにはならない。ただし、やはり10年前、15年前と比べれば、明らかにこういったヒヤリハット事例というのは減っていると感じております。

このように、私どもは100点を目指しながら設計は進めているのですが、どうしても達せない部分というところがございます。これを機器特性の限界とさせていただきましたが、ポンプを使っていると何でもできてしまう、人間が全く関与しなくても安全が確保できるのだと、そういった期待を持たれるケースがございます。この期待と、実際の装置が持っている機能にはギャップがあることになります。

それから、これは耐久機器の場合ですが、長年使いますと、当然のことながら使用状況によって装置そのものの劣化が起りまして、きちんと性能が出せなくなるケースがあります。この限界を補完するために私どもに残る方法としては、注意事項の伝達です。これは添付文書、取説というかたちで情報提供、それからメンテナンスの実施です。こういったことをきちんと繰り返して、性能、機能を維持していただきたいという願いをしております。

ただし、先ほど添付文書と取説というかたちでお話しをしましたが、分かりやすさであるとか、本当にこれで効果があるのかと、情報伝達に関するいろいろな問題がございます。それを解決するために、もう少し分かりやすく院内研修の勉強会をしていただくためのツールの支援であるとか、院内で点検していただくための研修支援であるとか、こういったものを私どもは進めさせていただいております。

当然、市場に出た後も、組み合わせの使用であるとか使用環境の変化、こういったもので新しい情報が出てくる。それから耐久性に関しても、物を世の中に出すためには加速試験で確認をしなければなりません、上市後もこれを引き続いて実負荷の試験をやって、試験結果の精度を向上させて、新たな情報があればお客さまにまた提供できる。こういった情報提供の仕組みを作っていこうと考えております。

最後になりますが、安全な医療の実現ということで、この医療安全のためには、機器は安全な機器が必要、それと適切な使用。ソフトとハードと二つの対応が必要である。もう一つが、メーカーと医療機関の皆さまの間で、機器を使ったらメンテナンス、機器管理をしていただく。それから、私どももサポート体制を準備しますので、機器特性をご理解して、これを院内の中で広めて継続教育をしていただける。こういう仕組みづくりについ

ては、医療機関の皆さま方にもご協力をお願いしたいということで、5個挙げさせていただきました。

医療の質・安全学会 第2回学術大会

ワークショップ6
「使用環境を考慮した医療機器の安全基準と安全管理体制」

**安全設計への取り組みと
安全使用に向けて**

2007年11月24日
テルモ(株)駿河工場開発課
沓澤章雄

安全な医療機器の開発

リスクを受容できるレベルまで低減するための手段

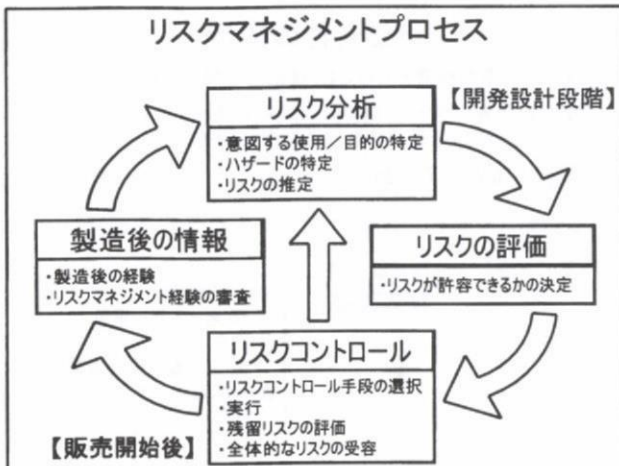
優先順位 ↑

- a) 設計による本質的な安全
- b) 医療機器自体または製造工程における防護手段
- c) 安全に関する情報

これらの手段により、

- ◆ 危害の重大さを減少させる。
- ◆ 危害の発生確率を減少させる。
- ◆ 両者を減少させる。

JIS T 14971 リスクコントロールの手段



開発・設計思想の変化

◆ 機器の信頼性・耐久性向上
故障しにくい、故障しても危険な状態にならない (Fail Safe)

