
MENINGKATKAN KEPATUHAN TERHADAP PROTOKOL KESELAMATAN RADIASI: DAMPAK PELATIHAN DAN TEKNOLOGI CANGGIH

Enhancing Compliance with Radiation Safety Protocols: The Impact of Training and Advanced Technologies

Dian Mahmudah, Ahmad Hariri, Reza Hafifudin*

*Program Studi Radiodiagnostik dan Radioterapi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Pertamedika, Jakarta,
Indonesia*

**Email Korespondensi: publikasidian@gmail.com*

Abstrak

Latar Belakang: Paparan radiasi ionisasi dalam prosedur radiologi penting untuk diagnosis dan pengobatan, namun disertai risiko kerusakan jaringan dan kanker. Penerapan prinsip "As Low As Reasonably Achievable" (ALARA) telah diakui secara global untuk meminimalkan dosis radiasi tanpa mengurangi kualitas diagnostik. Meskipun teknologi modern dan pelatihan keselamatan telah menunjukkan efektivitasnya, kesenjangan dalam implementasi tetap menjadi tantangan, terutama di negara berkembang. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi tantangan dalam pengelolaan dosis radiasi, mengevaluasi efektivitas teknologi modern dan pelatihan berkelanjutan, serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kebijakan dan praktik keselamatan radiasi di lingkungan klinis. **Metode:** Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif naratif, dengan wawancara mendalam terhadap tenaga radiologi di rumah sakit tersier. Teknik purposive sampling digunakan untuk memilih partisipan dengan pengalaman relevan. Data dianalisis menggunakan pendekatan naratif untuk mengidentifikasi tema utama, seperti tantangan, strategi perlindungan, dan efektivitas pelatihan. **Hasil:** Penerapan prinsip ALARA dan pengaturan parameter fluoroskopi terbukti menurunkan paparan radiasi hingga 95% tanpa mengurangi kualitas diagnostik. Teknologi pelindung inovatif, seperti SEPARPROCATH®, mengurangi paparan operator hingga 59%. Pelatihan rutin meningkatkan kepatuhan terhadap protokol keselamatan hingga 85%, meskipun keterbatasan teknologi dan biaya tinggi menjadi kendala signifikan. Selama pandemi COVID-19, protokol keselamatan radiasi menghadapi tantangan tambahan terkait keselamatan infeksi. **Kesimpulan:** Optimalisasi dosis radiasi memerlukan penerapan teknologi modern, pelatihan berkelanjutan, dan kebijakan keselamatan yang lebih kuat. Langkah-langkah ini esensial untuk melindungi pasien dan tenaga medis dari risiko paparan radiasi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi implementasi yang lebih luas dalam berbagai konteks klinis.

Keyword: Optimalisasi, Dosis Radiasi, Prinsip ALARA, Pelindung Radiasi, Keselamatan Radiasi

Abstract

Background: Ionizing radiation exposure in radiology procedures is essential for diagnosis and treatment but carries risks such as tissue damage and cancer. The application of the "As Low as Reasonably Achievable" (ALARA) principle has been globally recognized to minimize radiation doses without compromising diagnostic quality. Despite the demonstrated effectiveness of modern technology and safety training, gaps in implementation remain a challenge, particularly in developing countries. **Objective:** This study aims to explore challenges in radiation dose management, evaluate the effectiveness of modern technology and continuous training, and provide recommendations for improving radiation safety policies and practices in clinical settings. **Methods:** A qualitative narrative approach was employed, involving in-depth interviews with radiology professionals at tertiary hospitals. Purposive sampling was used to select participants with relevant experience. Data were analyzed using a narrative approach to identify key themes, such as challenges, protective strategies, and training effectiveness. **Results:** The application of the ALARA principle and optimized fluoroscopy parameters reduced radiation exposure by up to

95% without compromising diagnostic quality. Innovative protective technologies, such as SEPARPROCATH®, reduced operator exposure by up to 59%. Routine training improved compliance with safety protocols by 85%, although limitations in technology and high costs posed significant challenges. During the COVID-19 pandemic, radiation safety protocols faced additional challenges related to infection safety measures. **Conclusion:** Optimizing radiation doses requires the adoption of modern technologies, continuous training, and stronger safety policies. These measures are crucial to protect patients and medical personnel from radiation exposure risks. Further research is needed to explore broader implementation across diverse clinical contexts.

