

抄 錄

学 生 演 題

S1-1

穿刺イメージトレーニングシステムの試作
～模擬穿刺針の軽量化と音を使用した針深度の判別～

○永井 理一, 小林 寛

広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科 臨床工学専攻

【背景・目的】血液浄化業務の1つである血液透析ではバスキュラーアクセスに穿刺を行う。その際にスムーズに穿刺を行うため、経験や感覚を養う訓練が必要である。これまでに穿刺訓練をより安全で反復して行う事を目的とした穿刺イメージトレーニングシステムを試作した。このシステムは変位センサ(アンプ内蔵式 LVDT, 重量100g)と加速度センサをシリンジ(容積50mL, 直径31mm)に取り付けることで模擬針とした。そして各センサから送られる信号を小型マイコン Arduino を介してゲーム総合開発環境 Unity に取り込み、模擬針とディスプレイ上の穿刺針を連動させた。さらに血管の位置と太さを設定可能とした。しかし模擬針の直径や重量が大きく実際の穿刺針と違うこと、ディスプレイ上の数値を注視しながらの練習が難しいこと等の課題が残った。そこで今回はこれらの解決方法を検討した。

【方法】変位センサとしてスライド可変抵抗(幅7.5mm, 高さ6mm, 重量4g)を使用した。模擬針は中心にステンレス棒(直径2mm)を配置し、これに皮膚及び血管の弾性を再現するためのバネと変位センサを固定した。またこれらを内蔵させる外筒を3Dプリンタで作製した。さらに穿刺針の深度に応じて音の周波数が段階的に変化するプログラムを作成した。前回同様に針先がディスプレイ上の血管に触れる際に赤色 LED を点灯させた。

【結果・考察】前回試作した模擬穿刺針と比較した結果、幅は31mmから13mm、重量は100gから25gとなり、小型化及び軽量化に成功した。これによってより実践的なトレーニングが可能であると考えられる。

また穿刺針の深度が段階的に音で判断できるようになった。このため手元の操作に専念しつつ適切な穿刺速度の把握が容易となった。そして針先が血管内腔に入った時点で LED が点灯するため針を傾けるタイミングが確認できると考えられる。

現時点では模擬針に2つのセンサが付いているため持ち手の形状が実際の穿刺針と異なる。また皮膚及び血管の感触が再現出来ていない。そのため今後は持ち手の形状や穿刺時の感触の再現性を改善し、さらに効果的なトレーニングシステムの開発に取り組む予定である。

S1-2

血液透析療法における除水量とクリアランスの関係性について

○阿河 孝明, 工藤 哲

徳島文理大学 保健福祉学部 臨床工学科

【はじめに】血液透析療法ではダイアライザーを介した溶質除去が行われており、その原理は濃度差による拡散と限外濾過(以下では除水とする)に伴う対流である。これらは血液流量、透析液流量、除水量等の操作条件によって影響を受ける。今回、除水量によりダイアライザーの局所の血液流量が血液側入口から血液側出口に近づくにつれて減少することが、拡散に影響を及ぼすのではないかと考え、除水量の違いによるクリアランスの差を実験により検討したので報告する。

【方法】実験は KNF 製ダイアフラムポンプ LIQUIPORT NF100TT18S を使用してダイアライザーの血液側に NaCl 溶液を還流し、透析液側に RO 水を還流させ血液側の入口及び出口、透析液側の入口及び出口で NaCl の濃度を ATAGO 製ポケット塩分計 PAL-SALT によってそれぞれ3回ずつ測定しクリアランスを求めた。操作条件は血液側流量を 200 mL/min、透析液側流量を 500 mL/min とし、除水量を 0 mL/min、10 mL/min としそれぞれクリアランスを求めた。今回ダイアライザーはウェービング糸を使用している APS-15SA で実験を行った。

【結果】3回の測定の平均値として除水量が 0 mL/min のとき血液側入口濃度は 0.91%、血液側出口濃度は 0.03%、クリアランスは 193 mL/min であった。また、除水量が 10 mL/min のとき血液側入口濃度は 0.96%、血液側出口濃度は 0.03%、クリアランスは 194 mL/min であった。

【考察】NaCl は水溶液中で電離しナトリウムイオンと塩化物イオンとして存在するが、これらの分子量は 30 未満であり小さい。そのため、拡散による除去が支配的であり除水量にかかわらずクリアランスの変化はわずかであったと考える。今回の除水量は 0.6 L/hr に相当するがこの程度の除水量では、局所の血液流量の変化も僅かであり分子量の小さい物質のクリアランスに影響は及ぼさないことが分かった。しかし、今回は限外濾過量が 10 mL/min の場合のみの結果であるため、除水量をさらに増加させた場合のクリアランスへの影響を検討する必要がある。また、中空糸がストレート糸の場合ウェービング糸と流動状態が異なるため、除水量の影響について両者の比較を行う予定である。

S1-3

透析時の血液回路の振動計測による脱血不良の早期発見方法の検討

○仲井真 幸矢

広島国際大学 保険医療学部 医療技術学科 臨床工学専攻

【緒言】透析時の脱血不良は、血液回路に過度の陰圧がかかり循環する血液に負荷がかかるばかりか、ダイアライザへの流入血液量が減少し透析量の確保が困難になり、脱血不良の早期発見・対処は極めて重要である。脱血不良時には動脈回路内の血流にバックフローが発生するが、回路外からこのバックフローを検出する方法について着目し、今回は振動計を用いて血液回路の揺れ及び血液回路内の液体の振動を回路外から定量的に測定し、振動検出が脱血不良の早期発見方法になり得るかにについて実験的な検討を行った。

