

## 動脈チャンバー内圧を用いた新しい 実血流量推定法の開発

- 宇治 博通<sup>1)</sup>、中村 光<sup>1)</sup>、東田 篤樹<sup>1)</sup>、濱崎 晃<sup>1)</sup>、本行 美貴<sup>1)</sup>、宇野 圭祐<sup>1)</sup>、  
小笠原 康夫<sup>1)</sup>、小野 淳一<sup>2)</sup>

1) 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床工学科

2) 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床工学科/川崎医科大学付属病院 MEセンター

本演題に関する内容は  
現在特許申請準備中ですので  
公開できません。

## 人工心肺用ローラーポンプの 装着チューブ内面に及ぼす影響について

○ 東谷 侑亮<sup>1)</sup>、馬渡 瑞歩<sup>1)</sup>、石原 国彦<sup>1)</sup>、谷川 浩司<sup>2)</sup>、文谷 政憲<sup>2)</sup>、  
氏原 友三郎<sup>1)</sup>

1) 徳島文理大学 保健福祉学部 臨床工学科

2) 徳島文理大学 理工学部 ナノ物質工学科

### 【はじめに】

人工心肺用ローラーポンプは流量調節や吸引が容易であり小児用の送血ポンプや吸引用として汎用されている。この使用で懸念されているのは血液損傷であり長時間の使用は血液に悪影響を及ぼすとされている。しかし、我々はローラーポンプに装着されたPVCチューブ(以下PVC)にも大きい影響が及ぼされると考え、使用後のPVCの内面を顕微鏡下で調査した結果、損傷や損傷片の遊離、溶解物と推測される現象を確認した。

### 【方法】

人工心肺用ローラーポンプで送血等に使用される3/8と1/4インチのPVCの中に蒸留水を水封し、それぞれ1m程度の長さの閉鎖回路を作成した。その閉鎖回路を人工心肺用ローラーポンプに装着し、4時間のポンプ作動後のPVC内面と閉鎖回路内蒸留水を遠心分離機にかけて乾燥させたものを、デジタル顕微鏡や走査型電子顕微鏡を用いて調査した。PVCはTERUMO社、JMS社、MERA社の3製品について比較調査した。

### 【結果】

TERUMO社製については、使用前のPVC内面は滑らかであった。使用後のPVC内面は擦れた痕跡と損傷を確認した。また、ローラーポンプが当たっている部分と当たっていない部分のどちらも使用前の滑らかさに比べ、コーティングが剥がれたような凹凸が確認された。蒸留水を遠心分離器にかけて乾燥させたものを観察すると、溶解物が固形化したものと、損傷片と思われる異物が確認された。MERA社製については、使用前からPVC内面に凹凸が確認された。使用後のPVC内面は、凹凸と擦れた痕跡が確認できた。蒸留水を遠心分離器にかけて乾燥させたものを観察すると、損傷片と思われる異物が確認された。JMS社製については、使用前のPVCは凹凸もなく滑らかなであった。使用後のPVC内面に凹凸と擦れた痕跡が確認できた。蒸留水を遠心分離器にかけて乾燥させたものを観察すると、損傷片と思われる異物が確認された。3社全てに7～35 $\mu$ m程度の損傷と損傷片と思われる痕跡や異物が確認された。

### 【考察】

ローラーポンプでのPVC使用は、PVC内面に多くの損傷や損傷片を発生させ、その損傷片は遊離していると考えられた。また、TERUMO社製PVCの内面コーティングは剥離溶解していることが疑われた。確認された異物に関しては、動脈フィルターのサイズが20～40 $\mu$ m程度であることより、それより小さいサイズは通過してしまうことから、生体に対し悪影響を及ぼすのではないかと懸念された。

## タイマーシステムを用いた 閉鎖空間内行動モニタリングシステムの開発

○ 金山 凌<sup>1)</sup>、豎元 将己<sup>2)</sup>、池上 咲<sup>3)</sup>、下峰 永子<sup>4)</sup>、西手 芳明<sup>1)</sup>

1) 近畿大学 生物理工学部 医用工学科、 2) 日本赤十字社和歌山医療センター 臨床工学技術課  
3) ベルランド総合医療病院 臨床工学室、 4) 和歌山県立医科大学付属病院 臨床工学センター

### 【はじめに】

今日、一人暮らしの高齢者が増加傾向にあり、トイレや浴室など閉鎖空間における体調の異変が危惧される。閉鎖空間における体調の異変は発見が困難であり、処置が遅れてしまうと重篤な状態に陥る場合が想定される。このことから警報とメールにより閉鎖空間における異変を外部に知らせるシステムを試作した。また、警報発生後でも重篤な状態でない場合は、異変がないことを再通知するシステムも試作した。

