

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（ 医学 ）	氏名	Chryzel Angelica Babaan Gonzales
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1・2 項該当		
論文題目 Investigation of the applicability of the ESR nail dosimetry for assessment of accidental exposure in medical facilities (医療施設での予期せぬ被ばくの評価に爪の ESR 測定を利用する手法の有効性に関する考察)			
論文審査担当者			
主 査	教授	栗井 和夫	印
審査委員	教授	田代 聡	
審査委員	教授	廣橋 伸之	
<p>〔論文審査の結果の要旨〕</p> <p>放射線治療や放射線診断において、患者の被ばく線量の正確な把握は、副作用や低線量被ばくの発がんリスクを評価するために重要である。また放射性医薬品を取り扱う医療従事者等について、手指の被ばく線量についてはこれまで十分な測定がなされておらず、その実態は明らかになっていない。さらに、放射線事故において、あらかじめ線量計を装着していない患者やスタッフなどの四肢における被ばく線量を迅速知るための手段は確立されていない。</p> <p>電子スピン共鳴吸収（ESR）による分析によれば、固体状の有機物または無機物に照射された電離放射線の吸収線量に応じて生じるフリーラジカルまたは不対電子をもつ格子欠陥が特定波長のマイクロ波を吸収することを利用して、ESR 信号として不対電子の量を測定が可能である。本研究の目的は、この ESR 分析法による遡及的線量測定の技術を用いて、放射線を被ばくした人の爪の一部を解析することにより、個人の四肢の線量を正確に知るうえでの有効性を明らかにするとともに、より安定した ESR 信号を得るための標準となる方法を提示することである。</p> <p>著者はまず、健常者の 3 名のドナーより爪試料を収集した。収集した爪試料については水処理を行うものと行わない未処理のものに分類して実験を行った。実験にあたっては、爪試料を蒸留水に 1 時間浸し、さらに 100 度で 1 時間熱乾燥させた。次に、ESR 信号の安定性を検討するため、20 度の真空デシケータ内及び 100 度の熱乾燥機内の 2 種類の乾燥条件下でも試験を行った。照射は、広島大学病院の直線加速器（Linac）である TrueBeam™（Varian Medical Systems, Inc., Palo Alto, CA, USA）を使用し、6MV-X 線を使用した。透過ファントム中に爪試料を配置し 10×10²の照射野、線量率は 600 MU/min した。照射線量は 35Gy および 70Gy で 1 回照射を行った。合計 3 名のドナーの爪で照射を行い、再現性についても評価を行った。</p> <p>真空デシケータ内で乾燥した場合には、照射から 10 日間は ESR 信号が不安定であったが、20 日後には安定する傾向を示した。さらに 100 度の熱乾燥機を使用した場合の ESR 信号は照射後 30 日後までは安定する傾向を示した。この違いの主因は乾燥温度の違いによると考えられ、こうした信号の不安定性さを改善することは、バックグラウンド値の補正を適切に行ううえで重要と考えられた。一方、100 度で乾燥させた爪試料については、爪組織の性質を変える可能性もあるため、これについては別途検討を要すると思われた。バックグラウンド値については、デシケータ保管された水処理試料と未処理試料で類似した挙動を示した。バックグラウンド値は 24 時間以内にわずかに増加し、照射後 39 日までになわずかな変動はあったが以降はほぼ一定となった。</p> <p>さらに、デシケータ保管された水処理試料および未処理試料では、初期のバックグラウンド値の同じように増加した。これは、湿度、温度および周囲光などのいくつかの要因がシグナルの増大の原因と考えられた。周囲の光の影響を調べるための追加実験として、デシケータの周囲を遮光シートで覆った状態で試料を乾燥させ、ESR 信号を測定した。その結果、測定されたバックグラウンド値はいずれも最初の数時間は顕著な信号増加を示さず、39 日まで比較的安定したままであった。3 人のドナーの爪試料におけるバックグラウンド値は、遮光シートを使用することでより類似した信号となった。よって、遮光下で乾燥保</p>			

管を行うことでドナー間のばらつきを減らし安定した ESR 信号が得られると考えた。

信号強度は、照射後の最初の数時間で増加し、数日間増加し続けた。35 Gy および 70Gy 照射で得られた ESR 信号の結果より、周囲の光を抑制することの有効性が示された。また、今回明らかとなった多様なフェーディングのパターンは、電離放射線によって生成され捕捉された不対電子を維持するのに重要な役割を果たすケラチンの量に違いに起因すると推測された。

照射直後のフェーディングでは、放射線誘導信号 (RIS) の一重項の速度が、水処理の場合に比べて未処理の方が遅いことが観察された。照射されていない水処理試料と同じ乾燥工程を経た未処理試料で良好な信号安定性が見られているので、この結果には乾燥条件が寄与した可能性がある。爪の ESR 信号に対するその影響を十分に理解するためには、今後乾燥条件 (すなわち加熱温度および時間) の役割を明確にすることが非常に重要である。

その他 3 名の異なるドナーから得られた真空保存サンプルの線量反応曲線について、放射線治療で臨床に用いられる 0~70 Gy の線量範囲で比例関係 (直線的) を示すことを確認した (相関係数: 0.99)。また 3 名のドナーの爪試料を用いて ESR 信号の安定性を検討するとともに、乾燥条件や水処理の影響を調べ 3 名の個人毎の違いを定量化した。

上記した本研究で得られた知見から、予期せぬ偶発的な放射線被ばくの遡及的線量測定の評価に手指の爪を有効に利用できると考えられた。

以上の結果から、本研究は放射線被ばくの遡及的線量測定の評価に手指の爪が活用できる可能性を検討した点において高く評価される。よって審査委員会委員全員は、本論文が Chryzel Angelica B. Gonzales に博士 (医学) の学位を授与するに十分な価値あるものと認めた。