【方法】透析用監視装置(ADC-27 日機装)に血液回路を装着し、グリセリンにて粘度を血液に合わせたリンゲル液を灌流し、ピロー外径、静脈圧の通常のモニタリングの他、脱血圧測定のためにデジタル圧力計(HT-1500N EDEMA)をピローと血液ポンプの間に挿入し、また電磁流量計(MFV-2100 日本光電)を血液ポンプ出口に装着し実血流量(mL/min)とその流量波形を計測し、バックフローの発生を確認できるようにした。振動の測定は振動計(VB-8200エムケー・サイエンティフィック)を用い、①血液回路上の7箇所の血液回路の揺れ、②ポンプチューブに振動センサを圧着したときの振動を速度(mm/s)及び加速度(mm/s²)にて計測し、血液ポンプの流量設定を200mL/minとして脱血回路をピンチコックにより段階的に狭窄し、脱血圧を徐々に低下させて脱血不良状態としたときの振動及びその他のパラメータを同時測定した。

【結果】脱血不良時の血液回路の振動は加速度よりも速度で大きかった。

①血液回路の揺れは血液ポンプより下流の特に抗凝固剤注入ライン付近が大きく、バックフローが生じ優位な脱血不良が認められる脱血圧-200mmHgで有意な振動の速度の増加が認められた。

②ポンプチューブに直接装着した振動の速度も同様であった。

【考察】透析時の血液回路の揺れは脱血不良の目安になることが一般に知られているが、本研究によりその揺れを振動として定量的に測定することによりバックフローの発生を検出することが可能であった。またポンプチューブから直接的な検出法と合わせて、振動測定は脱血不良を早期発見するモニタリング法として有用であることが示唆された。

S1-4

ピストンポンプ式シングルニードル透析(PP-SND)における電磁弁の最適設定に関する検討

○角田 圭亮¹⁾、山本 遼河¹⁾、西橋 章博¹⁾、宮城 亮太¹⁾、藤本 凌河¹⁾、小笠原 康夫¹⁾、小野 淳一¹⁾²⁾

1)川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床工学科

2)川崎医科大学附属病院 ME センター

【緒言】我々が考案したピストンポンプ式シングルニードル透析(PP-SND)は、動脈チャンバー上部にピストンポンプ、動脈チャンバーの前後の2つの電磁弁(A, V 弁)から構成され、従来のSNDと比較し有効血流量を増加できる。しかし、ピストンポンプと電磁弁を同時に動作させると逆流が生じるため、電磁弁の開閉調整を行う必要がある。本研究ではPP-SNDのピストンポンプ駆動に対する電磁弁の最適な設定方法について検討する。

【方法】逆浸透水による水系実験を用いて、PP-SND 駆動回数を変化させた際の動脈チャンバー前後の血流量を測定した。PP-SND の駆動設定は、PP 駆動容量30mL、駆動回数は5、10、15回/min、脱送血比5:5、待ち時間70%に固定し、血液チャンバーの初期充填率を17%に設定した。動脈チャンバー前後に流量計HT-310を設置し、AD変換器PowerLabによりサンプリング周波数1kHzにて記録した。電磁弁駆動パルスから順流量が得られるまでの時間を総遅れ時間と定義した。

【結果】PP-SNDの駆動に伴う総遅れ時間は、駆動回数5回/minにおいて、開放時A弁173±7ms、V弁133±2ms、閉塞時A弁42±2ms、V弁38±7msと総遅れ時間は開放時に延長していた。また、駆動回数の増加によりA弁の開放時総遅れ時間は173±7→311±5msと延長した。

この際の電磁弁の駆動パルス発生から逆流発生までの時間に延長は認めなかったが、逆流時間は82±1→238±10msと著明に延長した。

【考察】PP-SNDの総遅れ時間を検討したところ、電磁弁の開放時、特にA弁において著明な延長を認めた。この原因は逆流時間の延長に起因していた。A弁において逆流が発生する機序として、動脈チャンバーと脱血部との落差により発生した陰圧に対してピストンポンプの移動により発生する吸引圧がピストンポンプ動作初期には小さいために発生したと考えられた。また、駆動回数の増加により動脈チャンバー内の空気の圧縮性の影響が大きくなり逆流時間の延長が生じたと考えた。

【結語】ピストンポンプ駆動に対する電磁弁の最適な設定方法にはチューブまでの動作距離、逆流、空気圧縮の影響を加味する必要がある。

S1-5

透析施行中におけるヒーターからの漏れ電流の検証

○松下 由美, 菊池 大紀, 清水 涼雅, 原田 綾, 柳樂 映智,
堀 純也

岡山理科大学 理学部 応用物理学科 臨床工学専攻

【はじめに】医療機器の漏れ電流は、電気的安全の面において重要視されるべき項目の1つである。われわれは、これまでに人工透析装置稼働中に透析液を伝わって人体に漏れ電流が流れ込む可能性があることを報告したが¹⁾、原因の追究にまでは至らなかった。透析装置の中で大きな電流の発生源となるものの1つがヒーターである。そこで、本研究では透析液中に流れる漏れ電流の主要因がヒーターかどうかを検証した。