Keywords: Optimization, Radiation Dose, ALARA principle, Radiation protective technology, Radiation safety

PENDAHULUAN

Paparan radiasi ionisasi dalam prosedur radiologi memiliki berperan penting dalam diagnosis dan pengobatan. Namun, manfaat ini dibarengi dengan risiko signifikan, seperti kerusakan jaringan dan kanker akibat paparan berlebihan [1], [2]. Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, prinsip "As Low as Reasonably Achievable" (ALARA) telah diterapkan dalam praktik radiologi global. Prinsip ini berfokus pada upaya meminimalkan dosis radiasi sembari mempertahankan kualitas diagnostik yang memadai [3]. Peningkatan penggunaan teknologi modern, seperti perangkat pelindung inovatif dan pengaturan parameter fluoroskopi yang tepat, menawarkan peluang untuk mengurangi paparan radiasi hingga 95% tanpa mengurangi kualitas hasil [4], [5].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan pentingnya pendidikan dan pelatihan tenaga medis dalam keselamatan radiasi. Namun, pelatihan ini masih belum merata, terutama di negara-negara berkembang [6]. Selain itu, kebijakan keselamatan radiasi sering kali terhambat oleh kurangnya alat pelindung yang memadai dan penggunaan teknologi usang di berbagai fasilitas kesehatan [7]. Studi juga mencatat bahwa kepatuhan terhadap protokol keselamatan masih menjadi tantangan di banyak lingkungan klinis, terutama dalam kondisi darurat seperti pandemi COVID-19 [8]. Meskipun ada kemajuan dalam pengembangan teknologi seperti dosimeter dan perangkat pelindung inovatif, penerapannya sering terkendala oleh keterbatasan biaya dan kurangnya pelatihan teknis yang mendalam [5].

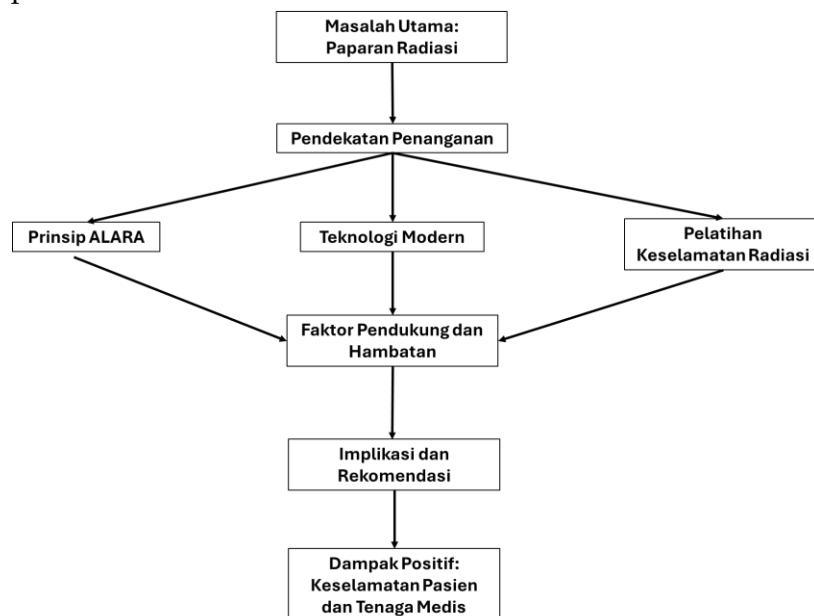
Meskipun banyak studi menyoroti pentingnya optimalisasi dosis radiasi, terdapat kesenjangan dalam implementasi praktik terbaik, terutama dalam hal adopsi teknologi modern, kepatuhan protokol, dan pelatihan berkelanjutan. Kekurangan dalam manajemen dosis radiasi tidak hanya membahayakan pasien, tetapi juga meningkatkan risiko kesehatan bagi tenaga medis yang terpapar radiasi secara berulang.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengeksplorasi tantangan yang dihadapi tenaga medis dalam mengelola dosis radiasi, mengidentifikasi strategi efektif dalam penerapan teknologi modern dan pelatihan berkelanjutan untuk keselamatan radiasi, memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kebijakan dan praktik keselamatan radiasi di lingkungan klinis. Dengan mengatasi kesenjangan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang manajemen dosis radiasi, termasuk pengembangan kebijakan yang efektif dan pelatihan yang berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya berkontribusi pada literatur akademik, tetapi juga pada praktik klinis yang lebih aman dan efisien.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain kualitatif dengan pendekatan naratif untuk menggali pengalaman tenaga medis dalam pengelolaan dosis radiasi. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan penggalian mendalam terhadap narasi subyektif, sehingga memberikan wawasan tentang pengalaman individual dalam menerapkan protokol keselamatan radiasi. Pendekatan ini sesuai untuk memahami tantangan, strategi, dan efektivitas pelaksanaan protokol dosis rendah dalam konteks klinis [9].

