

厚生労働科学研究費補助金障害者政策総合研究事業
分担研究報告書 令和元年度（平成 31 年度）

分担研究課題：「医療的ケア児に関する行動観察のための
簡便な装置の開発に向けての試行～その 2」

研究協力者： 藤田 孝之（兵庫県立大学工学研究科先端医工学研究センター）
小橋 昌司（兵庫県立大学工学研究科先端医工学研究センター）

研究要旨

電池が不要なパッシブ RFID (radio frequency identification) に基づく計測原理で、リストバンドに埋め込んだ RFID タグを読み込むことで、患者の手と気管切開カニューレとの接近を検出し、回数を記録する装置を作成した。予備実験では、既存の RFID リーダを用い、RFID タグが 3cm 以下に接近した際に、自動検知されることを確認した。今後は、気管カニューレの形状に合わせたアンテナの形状設計、また在宅看護現場の要求に基づく近接検知距離に合わせたアンテナ性能設計を行い、自己抜去につながるリスクの高い行為を自動検出して警報を発する装置を開発する予定である。こうした装置が実用化されれば、将来は高度医療的ケア児を見守るために自宅や施設での活用が可能になると期待される。実用化に向けた道のりは簡単ではないが、医用工学が医療現場のニーズに着目し新たな解決を提案することで、今後の医療の展開に対して新たな一石を投じることができると考える。

A. 研究目的

気管切開や人工呼吸器、胃瘻などの医療機器を装着して生活している子ども、いわゆる医療的ケア児は、日常生活上で医療ケアを必要とし、介護者の負担が大きい。特に歩行可能な運動機能の高い医療的ケア児は、医療機器が不用意に体から外れる可能性が高く、介護者は子どもと医療機器との両方を常に見守る必要がある。簡便な電子機器を用いて医療的ケア児を見守るシステムを、医用工学の立場から提案するべく、機器の開発に取り組んだ。

B. 研究方法

兵庫県立大学工学研究科先端医工学研究センタースタッフと埼玉医科大学総合医療センタースタッフとで、医療的ケア児を見守るための機器開発について協議した。

その結果、子どもが不用意に気管切開カニューレを抜去しようとする兆候をできるだけ早く発見するシステムを開発することに目標を置いた。

電池が不要なパッシブ RFID (radio frequency identification) に基づく計測原理を用い、リストバンドに埋め込んだ RFID タグを気管切開カニューレ付近のセンサが読み取り、患者の手と気管切開カニューレとの接近を検出し、回数を記録する装置を作製した。

RFID タグは内蔵アンテナと ID チップで構成

され、リーダ装置から発信される電波から電力を得て ID コードを返信する。この原理を用いてタグ(子どもの手首)とリーダ(カニューレ)の近接を検知する。一般にアンテナは使用周波数に応じて大きさが決まり、低周波ほど波長が長く大きくなる。今回、125 kHz 帯の市販 RFID を使用したため、既存の RFID タグは直径 10 mm、厚み 2 mm 程度、RFID リーダは平面スパイラルコイルで $60 \times 80 \times 1 \text{ mm}^3$ の大型サイズとなる。カニューレ付近への取り付けおよび子どもへの負担を低減するため、小型の RFID リーダの試作にも取り組んだ。カニューレ接続部にリーダを設置し、どの方向からタグが近づいても検知できる無指向性を目指し、直径 7 mm 小型チップインダクタ(コイル)をチューブの外周に配置することで無指向性リーダを実現した。8個のチップインダクタを数珠つなぎでチューブの外周に配置した。チップインダクタは容量 220 μH を 4 直列 \times 2並列することで、既存の平面コイルと同等の 440 μH とし、既存のリーダ制御回路を流用することができた。

C. 研究結果

予備実験では、既存の RFID リーダを用い、RFID タグが 3cm 以内に接近した際に、自動検知されることを確認した。小型化を目指したチップインダクタリーダでは、アンテナとしての最適設計ができなかったため検知距離が大幅に短くなり、5 mm 程度まで近づける必要があるが自動検知されることを確認した。さらに RFID タグとリーダの近接検知を、リーダに接続された制御用マイコンに内蔵された Wi-Fi 機能を用い、クラウドサーバ上に常時アップロードすることで、カニューレ接触の時系列情報の「見える化」にも成功した。

D. 考察

患者の手が気管切開カニューレに 3 cm以内

に近接したときにアラームが鳴るシステムは、比較的簡便に作成できることが示された。

今後は、気管カニューレの形状に合わせたアンテナの形状設計、また在宅看護現場の要求に基づく近接検知距離に合わせたアンテナ性能設計を行い、自己抜去につながるリスクの高い行為を自動検出して警報を発する装置を開発する予定である。そして、このシステムを実際に生体に装着した場合の安全性、このアラームシステムを実用化するニーズ、生産コスト等について検討していく。

こうした装置が実用化されれば、将来は高度医療的ケア児を安全で簡便に見守るためのツールとして、自宅や施設での活用が期待される。

実用化に向けた道のりは簡単ではないが、医用工学が医療的ケア児に関する現場の問題に着目し新たな解決を提案することにより、今後の医療の展開に対して新たな一石を投じることができると考える。

E. 結論

患者が気管切開カニューレを自己抜去する兆候を早期に察知してアラームを鳴らすシステムは、比較的簡便に作成できることが示された。実用化に向けた道のりは簡単ではないが、医用工学が医療現場のニーズに着目し新たな解決を提案することで、今後の医療の展開に対して新たな一石を投じることができると考える。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表 なし
2. 学会発表

「危険早期発見のための AI 開発を目指して」

令和元年（平成 31 年）度厚生労働科学研究費補助金障害者政策総合研究事業
障害福祉サービス等報酬における医療的ケア児の判定基準確立のための研究

周産期医学 50 巻 5 号, 東京医学社, 2020 年
5 月発行

H. 知的財産権の出願・登録状況
なし