【方法】透析液を模擬血液としてプライミングを行った後、まず、電源を入れた直後の正常状態(NC)における接地漏れ電流を測定した。次に保護接地線の断線を模擬した単一故障状態(SFC)における接触電流および患者漏れ電流(穿刺針先端部と大地間)を、準備完了状態、透析実施時の条件でそれぞれ測定した。また、ヒーターへの電源供給ラインを外した状態で透析実施時の患者漏れ電流についても測定を行った。全ての漏れ電流は正極性、逆極性の両方の値を確認し、大きい値を漏れ電流値とした。なお、透析実施時の測定は、血液流量 $Q_B = 200 \text{ mL/min}$ の条件で行った。

【結果】電源を入れた直後の接地漏れ電流はNCで $133 \mu\text{A}$ であった。SFCにおける接触電流も $133 \mu\text{A}$ であった。透析液の流れが止まった状態において、血液ポンプだけを稼働させてSFCにおける患者漏れ電流を測定したところ、 $16 \mu\text{A}$ となった。その後、透析を開始し、透析液が流れはじめると、SFCにおける患者漏れ電流は $106 \mu\text{A}$ となることが確認された。ヒーターへの電源供給ラインを外し、透析を行った状態でSFCにおける患者漏れ電流を測定したが $107 \mu\text{A}$ となり、漏れ電流の値に大きな変化はなかった。

【考察】透析液の流れの有無で患者漏れ電流は大きく変化した。ヒーターへの電源供給ラインを外しても漏れ電流値に大きな変化はなかった。本研究の結果から、ヒーターが原因となつて漏れ電流が流れ込んでいる可能性は低いことが示唆された。

【まとめ】本研究では、透析液を介して患者漏れ電流をもたらす原因がヒーターであるかどうかを検証した。実験の結果、ヒーターは主要因ではないことが示唆された。

【参考文献】

- 1) 堀純也, 吉田大樹, 「人工透析装置稼働中における漏れ電流の検証」, (公社)日本臨床工学技士会誌, Vol.63, p.150 (2018)。

S1-6

在宅透析における物品管理システムの構築

○藤原 光翼, 吉田 知司, 樫野 真

徳島文理大学 保健福祉学部 臨床工学科

【はじめに】在宅透析療法(HHD)を受けている患者数は2017年末現在で684人であり、小幅であるが増加傾向にある。A病院にご協力頂きHHDの実施状況や問題点などについて聞き取り調査を行った。その際に、HHDに使用する材料の物品管理が問題点としてあがった。ダイアライザーなどHHDで使用する材料を患者がどの程度使用したのかを正しく把握し、過剰な処方量にならないためのシステムを構築すべく検討を行った。本研究は、材料の物品管理を目的とし、Android端末(端末)用スマートフォンアプリ(アプリ)を開発し、医療機関内のサーバーでデータベース(DB)管理を行うシステムの構築を行った。

【方法】利用者が端末を用いてダイアライザーのバーコードを読み込み、開発したアプリによりHHDに必要な物品を管理し、DBを更新することで容易に物品の管理が可能となるシステムを構築した。端末には(MediaPad T3; HUAWEI)を使用し、アプリ開発はMIT App Inventor 2(MIT)、バーコード読み込みには、QRコードスキャナー(ZXing Team)、DBは、Firebase(Google)を用いた。

利用者は、DBの情報から必要な物品の把握と管理運用が可能になる。アプリでは、バーコードを読み込むことで物品を使用したこととしDB内の物品状況へ反映し、現状の在庫や使用状況などを容易に管理可能な仕組みを実装した。

【結果】ダイアライザー添付のバーコードを端末で読み込み物品として認識させた。アプリでは、バーコードを読み込むことで物品を使用したこととしDB内の物品状況へ反映し、現状の在庫や使用状況などを容易に管理可能な仕組みを実装した。

【考察】スマートフォンに付属しているカメラで、ダイアライザーのバーコードを読み込むだけでHHDの材料を使用したか否かが判断できたことは、患者の利便性や医療機関側の作業軽減に繋がれると推察できる。このことは、HHDが抱える問題点を一つクリアできると考えられ、今後のHHD普及に繋がることが予想される。

今後は、物品管理のDBを実際の医療機関で使用できるレベルにすることを目標にしている。そのためには、JAVA言語によるデータベースを構築する必要がある。また、物品管理以外の問題点も解決し、患者にとって有用性があり、医療機関でのさらなる作業軽減に繋がる検討を行いたい。

S2-1

IABP バルーンの動態調査

○渡名喜 姫香, 岡田 祐輝, 鶴本 雅信, 工藤 哲, 後藤 朱里, 檜野 真, 中川 隆文, 吉田 知司, 上田 雅彦, 藤岡 譲, 石原 国彦, 氏原 友三郎

徳島文理大学 保健福祉学部 臨床工学科

【はじめに】IABP (intra-aortic balloon pumping) における駆動中バルーンのインフレーション、デフレーションの状態を調査することで圧補助の効果について検討した。IABP の効果は、膨張収縮のガス量、タイミング・時間、均等な膨張収縮などの要素が考えられる。我々は駆動中のバルーン動態は、患者の自己の血圧や血流の影響を受け、均等な膨張収縮に影響を与えているのではないかと考えその検証を行った。

【方法】PCPS 回路を用いて心不全状態の流量と血圧を再現し、その流量下での IABP バルーンの動態を調査した。流量の設定は、BSA を日本人男性の平均身長・平均体重をベースとし、流量は Forrester 分類より CI を $2.2\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$ 以下とし、 $\text{CO}=\text{CI} \times \text{BSA}$ より流量を $3.6\text{L}/\text{min}$ 以下とした。