Subjek penelitian adalah radiografer yang pernah mengikuti pelatihan keselamatan radiasi, Populasi dalam penelitian ini adalah tenaga radiologi yang bekerja di rumah sakit tersier, dengan sampel yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Kriteria inklusi meliputi tenaga medis dengan pengalaman minimal satu tahun, terlibat langsung dalam prosedur radiologi, dan bersedia berpartisipasi dalam wawancara. Tenaga medis yang tidak terlibat langsung atau tidak memenuhi persyaratan dikecualikan dari penelitian [1]. Sampel ini dipilih untuk memastikan bahwa partisipan memiliki pengalaman yang relevan dalam pengelolaan paparan radiasi.



Gambar 1. Alur Penelitian

Proses pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam dengan menggunakan panduan semi-terstruktur. Wawancara berlangsung selama 30-60 menit, dengan pertanyaan yang mengeksplorasi pengalaman terkait penerapan protokol dosis rendah, tantangan dalam menggunakan teknologi pelindung, dan persepsi terhadap pelatihan keselamatan radiasi. Data wawancara direkam dengan persetujuan partisipan dan kemudian ditranskrip secara verbatim untuk analisis lebih lanjut. Proses ini dirancang untuk menjaga keakuratan dan kepercayaan data.

Analisis data dilakukan dengan pendekatan naratif untuk mengidentifikasi tema utama dari pengalaman partisipan. Langkah pertama melibatkan pengodean awal dengan mengidentifikasi konsep dan kata kunci penting. Data yang telah dikodekan kemudian dikelompokkan menjadi tema seperti tantangan implementasi protokol, strategi perlindungan,

dan efektivitas pelatihan. Narasi deskriptif dibangun berdasarkan tema-tema ini untuk memberikan gambaran holistik dari pengalaman partisipan [5], [10].

HASIL

Penelitian ini menunjukkan bahwa optimalisasi dosis radiasi dalam prosedur radiologi sangat penting untuk melindungi pasien dan tenaga medis dari risiko paparan radiasi yang berbahaya. Penerapan prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable) terbukti efektif dalam menurunkan paparan radiasi hingga 95% tanpa mengurangi kualitas gambar diagnostik. Pengaturan parameter fluoroskopi yang tepat menjadi salah satu strategi utama yang mendukung pengurangan ini [4].

Penggunaan teknologi canggih juga memainkan peran penting dalam optimalisasi dosis radiasi. Sistem pelindung inovatif seperti SEPARPROCATH® mampu mengurangi paparan radiasi operator hingga 59% dibandingkan dengan metode konvensional [5], [10]. Selain itu, dosimeter pribadi yang memantau paparan radiasi secara real-time memberikan tenaga medis informasi langsung untuk mengambil tindakan mitigasi yang sesuai, sehingga meningkatkan keselamatan kerja [1].

Pendidikan dan pelatihan keselamatan radiasi seperti seminar keselamatan radiasi, K3 radiologi, workshop keselamatan radiasi, pelatihan proteksi radiasi atau webinar keselamatan radiologi menjadi elemen penting dalam meningkatkan kepatuhan terhadap protokol keselamatan. Kurangnya pemahaman terhadap langkah-langkah perlindungan dapat meningkatkan risiko paparan radiasi, baik bagi pasien maupun tenaga medis. Studi terdahulu menyatakan bahwa pelatihan rutin dan evaluasi pemahaman meningkatkan kepatuhan terhadap penggunaan alat pelindung hingga 85% [6]. Sebaliknya, kurangnya pengetahuan terhadap protokol keselamatan radiasi dapat meningkatkan paparan hingga 30% lebih tinggi di kalangan tenaga medis yang tidak terlatih [6], [11].