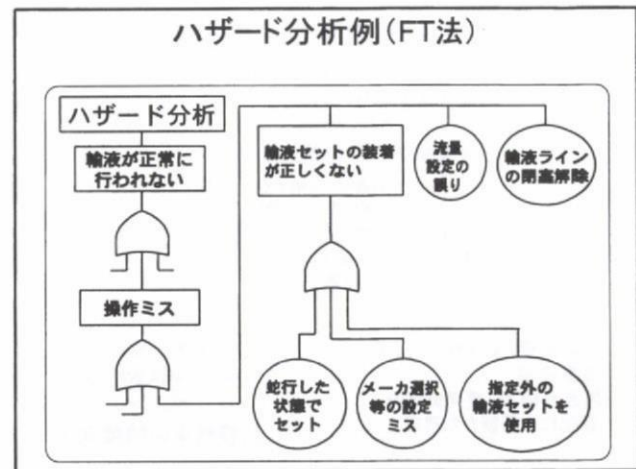
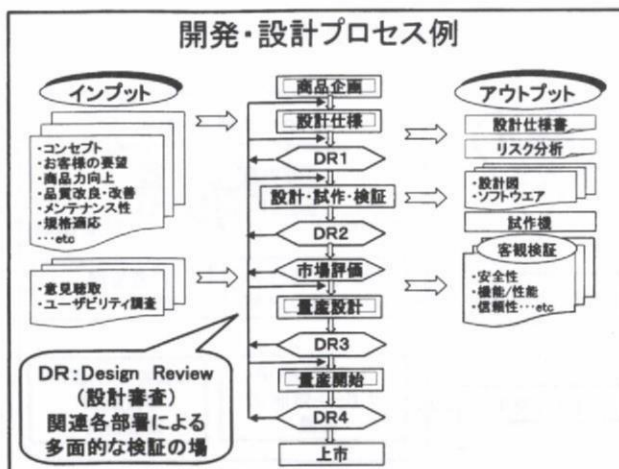
医療行為 ↑ ヤリハット ↑ 医療機器 ↑ ヤリハット ↑ 付随操作

- ・スキル発揮しやすくする
- ・スキルが無くても使える
- ・熟達期間が短くできる

スキルに無関係な項目
「使い難さ」を徹底的に排除

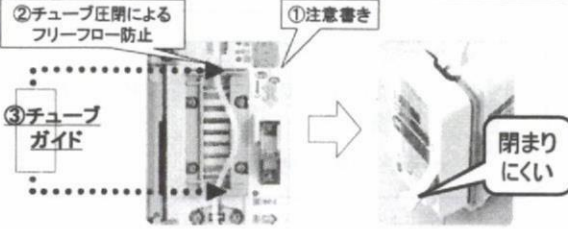
◆ 使い易さ・間違いが起こりにくい操作性

- ・誤操作で危険な状態にならない (Fail Safe)
- ・誤操作が起こりにくい (Fool Proof)



事例① 輸液セットの誤装着

輸液セットがポンプ送液部に正しく装着されず、フリーフローにより薬液が急速に注入された。



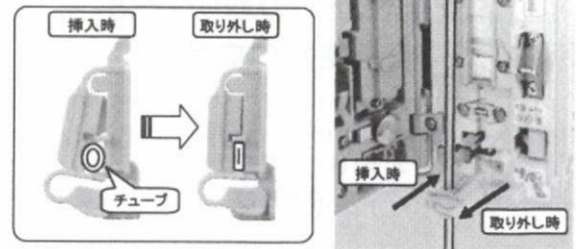
④AIS(アンチ-イレギュラー-セット)機構
- チューブが真っ直ぐ装着されないときドアが閉まりづらくなる

チューブ脱着時のエラーへの展開

チューブ取り外し時、ローラクレンメ操作忘れによるフリーフロー

●アンチフリーフロー(AFF)機構

ポンプからチューブを外す際、AFFクリップがチューブを自動的に圧閉



事例② 設定値の入カミス

- ・流量設定を一桁間違え10倍量を投与
- ・流量と予定量を入れ間違えて、急速注入が起きた



- ①専用窓・常時表示
- ②数字の色、大きさ
- ③入力選択スイッチ
- ④ドア状態に寄る設定ロック
- ⑤流量設定に上限、注意喚起
- ⑥流量≧予定量の時はアラーム