段階1：下行大動脈を模擬した透明のアクリル製の円筒内に、IABP の $7.0\text{Fr} \cdot 25\text{ml}$ のバルーンを留置し、PCPS 回路に接続することで模擬回路を作成した。PCPS 駆動中の円筒内のバルーンを高速度カメラで撮影することでその形状を調査した。また、円筒内の IABP バルーンによる回路内圧を測定した。

段階2：段階1の回路をさらにできるだけ人体の血管に近い状態にするため、円筒両端に弾性のあるゴムチューブ(以下チューブ)を接続した模擬回路を作成した。その模擬回路にはバルーンの種類を増やして調査するため $8.0\text{Fr} \cdot 35\text{ml}$ のバルーンを留置し、段階1と同様に撮影と圧測定を行った。

【結果】バルーン内圧の波形と膨張状態には、遅れるずれが生じており、diastolic augmentation の効果が終わるころに最大の膨らみになることを確認した。周りに流量がない時のバルーンはガスが送り込まれる側から先端のほうへ順次膨張していくが、流量により周りからバルーンに外圧がかかるほど途中形状が歪となった。

【考察】IABP バルーンの膨張に対して逆行性(血流としては順行性)の流量が多いほどバルーンにかかる周りからの外圧が高くなり、膨張の途中形状が歪になる傾向を示した。IABP の効果には一つは均等な膨張収縮などの要素が考えられることから、膨張の途中形状が歪となる事はその効果が悪くなるのではないかと考えられ、逆に流量が低い状態では効果が良くなるのではないかと考えられた。

S2-2

オクルーダの圧閉度変化による流体特性

○中尾 宗一郎, 高橋 秀暢, 守屋 樹

広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科 臨床工学専攻

【はじめに】オクルーダの圧閉度によりオクルーダを流れる流速を予測出来れば、人工心肺装置操作の簡易化に有用になると考えている。今回、オクルーダの圧閉度変化によりオクルーダを流れる流体がどのような変化を示すか検証したので報告する。

【方法】3つの異なる粘度 (1.88mpas , 2.84mpas , 3.60mpas) のグリセリン溶液を遠心ポンプにて人工肺回路を灌流させ、オクルーダを人工肺回路の送血側と脱血側に取り付け、人工肺回路を流れる流量を制御した。人工肺出口部に電磁血流計を設置し、人工肺回路を流れる灌流を測定した。オクルーダの前後のチューブには三方活栓を取り付け、そこからトランスデューサを経てオクルーダの前後圧力を測定した。

グリセリン溶液の各粘度にて、遠心ポンプの回転数一定とし、 $3.0\text{L}/\text{min}$ と $4.5\text{L}/\text{min}$ を灌流させて、送血側と脱血側のオクルーダ圧閉度 (Occ) により灌流量を変化させた。灌流を変化させるときは脱血側のオクルーダから5%ごとに絞り、送血側オクルーダを通る灌流量が脱血側を通る灌流量と等しくなるように送血側オクルーダを絞り、リザーバレベルが安定するように操作した。灌流量の変化ごとにオクルーダ入口圧と出口圧の差圧 (ΔP) と電磁血流計の流量 (Q) を計測した。計測値のばらつきを確認するために同じ内容を5回繰り返した。

【結果】流量 $3\text{L}/\text{min}$ においては Occ と Q の関係に脱血側 $R^2=0.937$ ($p<0.001$)、送血側 $R^2=0.871$ ($p<0.001$) であり強い相関性が見られなかったが、 $4.5\text{L}/\text{min}$ においては脱血側 $R^2=0.952$ ($p<0.001$)、送血側 $R^2=0.952$ ($p<0.001$) の強い相関性が見られた。また、各粘度レベルを合わせて分析すると、Occ と Q の関係に送血側 $R^2=0.85$ ($p<0.001$) と脱血側 $R^2=0.89$ ($p<0.001$) で相関性は見られなかった。しかし、Occ と ΔP もしくは Q と ΔP においては各粘度レベルを合わせて分析しても脱血側で $R^2=0.95$ ($p<0.001$)、送血側で $R^2=0.95$ ($p<0.001$) であり強い相関性が見られた。

【考察】症例によって血液粘度は異なるため、血液粘度が随時モニターできなければ実際に臨床で使用する際に Occ をもって Q をコントロールすることは困難である。ただし、 ΔP を測定出来れば ΔP から Q のコントロールまたは ΔP から Occ を予測することが可能であることが示唆された。また、Reynolds 数が大きくなるほど低い相関がとる傾向があるため、Occ と Q 間の低い相関はオクルーダ圧閉による乱流が影響しているのではないかと考える。

S2-3

ダクト管と穴あき板のサイズが音圧レベルに及ぼす影響に関する理論的研究

○坂田 佳夏子, 石原 国彦

徳島文理大学 保健福祉学部 臨床工学科

【はじめに】病院は静寂性が要求される場所が多く、病室では夜間は40dB以下、昼間は50dB以下が望ましいとされている。しかし病室にはエアコンのダクトがあり、そこから音が漏れる場合がある。従って何らかの防音対策が必要である。一般にダクト騒音を低減させるにはダクト壁面に吸音材を貼付けた、いわゆる吸音ダクトが用いられるが、吸音材が飛散するなどの問題が生じる。そこで多孔質吸音材を用いない新たな吸音材として穴あき板を用いようとする研究を行っている。先行研究で穴あき板の有用性は明らかにされているが、モデル実験における穴あき板の減音効果がモデルに比べ桁違いに大きい実機でも同様に得られるのか疑問である。そこで本研究ではこの疑問を伝達マトリックス法を用いた理論解析により明らかにする。