### 【方法】

圧力センサ3つ(入退室, 在室, アラーム解除用)とフォトレジスタ(照明用)をパーソナルコンピュータと接続し、プログラミングソフトVisual Basic®2017を用いて、センサ及びタイマーを制御することで閉鎖空間の入室から在室および退室時間を測定できるシステムを構築した。このとき体調異変が発生した場合を想定し設定時間を超過した時点で警報が発報するよう設定を行った。

設定は、照明点灯(フォトランジスタ)→照明用タイマー始動→出入り口マットを踏む(圧力センサ1)→入室用タイマー始動→椅子に座る(圧力センサ2)→入室用タイマーが在室用タイマーに切り替わる→着席5秒後→警報発報→着席10秒後異変通知メール送信、その後異変が無い場合は解除スイッチ(圧力センサ3)によって異変がないことをメールで再通知する、という方法を用いた。また、体調異変中に誤って解除スイッチが反応した時を考慮し、照明用タイマーが90秒経過すると、警報が発報しメールの送信を行うシステムとした。

### 【結果】

照明点灯によりフォトレジスタおよび照明用タイマーが始動し、消灯までタイマーは作動し、圧力センサ1の反応により入室用タイマーが作動し、圧力センサ2が反応するとタイマーは在室用タイマーに切り替わった。また在室用タイマーが5秒を超えると警報が発報、10秒を超えると異常通知メールが送信されることを確認し、その後圧力センサ3が反応すると異常がないことを通知するメールが送信されることを確認した。さらに、在室用タイマーが90秒を超えると警報が発報しメール送信することを確認した。

### 【考察】

閉鎖空間内における経過時間を測定することで外部に異変を通知するシステムを作製した。しかしながら、人の行動は多種多様であることからセンサの設置方法や精度向上が必要であると考えられる。

## Nasal High Flow(NHF)における設定流量及び開口率の変化がCO<sub>2</sub>洗い流し効果に与える影響について

○井上 翠、河村 将熙、武藏 健裕

広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科

### 【はじめに・目的】

Nasal High Flow(NHF)は鼻咽頭腔の呼気ガスを洗い流すことで、CO<sub>2</sub>の再呼吸を防ぎ死腔量が軽減される。CO<sub>2</sub>洗い流し効果は設定流量や開口状態に影響を受けると考えられるため、これら要因の変化がCO<sub>2</sub>洗い流し効果に与える影響について実験的に検討した。

### 【方法】

TTLモデル肺(MICHIGAN INSTRUMENTS:2600i)の左右両肺を固定し、片肺を人工呼吸器により換気することで自発呼吸モデル肺(以下、モデル肺)を作成した。モデル肺に模擬気道とYピースを接続し、Yピースの片方へ模擬口、もう片方へ模擬鼻腔と模擬鼻を接続した。また模擬鼻に鼻カニューレ(Fisher & Paykel:Optiflow : Mサイズ)とNHF装置(Fisher & Payke : AIRVO<sub>2</sub>)を接続した。模擬口の開口率は0, 5, 10, 15, 20, 40, 60%となるように作成した。NHF装置の流量を30, 40, 50, 60L/minに設定し、人工呼吸器(MAQUET : SERVO-S)は一回換気量470ml, 呼吸数15回/分, I:E 比1:2に設定した。カプノメータ(日本光電工業株式会社:OLG-2800)はモデル肺と模擬気道の間に接続し、自発呼吸時にPETCO<sub>2</sub>が40mmHg(炭酸ガス流量:30ml/min)となるように設定した。開口率5%を正常状態とし、設定流量と開口率を変化させ各条件にてPETCO<sub>2</sub>の変化を5回測定した。結果はStudent' st検定を行い、 $p < 0.05$ にて統計学的に有意な差があったとした。

### 【結果】

正常状態では設定流量30, 40, 50, 60L/min時、PETCO<sub>2</sub>は順に28.0, 27.0, 26.2, 26.0mmHgを示し、設定流量が大きくなるとともに有意に低下した。また開口率を上昇させた場合においても同様な結果が認められたが、高流量設定では開口率が増加してもPETCO<sub>2</sub>の減少は小さくなった。

【考察】高流量設定時に開口率増加がPETCO<sub>2</sub>減少に与える影響が少なくなったのは、高流量によって吸気時の口からのリークが増加するためだと考える。そのため、設定流量の方が開口率よりもCO<sub>2</sub>洗い流し効果に与える影響が大きいと考えられる。

### 【結語】

CO<sub>2</sub>洗い流し効果を得るには設定流量と開口率を考慮する必要があるが、開口率よりも設定流量が及ぼす影響が大きいと示唆された。

## 長時間透析における脱血圧変化・時間変化がポンプチューブの劣化と流量特性に与える影響について

○ 北川 園茄、中村 勇太、武藏 健裕

広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科

### 【はじめに・目的】

現在、標準的な週3回1日4時間の透析に加えて、近年では患者のニーズに合わせた長時間透析やオーバーナイト透析、頻回透析など様々な透析が可能となってきている。血液透析回路の標準的な使用時間である4時間を超えた透析では、回路にかかる負荷がより大きくなるものと推測される。本研究では、血液浄化用ローラーポンプを長時間運転させた際にかかるポンプチューブの劣化が、流量特性に与える影響について実験的に検討した。

