

主 論 文 要 旨

論文提出者氏名：佐藤 匠

専攻分野：産婦人科学

指導教授：鈴木 直

主論文の題目：

Radiofrequency Identification Tag System Improves the Efficiency of Closed Vitrification for Cryopreservation and Thawing of Bovine Ovarian Tissues

(RF タグとリーダーライトを含めたシステムによる、ウシ卵巣を用いた閉鎖型卵巣組織ガラス化凍結・融解法の効率改善)

共著者：

Yodo Sugishita, Yuki Suzuki, Megumi Kashiwagi, Sayako Furuyama, Sandy Nishimura, Atsushi Uekawa, Tomoe Koizumi, Masaaki Awaji, Tsutomu Sawa, Akiko Tozawa, Hiroaki Komatsu, Nao Suzuki

緒言

近年の医学の進歩によって、多くのがん患者が「がん」を克服することができるようになってきた結果、寛解後にはがん患者がこども授かる機会が増えたことから、将来の妊娠の可能性を残す妊孕性温存療法に注目が集まっている。放射線治療や一部の抗がん薬による化学療法によって妊孕性が低下するため、がん治療開始前の適格な時期に卵子や精子などの生殖細胞を凍結保存する妊孕性温存療法に関する情報が、がん治療医と生殖医療を専門とする医師から提供されることになる。生殖細胞は生殖可能年齢まで長期に亘る保存を要するため、特に小児・思春期世代がん患者における保存期間は10～20年におよぶことになる。これら生殖

細胞は嚴重な長期間の管理が必要となることから、凍結保存施設の拠点化などが現在解決すべき課題になっている。従来の生殖細胞の管理法手順の多くは手作業でなされているためにヒューマンエラーは防ぐことが困難であり、過去に多くのアクシデントが報告されている。そこで我々は二次元バーコードと RF (Radiofrequency) タグとリーダライタを用いた新たな管理システムおよびデバイスの開発を行った。本研究では、ウシ卵巣組織を対象として閉鎖型卵巣組織凍結デバイスを用いて、その管理システムの有用性を検討した。

方法・対象

専門家に関わらず指示に従う能力があり、その能力が類似していることを示すため、参加者全員に Uchida-Kraepelin (UK) テストを施行した。6名の参加者がウシ卵巣組織を用いた閉鎖型ガラス化法で卵巣組織の凍結保存ならびに融解を行った。なお、コンピューターによりランダムで選択された3名は従来法で、3名はRFID タグを用いた方法で施行した。従来法とRFID タグを用いた方法を独立変数、行程時間を従属変数として t 検定を行った。

結果

凍結保存においてRFID (Radiofrequency Identification) タグを用いた方法は、従来法に比べて有意にその時間を短縮させた ($t(4)=2.938, p=0.042, d=2.40$)。RFID タグを用いた方法では平均で1412.33 (± 130.5) 秒を、従来法では2073.0 (± 367.0) 秒を要し、平均で11分の短縮させる結果となり、融解の過程においても同等の結果を得ることができた ($t(4)=2.797, p=0.049, d=2.28$)。RFID タグを用いた方法では、平均で260.67 (± 38.7) 秒を、従来法では405.0 (± 80.6) 秒を要し、その結果平均で2分間短縮させる結果となった。この時間的差は両方法の全てのステップにおいて測定した時間を用い計算した。従来法におい

て、①記載間違いの修正、②デバイスの位置を特定、③情報の確認、④液体窒素タンク内でのデバイスの認識などの過程で時間の浪費につながった。対象的に RFID タグを用いた方法では、コンピューターを使用することで凍結デバイスの正確な位置を同定し、RFID リーダーを用いることで液体窒素タンク内から凍結デバイスを取り出す前にタグに保存された患者情報を確認するが可能となり、検索を効率的に行うことができた。

考察

本邦における小児・AYA 世代がん患者に対する卵巣組織凍結の数は年々増加傾向にあり、厚生労働省母子保健課のこども子育て研究の実態調査によると（研究代表者：鈴木直）、2006年から2016年の期間で201名のがん患者が卵巣組織凍結を行っている。2017年に本領域の世界の第1人者であり Donnez 博士による報告では（NEJM 誌）、本邦からの3例を含む130例の生児獲得が報告されている。卵巣組織凍結は、がん治療開始まで時間的猶予が無いがん患者や、初潮開始前の小児・思春期世代がん患者にとって唯一の妊孕性温存療法となり、安全で嚴重な長期間におよぶ保存が必要となる。そこで、我々は保管の効率改善を図るため、RFID タグを用いた新たな管理システムを開発し、その有用性を評価した。ヒューマンエラーと効率とは密接に関連していることから、今回開発したシステムを生殖医療センターで用いることの利点は、効率の改善とヒューマンエラーの低減にある。さらに医療機関のネットワークに本システムが統合されれば、病院の ID カードをスワイプすることで手動で情報を入力することなく RFID タグの IC チップに患者情報が転送されるため、手動手順に関連する入力や書き込みエラーのリスクを最小限に抑えることができる。患者の検体を追跡するために、コンピューターは液体窒素タンク内の凍結保存された各検体の正確な位置を表示し、RFID リーダーは液体窒素タンク内のターゲット検体を保持したまま凍結保

存デバイスを識別する。我々が開発した RFID タグは液体窒素下での認識テストを行い、万が一チップが損傷してしまった場合でもデバイス表面に刻まれた番号を使用することで患者情報を取得することができる。将来的には、ヒューマンエラーの完全な排除と、このシステムをサポートするクラウドテクノロジーのセットアップを計画している。さらに、このシステムは他形態の不妊治療にも適応が期待できる。RFID タグの製造元である KRD 株式会社はニーズに合わせたタグの開発を可能にする。

結論

二次元バーコードと RFID タグシステムを組み合わせるにより閉鎖型ガラス化法における凍結保存と融解のヒューマンエラーが軽減し、卵巣組織凍結保存業務の効率が向上した。