【方法】一次元ダクト解析モデルの断面変化する箇所および端部に番号を付け、伝達マトリックス法を用いて両端部の状態ベクトル $[P, U]^T$ の間の関係式を行列で表し、左端部に音源として単位粒子速度($U=1.0$)を与えたときの右端部に生じる音圧の式を求めた。この計算を周波数に対して行い、音圧レベルの周波数応答を計算した。解析ケースとして(1)縦100mm×横100mm×奥行き417mm、(2)縦150mm×横150mm×奥行き625.5mm、(3)縦200mm×横200mm×奥行き834mmの3種類の相似なダクトについて、穴あき板の挿入位置を全長を L として左から0.400 L 、0.520 L 、0.760 L の3通りとし、開口率を1%、4%の2種類の穴あき板について、総計 $3 \times 3 \times 2 = 18$ ケースを解析対象とした。

【結果と考察】周波数応答は開口率が同じであれば穴径が変化しても同じような形状をしていることがわかった。しかし詳細にみると穴径が小さいほど音圧レベルの共鳴ピーク値が下がることが明らかになった。これは同じ開口率でも穴径が小さいほど、穴の周囲長さが大きくなるため、そこでの抵抗が増えるためであると考えられる。開口率を変えると共鳴周波数(ピーク周波数)が変化し、開口率が小さいほど低下することがわかった。

S2-4

ダクト管の音響減衰比に及ぼす穴あき板の穴径と開口率の影響

○亀井 直人, 石原 国彦

徳島文理大学 保健福祉学部 臨床工学科

【はじめに】病院は静粛性が求められる場合が多く、一般病室では昼間50dB、夜間40dB以下であることが望ましいとされている¹⁾。しかし、設置されているエアコンのダクト管からの音漏れなどが原因で望ましくない大きさの音になる場合がある。音漏れをしている場合に対しての防音対策としては一般的には多孔質吸音材をダクト内面に張りつける吸音ダクトとする場合が多い。しかしダクト内部に流れがある場合はそれが飛散することが懸念される。それを避けるために最近では、ダクト側壁に穴あき板を用いて、吸音しようとする試みがある。穴あき板を用いることについての有用性については石原ら²⁾が述べている。その穴あき板を実機に挿入しなければならないが、モデルを用いた実験で得られた効果が、モデルよりも何倍も大きい実機でも得ることが出来るのか疑問である。

本研究では、その疑問を明らかにするためにダクト管のサイズと穴あき板の穴径を等倍で変化させ、開口率も変化させたときの相似性を、各穴あき板の設置位置ごとに検討する。

【方法】実験には縦100mm×横100mm×奥行き417mm、縦150mm×横150mm×奥行き625.5mm、縦200mm×横200mm×奥行き834mmの亚克力板で作られた肉厚5mmの3種類のダクトを用いた。穴あき板の挿入位置は全長を L とすると左から0.400 L 、0.520 L 、0.760 L とし、開口率が1%、4%の2種類の穴あき板について実験を行った。ダクト左端からスピーカーでランダム音を出し、ダクト右端から0.06 L の位置に設置したマイクロホンで音を計測し、FFT分析(RION社製、SA-78)して周波数応答を求めた。求めた周波数応答から各次モードの音響減衰比を半値幅法にて求め、各穴あき板挿入位置でダクト管のサイズごとの音響減衰比を比較する。

【結果と考察】次のような実験結果が得られた。

1次モードの音響減衰比は穴径が大きくなるほど、また開口率が大きくなるほど小さくなる。しかし2次、3次モードに対しては影響が少ない。1次モードの結果はMellingの理論から妥当である。しかし2次、3次モードで影響が少ない原因は現在のところ不明である。

【参考文献】

- 1) 医学書院 「系統看護学講座 基礎看護学Ⅱ」
- 2) 石原国彦, 工藤哲, 榎本貴之, 森正明, 穴あき板で仕切られた1次元音場の共鳴周波数と音圧モードに関する研究, 日本機械学会論文集, Vol. 84, No. 857, (2018), DOI: 10.1299/transjsme.17-00365

S2-5

スマートグラスと顔認証を使った 医療情報表示システムの検討

○遠藤 愛子, 山本 明日香, 中川 隆文
徳島文理大学 保健福祉学部 臨床工学科

【はじめに】スマートグラスはメガネ上に映し出される画面を通して環境を目視できるため、ICTとARを連携し作業支援など工業分野での適用が進んでいる。しかし、医療分野においては医療機器の操作支援や投薬照合などの一部への適用検討が始まった段階である。今後、医療分野にスマートグラスを適用することで、業務の効率化や医療安全の向上が期待できる。本研究では、スマートグラスに搭載したカメラにより個人を認証し、個人情報情報をメガネ上に表示するシステムを制作し評価した。

【方法】スマートグラスとしてSEIKO EPSON社のMOVERIOを使用した。スマートグラスとPCをWiFiで接続し、クラウドストレージを利用してデータを通信した。個人認証はネットワーク接続されたPCに、インストールされた汎用の顔認証ソフトを使用した。PCでの処理は数式処理ソフトMathematicaで記述した。本システムでは計算負荷が大きい計算はPCで行い、結果のみをスマートグラス上に表示した。処理は以下の手順で行った。まず、スマートグラスのカメラで人物を複数撮影し、クラウドに保存した。次に、保存した画像をPCにダウンロードし、顔認証を行った。顔認証ではあらかじめ複数画像を登録し学習しておく。学習法としてロジスティック回帰を用いた。個人情報に紐付けしたPDFファイルをクラウドストレージにアップロードした。最後に、PDFファイルをスマートグラスにダウンロードして表示した。