### 【方法】

血液透析回路(JMS:JJ-L2000)と血液浄化装置(日機装:ADC-27)を用いて循環回路を作製した。恒温槽にて37℃に加温した水道水を灌流液として使用し、毎分200mlで流した。クレンメを用いて脱血圧が-50、-150、-300mmHgとなるように維持した。メスシリンダー、デジタルノグス(新潟精機株式会社:DT-200)を用いて開始時、4、8時間後の実流量と外径を測定した。さらにデジタルマンメーター(HODAKA:EM-W)と血管形成バルーン用加圧器(ペルーズメディカル社:アンギフレータ)を用い、吸引負荷(-1、4、7、10、13ml)に伴う圧力変化を測定しコンプライアンス(ml/mmHg)を算出した。各条件にて5回ずつ測定し、統計学的解析はstudent's t検定にて $p < 0.05$ で統計学的に有意な差があるとした。

### 【結果】

脱血圧が-50mmHgの場合は、時間経過による実流量の変化に有意な差は認められなかった。しかし脱血圧の陰圧が強くなるにつれて実流量は有意に減少し、脱血圧-300mmHgにおいては、開始直後と比較し8時間後では-8.3%の有意な流量低下が認められた。ポンプチューブの形状変化は、時間経過に伴い、ポンプに押し潰される方向の外径は減少し、それと垂直方向の外径は増加する傾向を示した。さらに、吸引負荷に伴うコンプライアンス変化については、脱血圧-50mmHgと比較し-300mmHgにおいて有意に増加し、時間経過による影響は認められなかった。

### 【考察・まとめ】

短時間でも極度の陰圧が発生した場合にはコンプライアンスの増加が認められ、これによりポンプチューブが虚脱しやすく・元の形状に戻りにくくなり、実流量が減少したと考えられる。

## カフ上部吸引における体勢(体位・角度)と痰性状が吸引量へ及ぼす影響に関する基礎検討

○桑原 知優、竹中 佑介、武藏 健裕

広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科

### 【目的】

気管チューブのカフ上部吸引は人工呼吸器関連肺炎の予防に効果的と言われている。しかし吸引時の体勢による影響については明確になっていない。そこで模擬痰の粘度、患者の体位、ベッドの角度の違いが吸引量へ与える影響について実験的に検討した。

### 【方法】

内径20mmの亚克力円管にて模擬気道を作成し、気管内チューブ(内径6mm, 外径9mm)を挿入留置した。カフ圧を30cmH<sub>2</sub>Oとし、カフ上部に5mlの模擬痰を貯留させた。模擬痰はポテトスターチ水溶液を使用し、低粘度痰(1%), 基準粘度痰(3%), 高粘度痰(5%)の3種類を作成した。体位は仰臥位、右側臥位、伏臥位の3つとし、ベッドの角度は模擬気道の角度を0, 30, 60, 90度の4つとした。カフ上部吸引の回路は、気管チューブのサクションラインに5mlシリンジと圧力計を三方活栓で接続し作成した。模擬痰の吸引方法は、三方活栓閉塞時にシリンジで5ml吸引時の陰圧負荷を発生させ、三方活栓を開放し吸引した。吸引量は吸引前後での重量変化にて測定した。各条件にて5回ずつ測定し、student's t検定にて $p<0.05$ で統計学的に有意な差があったとした。

### 【結果】

粘度による違い(仰臥位・30度)は1%, 3%, 5%の順に4.22, 1.69, 0.47gと吸引量が有意に減少した。体位による違い(30度・基準粘度痰)は仰臥位、側臥位、伏臥位の順に1.69, 0.58, 0.47gであり減少傾向を認めた。角度による違い(仰臥位・基準粘度痰)は0, 30, 60, 90度の順に1.51, 1.69, 1.54, 1.88gと有意差は認められなかった。

### 【考察】

模擬痰粘度の上昇に伴い吸引量が低下したのは、同じ吸引圧を負荷しているため、粘度が高いほど粘性抵抗が増加したためと考えられる。また模擬痰は重力の影響で身体の底側に貯留するため、吸引孔が背側に来る仰臥位において吸引量が増加したと考える。さらに仰臥位は角度の変化に関係なく吸引孔周辺に模擬痰が集中するため吸引量に大きな差が生じなかったと考える。カフ上部吸引での推奨角度はないが、人工呼吸器関連肺炎予防バンドル2010改訂版において人工呼吸管理下では30度での管理を目安としており、30度での吸引が推奨される。

### 【結語】

カフ上部吸引では、吸引孔の位置を考慮する必要があり、患者の体位やベッドの角度が吸引量に影響を及ぼす可能性が示唆された。