機器特性の限界

安全な医療機器開発を進めても、技術的な限界があります

- 性能・機能に対する『期待』と『事実』のギャップ
- 使用環境による医療機器自体の劣化や故障

◆限界を補完するために

情報(注意事項)の伝達

メンテナンス実施

添付文書

取扱説明書



- 使用前点検: 使用する度を実施
- 周期点検: 指定の期間毎に実施
- 定期点検: 1年に1回が目安

メーカー側の更なる取り組み

- ◆院内研修・勉強会の支援
- ◆啓発活動のための、各種ツールの提供
- ◆点検の推奨・研修支援

- 使用前点検: 使用する度に
- 周期点検: 指定の期間毎に
- 定期点検: 1年に1回が目安

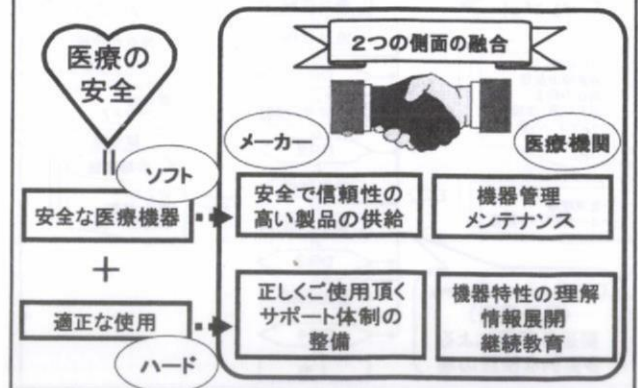
- ◆保守点検付きリース契約の用意。。。等

- ・技術限界/物理特性による注意事項
- ・組合せ使用/使用環境の変化による新たな事項

加速試験と、実時間・実負荷による試験との併用

試験結果の精度向上

安全な医療の実現



小野 哲章

神奈川県健康福祉大学 教授

医療機器が生まれてから死ぬまでの、設計されて製造、販売、そして医療機関に受け入れられて使用、保守、廃棄、更新、これが医療機器のライフサイクルと言われるものですが、このライフサイクルのいたるところに事故の要因はあるわけです。このどこかに瑕疵があっても、それが顕在化するのには「使用の段階」になるわけです。(スライド2)

このようにつながっているシステムは直列系と言いますが、ご存じのように直列系システムは脆弱です。全体の信頼度は個々の信頼度の掛け算になりますので、1カ所悪いところがあればそれは全体に響きます。例えば1カ所の信頼度が0.1のところがあると、例え、他のそれぞれが0.9という信頼度があっても、全体の信頼度は0.09以下に下がるということになるわけです。ですので、どの部分も見逃さないということになるわけです。

それでは、この全ステージにわたって、現状がどうなっているのかということを考えてみたいと思います。(スライド3)

医療機器設備のリスクの潜む箇所としては、設計の段階の人間工学的な設計が悪いとか、あるいは機器の不具合、製造ミスだとか、あるいは突発的な故障とか、それから設備との不整合、設備の不具合、設備がうまくないから機械がうまく動かないというようなこともある。大きな問題は、誤操作の問題、使用ミスであるとか誤適用、あるいはアラームへの不対応です。このほか医療機器同士の干渉、あるいは外からの干渉もあります。干渉には電磁波での干渉もあれば、振動とか熱とか、こういうものもあるわけです。こういうものに、それぞれリスクの原因がある。先ほどのご報告では、誤操作の部分での人的ミスというところが大きいわけです。人的ミスの中にも、人的ミスを誘発する機械側の問題というものもあります。(スライド4)

これに対してどうしているかということ、系のどこかが破綻すれば使用段階での不安全が生じるわけなので、現在我が国では、制度上その破綻が起こらないように、各ステージに規制ないしは資格が設けられています。(スライド5)

設計、製造、販売のステージでは、主に薬事法で規制されています。製造には、薬事法に基づく安全確保が義務付けられています。それは許認可制度で監視するわけですが、薬事法を背景に審査、監視側に製造側が努力した結果を専門的にチェックする体制ができている。厚労省とか最近できた総合機構、これです。それで、不安全な機器が市場に出回ることのないようになっているはずであるわけです。(スライド6)

許認可の時にはさまざまなことがあります。主に効能と安全が審査されます。安全性については、JIS もしくは IEC、ISO 基準が基準になります。そして、これらの製造基準に従って、それぞれが製造されてくる。主なところは、JIS T 0601-1で「安全のバイブル」