【結果・考察】提案したシステムによる相互通信システムの動作を実験により確認した。今回使った顔認証ソフトの認識率は100%であった。今回のシステムではトリガ動作や表示画面のスクロールのため手操作が必要であった。そのため実用性を高めるためには音声操作や簡単な操作機が必要と考える。

【結論】メガネに搭載したカメラにより個人を認証し、情報をメガネ上に情報を映すシステムを構築し動作を確認した。スマートグラス単体では処理能力が低い。データ通信にクラウドストレージを利用し、処理をPCで行うことで実用的処理を行うことができることが分かった。今後、本システムを元に医療業務効率化と安全向上のための作業支援システムへ拡張する。

S2-6

商業施設におけるAED活用率向上についての検討

○川上 迅, 楠 知之, 橋本 真太郎, 新盛 純也
学校法人 大阪滋慶学園 出雲医療看護専門学校 臨床工学技士学科3年

【はじめに】平成29年度の心原性心肺機能停止傷病者25,538人のうち、心肺蘇生を実施した傷病者数は14,448人(56.6%)であり、AEDを活用した傷病者数は1,260人(4.9%)にとどまった。

AEDの活用率を上げるために、救助者の心肺蘇生法に関する知識や技術の向上が必要であると推察した。年齢層が幅広く集客する商業施設を対象に心肺蘇生法の知識・技術をアンケート調査する。その後講習を実施、再度アンケート調査し、知識や技術に向上がみられるかを定量的に評価する。

【目的】商業施設の従業員に対して心肺蘇生法に関する知識や技術を向上させる。

【対象】出雲市圏域にある30ヶ所の商業施設を対象

【方法】出雲市内の商業施設で心肺蘇生法に関する講習の実施状況や心肺蘇生法の知識・技術に関するアンケート調査実施する。

心肺蘇生法に関する講習実施後、アンケート調査を再度実施する。

【結果考察】結果考察に関してはアンケートを基に後日報告する。

S3-1

酸素療法における加湿状況を把握するシステムの開発・研究

○山本 優人, 渡邊 琢朗
広島工業大学 生命学部 生体医工学科

【目的】重症患者の治療に多用される酸素療法では、送気ガスの加湿加湿が重要である。現状、酸素投与時に使用する加湿流量計では、加湿状況の把握は困難であり、加湿のための滅菌蒸留水の有無を目視でしか確認することができない。目視確認ではヒューマンエラーが起こる危険性がある。そこで、酸素療法における加湿状況の把握ができ、加湿流量計内の滅菌蒸留水の有無を判断することが可能なシステムの開発が急務である。本研究では、温湿度センサを用いて、酸素マスク内での送気ガスの湿度を検知し、加湿状況の確認が可能なシステムの構築を目的とする。

【方法】本システムの構成は、マイクロ・コントローラ、PC（モニタ・記録）、温湿度センサ（SHT-71）、LED、圧電スピーカ、wifi モジュールである。本システムに wifi モジュールを組み込むことで、測定結果を遠隔で記録・表示することができる。温湿度センサの設置場所は、酸素マスクのガス送気口より10mmとした。実験では、酸素ボンベから加湿流量計を介し、模擬患者に酸素マスクを接続した。加湿流量計に滅菌蒸留水を入れていない（以下、加湿無）状況と滅菌蒸留水を入れた（以下、加湿有）状況を模擬した。加湿無の状態酸素ガス流量を1～10L/minの間で1L/minごとに変化させた。酸素投与開始後、酸素マスクのガス送気口の湿度を2分間計測した。加湿有の状態でも、同様の実験を行った。さらに、測定した湿度をもとに湿度下限アラームを設定し、加湿無状況によるLED発光（赤色）とアラームの発報の動作を検証した。

【結果】加湿無の実験では、室内湿度値より測定した湿度値の低下がみられた。加湿有の実験では、室内湿度値より測定した湿度値の上昇がみられた。両実験とも、測定した湿度値は室内湿度値より±1℃程変化がみられた。また、湿度の閾値の設定をすることで、閾値を下回った場合に加湿無状態と判断し、LED発光（赤色）とブザー音発報（880Hz）で認識できた。

【結論】本研究では、温湿度センサの設置により、酸素投与における送気ガスの加湿状況を客観的・定量的に検知することができた。湿度の下限アラームの閾値を設定することにより、酸素療法における加湿不足などの異常状態の判断をすることが可能である。今後はシステム構成の小型化、患者の呼吸を模擬し、CPAPマスクやベンチュリーマスクを使用した酸素療法における加湿加湿状況の把握を考えている。

S3-2

気管内チューブの各種カフ形状が人工呼吸管理下のカフ内圧変動に及ぼす影響について

○山根 友里, 徳永 祐也, 東良 一輝, 高瀬 琴未, 横山 傑, 武蔵 健裕
広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科

【はじめに】気管内チューブのカフにはリークや垂れ込みを防ぐ目的がある。しかし、カフ形状や気道形状、換気モードなど様々な因子の影響により、人工呼吸管理下でのカフ圧は設定圧より変動し、リークや人工呼吸器関連肺炎などが生じる可能性が危惧される。そこで、カフ形状および気道形状、カフ加圧方法などの変化が、カフ内圧や気道内圧に与える影響について検討した。

