

静電結合方式による抜針検知に関する提案

Study of Unintended Needle Dislodgement Sensing

D-7 Using Method of Electrostatic Coupling

鈴木 枝里[†] 吉田 亜希乃[†] 関川 昇吾[†] 中村 真人[†] 中谷 直史[†]

Eri SUZUKI[†] Akino YOSHIDA[†] Shogo SEKIKAWA[†] Makoto NAKAMURA[†] Naofumi NAKAYA[†]

[†] 東京電子専門学校電子技術科

[†] Department of Electronic Technology Tokyo Electronics College

1. はじめに

近年、透析治療中の重篤な事故件数は全体としては減少しているが、抜針事故の割合はむしろ増加している[1]。そこで本稿では静電結合方式を利用した抜針検知の方法を検討する。

2. 透析治療

透析治療は、腎不全などの腎臓疾患に用いられ、患者の血液を人工腎臓に通して浄化し、再び患者の体内へ戻す治療である。この際、血液を大量(204.9 ± 36.4 ml/min)[2]に循環させるため、治療中の予期せぬ抜針が重大な医療事故につながる恐れがある。

3. システム概要

システムのブロック図を以下に示す(図 1)。

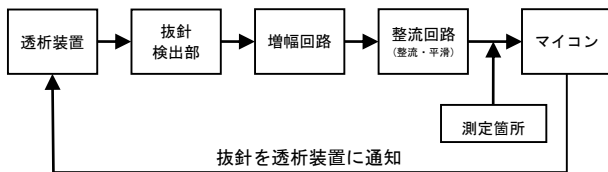


図 1. システム概要図

3.1 透析装置構成

透析回路は透析用監視装置(DCS-26:日機装)、人工腎臓用血液回路(H-702-TQB:東レ)、透析用留置針(クランピングチューブ付メディカットニューラ, 17G × 38 mm 側孔付:CONVIDIEN)ダイアライザー(FB-210UβGA:ニプロ)により構成される。

3.2 抜針検知の提案回路

抜針検知用電極は電気抵抗(200kΩ)、トランス(MG-12:タムラ製作所)を介してファンクションジェネレータ(33521A:Agilent Technology)に接続される。電気抵抗の両端はトランス(MG-21:タムラ製作所)を介し、計装アンプ(INA128:Texas Instruments)の V_{in}^+ , V_{in} 端子に接続される。計装アンプによって電気抵抗による電圧降下を増幅後、整流、平滑し、マイコン(Arduino Uno Rev3)のアナログピンへ入力している。本提案回路は留置針の離断によって、抜針検知電極の電気的インピーダンスが変化することを利用して、抜針検知を実現する。

4. 実験方法

本研究では人体の代わりにピーカーへ生理食塩水を満たし、透析用留置針の先端 4 cm を浸漬し実験を行った。

静脈側(返血側)と動脈側(採血側)の留置針先端からそれぞれ 30 cm の位置に 25 cm² の電極を装着し、その両方を

生理食塩水に浸した状態を正常時、返血側を離断した状態を抜針時とした。両条件において高周波信号(10 V_{p-p}, 10 kHz)を印加し、図 1 に示した測定箇所の電圧をマイコンで測定した。また、透析回路内も生理食塩水で満たし、血液ポンプ流量は 210 ml/min 一定とした。

4.1 実験手順

正常時におけるマイコンのサンプリング周波数を 10Hz とし、3 秒間の平均値をとり、基準電圧 V_{ref} を得た。その後、正常時($n = 60000$)、抜針時($n = 10000$)の状態と同様の測定を行った。それぞれの出力電圧を V_n , V_d とすれば、電圧変動比は、 $R_n = \frac{V_n}{V_{ref}}$, $R_d = \frac{V_d}{V_{ref}}$ として求められる。この

電圧変動比の出現率および、電圧変動比の平均値を算出し、 t 検定を用いた統計分析を行った。

5. 結果と考察

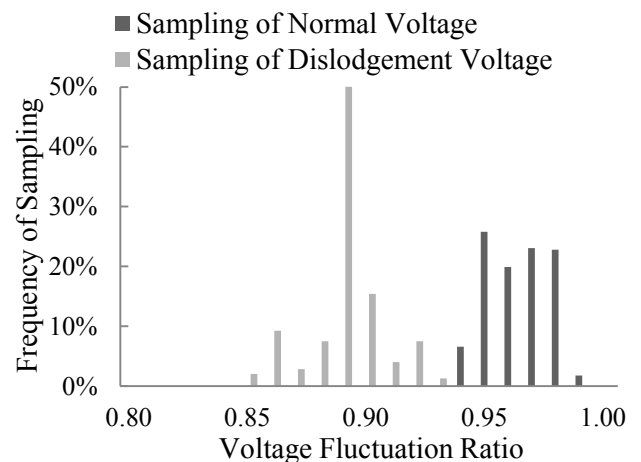


図 2. 電圧変動比の出現率の比較

図 2 より、正常時においては 0.95 が最も出現率が高く、抜針時においては 0.89 であった。また、正常時電圧の変動比の平均値(0.982 ± 0.011)と抜針時電圧の変動比の平均値(0.895 ± 0.016)の間には有意な差が認められた($p < 0.01$)。したがって、静電結合を利用して抜針を検知する可能性が示唆された。

参考文献

- [1]. 篠田俊雄ほか, “平成 25 年度日本透析医会透析医療事故調査報告”, 日本透析医会雑誌, Vol.30, No.1, pp.50-67, 2015.
- [2]. 一般社団法人日本透析医学会統計調査委員会, “図説 わが国の慢性透析療法の現況(2014 年 12 月 31 日現在)”, 2015.