Namun, penelitian ini juga mengungkap risiko kesehatan jangka panjang yang signifikan akibat paparan radiasi. Tenaga medis yang sering terpapar radiasi memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kanker kulit dan katarak [12], [13]. Pasien dengan paparan radiasi berulang, terutama pada prosedur diagnostik, memiliki peningkatan risiko kanker sebesar 15% dibandingkan dengan populasi umum [9], [14].

Implementasi teknologi canggih juga menghadapi sejumlah kendala, terutama terkait biaya tinggi untuk alat pelindung modern. Sebanyak 67% fasilitas kesehatan, terutama di negara berkembang, melaporkan keterbatasan dalam mengakses teknologi baru [8], [14]. Selain itu, selama pandemi COVID-19, protokol keselamatan radiasi sering kali bertentangan dengan protokol keselamatan infeksi, menambah kompleksitas dalam pelaksanaannya [7], [15].

Selama pandemi COVID-19, pelaksanaan protokol keselamatan di bidang radiologi menghadapi tantangan yang kompleks akibat konflik antara perlindungan terhadap infeksi dan keselamatan radiasi. Salah satu hambatan utama adalah kesulitan dalam menggunakan pelindung timbal. Alat Pelindung Diri (APD) yang tebal, seperti gaun pelindung dan sarung tangan tambahan, sering kali menghambat penggunaan apron timbal yang diperlukan dalam prosedur pencitraan. Penggunaan pelindung timbal di atas APD yang sudah berlapis dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi tenaga medis serta meningkatkan risiko kontaminasi saat melepasnya. Selain itu, pandemi juga menyebabkan peningkatan waktu antara

pemeriksaan. Setelah pasien COVID-19 menjalani prosedur pencitraan, seluruh ruangan dan alat harus didesinfeksi secara menyeluruh, yang memperpanjang waktu tunggu pasien berikutnya serta mengurangi efisiensi kerja rumah sakit.

Di sisi lain, tenaga medis juga dihadapkan pada dilema antara risiko paparan infeksi dan paparan radiasi. Dalam situasi darurat, tenaga medis mungkin lebih fokus pada pencegahan infeksi, sehingga penggunaan pelindung radiasi tidak dilakukan dengan benar atau bahkan terabaikan, yang berpotensi meningkatkan risiko paparan radiasi. Selain itu, tantangan lain yang muncul adalah terbatasnya komunikasi dan koordinasi selama prosedur pencitraan. Protokol COVID-19 mengharuskan tenaga medis untuk menjaga jarak dan meminimalkan kontak langsung dengan pasien, padahal dalam radiologi, interaksi langsung diperlukan untuk memastikan posisi pasien yang tepat guna mendapatkan hasil gambar yang optimal. Konflik-konflik ini menunjukkan betapa pandemi COVID-19 telah menambah kompleksitas dalam pelaksanaan protokol keselamatan di fasilitas medis, khususnya dalam bidang radiologi, sehingga memerlukan strategi adaptasi yang lebih efektif.

Penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan prinsip ALARA, penggunaan teknologi canggih, serta pelatihan dan pendidikan berkelanjutan dalam optimalisasi dosis radiasi. Langkah-langkah ini tidak hanya melindungi pasien dari risiko kesehatan jangka panjang tetapi juga meningkatkan keselamatan tenaga medis yang bekerja dalam lingkungan dengan paparan radiasi tinggi.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa optimalisasi dosis radiasi dalam prosedur radiologi, melalui penerapan prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable), merupakan langkah yang sangat signifikan dalam melindungi pasien dan tenaga medis dari dampak buruk radiasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa radiasi ionisasi, meskipun sangat bermanfaat dalam diagnosis dan pengobatan, berpotensi menyebabkan kerusakan jaringan dan kanker jika paparan tidak dikelola dengan baik [1], [9].