【方法】対象とする気管内チューブはカフ形状の異なる3種類（テーパー型、球型、長方形型）を使用した。挿入する模擬気道は3Dプリンターにて形状の異なる3種類（円形、C形、馬蹄形）を作成した。テスト肺を接続した模擬気道へ気管内チューブを挿管し、人工呼吸器を装着した。カフの加圧は25cmH₂Oへ加圧する方法（直接法）と、80cmH₂Oに加圧後10秒間保持しその後25cmH₂Oへ減圧する方法（オーバー法）の2種類にて加圧した。人工呼吸器は従量式（VCV）および圧補正従量式（PRVC）にて駆動させ、安定状態にてカフ内圧、最高気道内圧、換気量を測定した。同一条件にて10回ずつ測定を行い、統計学的解析にはstudent's t検定を用い、 $p < 0.05$ にて有意差があるとした。

【結果】全ての実験条件において、気道の圧損傷を及ぼすような、異常なカフ内圧の上昇は認められなかった。

馬蹄形の模擬気道において、カフ内圧はテーパー型、球型、長方形型の順に、直接法にて27.0、25.1、25.3cmH₂Oとなり、オーバー法にて27.6、26.2、26.3cmH₂Oとなった。この様にカフ形状の比較では、テーパー型は他の形状よりもカフ内圧が有意に高値を示した。

テーパー型のカフにおいて、カフ内圧は円形、C形、馬蹄形の順に、直接法にて26.1、26.1、27.0cmH₂Oとなり、オーバー法にて26.5、27.0、27.6cmH₂Oとなった。この様に気道形状の比較では、馬蹄形は他の形状よりもカフ内圧が高い傾向が認められた。加圧方法による比較では、カフ形状が長方形型にて、すべての気道形状で直接法よりもオーバー法にてカフ内圧が有意に高値を示した。

【まとめ】カフ形状および気道形状の違いによりカフ内圧の変動に差が認められた。これはカフと気道のシーリング性能が影響していると考えられる。また、カフの加圧方法の違いによってもカフ内圧の変動に差が認められた。このことより、使用するカフ形状の種類を考慮してカフ内圧を管理する必要性が示唆された。

S3-3

人工呼吸器下での一回換気量がラットの循環動態に与える影響の検討

○中村 瑞貴

広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科 臨床工学専攻

【はじめに】ヒトに人工呼吸器を装着して換気を行う場合、一回換気量が過度(12mL/kg以上)に設定して換気を行った時生存率が低下するという報告がある。ここで、通常換気では胸腔内圧は陰圧に保たれており、人工呼吸下では胸腔内圧の上昇により血圧が低下するという報告があるが、換気量の違いにおける循環動態への影響を報告した例はない。よって本研究では異なる一回換気量下での血圧と血流量の経時変化を観察することを目的とした。

【方法】ラット(オス、体重 $\pm$ SD:429 $\pm$ 60g)を体重測定後、ネブタールを腹腔内に60mg/kg投与した。頸部正中切開後、気管にカニューレを挿入し人工呼吸器を装着した。一回換気量8mL/kg、12mL/kgの2パターン各3匹ずつ(合計6匹)で実験を行った。なお、呼吸回数の影響を生じさせないために50回/分で統一し、空気換気とした。次に血圧測定ラインとして左大腿動脈にカニューレを挿入し、血圧トランスデューサを接続した。続いて左総頸動脈を確保後、超音波血流計を装着し血流量測定ラインとした。測定開始時を0分とし、5分ごとに血圧と血流量を1時間測定した。血圧は平均血圧とした。3匹の測定値の平均値を血圧、血流量ともに算出し、0分の時との変化量の割合をそれぞれ比較した。

【結果】一回換気量が8mL/kgの場合、0分の時より血圧変化率、血流量変化率はともに低下した。一回換気量が12mL/kgの場合、0分の時より血圧変化率は低下したが、血流量変化率は増加した。

【考察】8mL/kgに比べ12mL/kgでは一回換気量の増加に伴い胸腔内圧も増加するため、血圧および血流量は減少することが予想されたが、12mL/kgでは血流量変化率は増加した。この原因の一つとして血管の走行が考えられる。人工呼吸下では一回換気量が増加すると背側の血流量が増加するという報告があり、ラットの左総頸動脈は前額面よりも背側を走行しているため、これが影響していることが考えられる。また、12mL/kgでは生存率が悪くなるという報告から長いスパンでは生体への影響が大きいことを考慮すると、1時間という短時間では結果が現れなかった可能性もある。

今回は血圧、血流量ともにばらつきが多く再現性が悪かったため、データ数を増やしたり記録時間を延長するなど、今後も継続して実験を続けていく予定である。

S3-4

教育用呼吸療法シミュレータのための分岐気道粘膜モデルの試作と訓練効果の検討

○新谷 莉沙¹⁾、コリー 紀代²⁾、二宮 伸治¹⁾

1) 広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科

2) 北海道大学大学院 保健科学研究所

【目的】人工呼吸器装着患者のケアにおいて、気管内吸引の技術は患者の生命とQOLに直結する重要な技術であるため、演者らは、臨床をリアルに再現できる訓練シミュレータの開発を行っている。

本シミュレータでは、気道にかかる荷重を測定することで、操作が患者に与える影響や操作の良否を評価できるが、有効な痰吸引を行うには、気管支を選択してカニューレを挿入するなど複雑な手技も必要となる。

本研究では、ポリウレタン(以後PU)ゲルを用いて気管支の分岐を再現した気道モデルを試作し、初心者者の痰吸引トレーニングに適用することで、その訓練効果を検討した。

【方法】内腔をPUゲルで被覆したアクリル管、マイクロコンピュータ(Arduino)、吸引機(KS-700)に加え、吸引カテテル、アルコール綿等、気管内吸引の使用物品を使用した。PUゲル膜を左右分割して作成し、凝固後に接合することで、分岐気管モデル(気道長さ8.5cm、内径13mm、分岐角30、40度、分岐長40mm)を作成した。

このモデルに模擬痰5ml(トレーニングモデル専用模擬短、京都科学製)を注入し、初心者3名の痰吸引操作後、挿入状態を観察して操作と挿入状態の関係を把握した後、再度痰吸引操作を行い、気道粘膜にかかる荷重と痰吸引量を比較した。

【結果】今回試作した分岐気道モデルにより、気道分岐部の感触および挿入する気管支の選択操作を再現することができた。3名のトレーニングに適用したことで、挿入状態を観察した後の操作において、痰吸引量は必ずしも増加したとはいえなかった。しかし、気道粘膜にかかる荷重は、挿入状態の観察後有意に低下した。

【考察】気管支の分岐を再現した気道モデルを試作し、その訓練効果を検討した。本システムで可能となった挿入状態の観察がもたらす訓練効果は、痰吸引量ではなく接触荷重の軽減としてあらわれた。このことから、本システムを用いたトレーニングにより、患者への侵襲を軽減できる可能性が示唆された。今回は、初心者者の訓練効果を検討したが、今後臨床経験者への適用も行いたい。本モデルを用いたシミュレータがより実践に近い訓練環境を提供でき、さらに気管内吸引の技術向上に関する研究の幅を広げる可能性が期待される。

S3-5

聴診法におけるカフ装着状態の良否を判別できる 血圧測定トレーニングシステムの開発

○浦山 稜汰, 二宮 伸治

広島国際大学 保健医療学部 医療技術学科

【はじめに】基礎看護学において、診療支援技術として血圧測定技術の習得は重要とされており、臨床工学技士においても、透析時には必ず血圧測定を行うことから、その習得は重要である。非侵襲的測定方法であることから、技士養成学校では学生同士での測定実習が行われるが、正しい測定圧が不明であるため、装置に設定した圧と測定値を比較して技術評価ができる血圧測定トレーニング用シミュレータが開発されている。しかし、これまで開発されたものはいずれもカフの内圧を測定圧としているために、カフの装着状態の良否を判定することができない。そこで本研究では、カフの装着状態の良否を定量的に判定できる新しい血圧測定トレーニングシミュレータを開発したので報告する。

【方法】直径8cm長さ20cmの腕モデルに合成皮革を巻き、上腕動脈の位置に感圧導電センサ(FSR408, Interlink 製)を貼り、カフ圧を測定した。その測定値に応じて腕モデル下端に装着した小型スピーカより、音声再生デバイス(DF-Player, Switch Science 製)を用いて擬似コロトコフ音(予め収集したPCM 音声データ)を発生させることで、臨床における血圧測定と同様の操作環境を提供できるシステムを試作した。

巻き方の良否に対する判別度を検証するため、7名の被験者に適正と思われる巻き方、ゆるめの巻き方、きつめの巻き方でカフを本装置に装着した時の血圧測定値と感圧導電センサのAD変換値の関係を調べ、そのばらつきについて評価した。

【結果】圧センサの測定値は、カフを緩く巻いた場合では、適正に巻いた場合と比較して顕著に低くなった。また、圧センサの測定値は血圧測定値が60mmHg以上となった時より有意な差が生じている反面、血圧測定値が60mmHg以下だと圧測定値と血圧計の表示値との差は小さくなった。繰り返し測定によるばらつきは、 $\pm 5\text{mmHg}$ 程度であった。

【考察】カフの装着状態を定量的に判定できる新しい血圧測定トレーニングシステムを試作し、原理の妥当性を確認した。本システムでは、カフの巻き方がゆるい場合には、血圧実測値は実際よりも高く測定される。この結果は間接血圧測定法の誤差要因とその対策として一般に知られている現象とよく合致する。今後は、本システムを養成学校教育や病院施設における導入教育に適用し、その有用性について検証していきたい。

S3-6

女子学生が目指す臨床工学技士像について

○澤丸 陽佳

学校法人 大阪滋慶学園 出雲医療看護専門学校 臨床工学技士学科3年

【はじめに】近年、女性の臨床工学技士数が年々増加し、現在全体の4割弱であり、出雲医療看護専門学校臨床工学技士学科に入学する女性の割合も年々増加している。臨床工学技士として婦人科の手術など女性が求められる場面が増えてきているが学生の立場では見えない部分もある。そこで現場で働く女性臨床工学技士の求める臨床工学技士像の意見を参考に、現在養成校の女子学生がどんな臨床工学技士を目指すのかを調査し、それに伴いどのような学びが必要なのかを検討する。

【目的】養成校の女子学生が目指す臨床工学技士像を調査する。女子学生としてどのような学びを見出すことができるか。

【対象】滋慶学園グループ(北海道ハイテクノロジー専門学校、東京医薬専門学校、大阪ハイテクノロジー専門学校、出雲医療専門学校)で学ぶ臨床工学技士学科女子学生。

【方法】現場が求める女性臨床工学技士像の調査をした上で、女子学生が目指す臨床工学技士像を、アンケートを用いて調査。

【結果および考察】アンケートを基に検討し、報告する。

Blank lined paper with horizontal dashed lines for writing.