Penerapan teknologi modern, seperti sistem pelindung inovatif (e.g., SEPARPROCATH®), terbukti efektif dalam mengurangi paparan radiasi hingga 59% dibandingkan metode pelindung konvensional [5], [10]. Teknologi ini memberikan perlindungan yang lebih baik tidak hanya bagi pasien tetapi juga bagi tenaga medis, terutama selama prosedur invasif seperti kateterisasi jantung. Selain itu, pengaturan parameter fluoroskopi yang tepat dapat menurunkan paparan radiasi hingga 95% tanpa mengorbankan kualitas gambar [4], [16], mendukung pentingnya penerapan teknik radiologi yang optimal.

Pendidikan dan pelatihan keselamatan radiasi memainkan peran penting dalam meningkatkan kepatuhan terhadap protokol keselamatan. Hasil penelitian ini mendukung temuan sebelumnya bahwa pelatihan rutin dapat meningkatkan pemahaman tenaga medis terhadap bahaya radiasi dan pentingnya penggunaan alat pelindung [17]. Namun, kurangnya pelatihan yang memadai masih menjadi tantangan di beberapa fasilitas kesehatan, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian ini dan studi oleh Kim et al. [6], yang menemukan bahwa tenaga medis yang tidak terlatih lebih rentan terhadap paparan radiasi yang berlebihan.

Implikasi Temuan Temuan penelitian ini memiliki implikasi signifikan bagi praktik klinis. Penggunaan teknologi pelindung radiasi dan dosimeter real-time memberikan perlindungan

tambahan bagi tenaga medis selama prosedur radiologi, sehingga rumah sakit perlu mempertimbangkan investasi dalam teknologi ini. Selain itu, penguatan kebijakan yang mewajibkan pelatihan rutin dan pengawasan dosis radiasi dapat membantu meningkatkan budaya keselamatan radiasi di lingkungan klinis.

Dalam konteks global, kebijakan keselamatan radiasi yang mendukung prinsip ALARA harus diadopsi secara konsisten, terutama di negara berkembang di mana keterbatasan teknologi masih menjadi penghalang utama. Penyedia layanan kesehatan juga harus memperkuat protokol keselamatan untuk mengatasi tantangan baru, seperti yang terlihat selama pandemi COVID-19, ketika protokol keselamatan radiasi sering kali bertentangan dengan langkah-langkah pencegahan infeksi [7], [8]. Kelebihan Penelitian Penelitian ini memberikan wawasan mendalam tentang tantangan dan keberhasilan dalam penerapan teknologi dan protokol dosis rendah. Data yang diperoleh dari pengalaman langsung tenaga medis memberikan pandangan yang kaya tentang bagaimana strategi optimalisasi dosis radiasi dapat diterapkan secara praktis. Selain itu, hasil penelitian ini mempertegas pentingnya pendidikan dan pelatihan sebagai elemen kunci dalam meningkatkan keselamatan radiasi.

Keterbatasan Penelitian Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, termasuk jumlah partisipan yang terbatas dan kurangnya representasi dari berbagai jenis fasilitas kesehatan. Sebagian besar data berasal dari satu rumah sakit tersier, sehingga hasilnya mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan tantangan dan solusi di berbagai konteks klinis. Selain itu, potensi bias dalam wawancara, baik dari partisipan maupun peneliti, dapat memengaruhi interpretasi temuan. Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan teknologi modern, pelatihan berkelanjutan, dan kebijakan yang mendukung optimalisasi dosis radiasi adalah langkah yang krusial dalam meningkatkan keselamatan radiasi. Untuk memperkuat temuan ini, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih besar dan lebih beragam untuk mengatasi keterbatasan yang ada dan memberikan pemahaman yang lebih luas tentang tantangan dan strategi dalam pengelolaan radiasi.

Penelitian ini menegaskan bahwa optimalisasi dosis radiasi dalam prosedur radiologi sangat penting untuk meningkatkan keselamatan pasien dan tenaga medis. Penerapan prinsip ALARA terbukti mampu mengurangi paparan radiasi hingga 95% tanpa menurunkan kualitas diagnostik. Teknologi canggih, seperti sistem pelindung inovatif SEPARPROCATH® dan dosimeter real-time, memberikan perlindungan tambahan bagi tenaga medis dengan mengurangi paparan hingga 59%. Selain itu, pelatihan dan edukasi berkelanjutan berperan krusial dalam meningkatkan kepatuhan terhadap protokol keselamatan, dengan studi menunjukkan bahwa pelatihan rutin dapat meningkatkan kepatuhan hingga 85%.

Meskipun demikian, penelitian ini juga mengungkapkan risiko kesehatan jangka panjang akibat paparan radiasi, termasuk peningkatan risiko kanker dan katarak bagi tenaga medis serta risiko kanker sebesar 15% bagi pasien yang sering menjalani pemeriksaan pencitraan. Hambatan dalam implementasi teknologi, terutama biaya tinggi dan keterbatasan akses di negara berkembang, menjadi tantangan utama. Selain itu, pandemi COVID-19 menambah kompleksitas pelaksanaan protokol keselamatan, terutama dalam penggunaan alat pelindung radiasi yang berbenturan dengan protokol pencegahan infeksi.

KESIMPULAN

Optimalisasi dosis radiasi memerlukan pendekatan holistik yang mencakup penerapan teknologi modern, penguatan kebijakan keselamatan, serta peningkatan edukasi tenaga medis. Untuk memperkuat temuan ini, penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih luas diperlukan guna mengatasi keterbatasan yang ada dan mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam manajemen radiasi di berbagai fasilitas kesehatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Radiologi RSPP Jakarta Selatan yang sudah memberikan ijin atas terselenggaranya penelitian ini. Para nara sumber yang telah membantu pengambilan data pada penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik dalam publikasi artikel ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Abdelrahman, A. A. Alfwares, H. Alewaidat, M. Alhasan, M. Rawashdeh, and D. S. Al-Mousa, "Compliance With Radiation Protection Practices Among Radiologists," *Health Phys.*, vol. 115, no. 3, pp. 338–343, 2018, doi: 10.1097/hp.0000000000000886.
- [2] S. C. Kiang *et al.*, "Analysis of intraoperative radiation use in vascular surgery: Catalyst for quality improvement in patient and personnel safety," *Vascular*, vol. 27, no. 2, pp. 144–152, 2019, doi: 10.1177/1708538118806749.
- [3] A. M. Sailer, L. Paulis, L. Vergoossen, J. E. Wildberger, and C. R. L. P. N. Jeukens, "Optimizing Staff Dose in Fluoroscopy-Guided Interventions by Comparing Clinical Data With Phantom Experiments," *J. Vasc. Interv. Radiol.*, vol. 30, no. 5, pp. 701–708.e1, 2019, doi: 10.1016/j.jvir.2018.11.019.
- [4] P. N. Fiorilli, T. Kobayashi, J. Giri, and J. W. Hirshfeld, "Strategies for Radiation Exposure-sparing in Fluoroscopically Guided Invasive Cardiovascular Procedures," *Catheter. Cardiovasc. Interv.*, vol. 95, no. 1, pp. 118–127, 2019, doi: 10.1002/ccd.28281.
- [5] M. Rabah, S. Allen, A. E. Abbas, and S. Dixon, "A Novel Comprehensive Radiation Shielding System Eliminates Need for Personal Lead Aprons in the Catheterization Laboratory," *Catheter. Cardiovasc. Interv.*, vol. 101, no. 1, pp. 79–86, 2022, doi: 10.1002/ccd.30490.
- [6] O. Kim *et al.*, "Radiation Safety Education and Compliance With Safety Procedures – The Korea Nurses' Health Study," *J. Clin. Nurs.*, vol. 27, no. 13–14, pp. 2650–2660, 2018, doi: 10.1111/jocn.14338.
- [7] D. Albano *et al.*, "Impact of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Emergency on Italian Radiologists: A National Survey," *Eur. Radiol.*, vol. 30, no. 12, pp. 6635–6644, 2020, doi: 10.1007/s00330-020-07046-7.
- [8] C. Zervides, M. Sassi, P. Kefala-Karli, and L. Sassis, "Impact of COVID-19 Pandemic on Radiographers in the Republic of Cyprus. A Questionnaire Survey," *Radiography*, vol. 27, no. 2, pp. 419–424, 2021, doi: 10.1016/j.radi.2020.10.004.

- [9] S. C. Kiang *et al.*, "Analysis of Intraoperative Radiation Use in Vascular Surgery: Catalyst for Quality Improvement in Patient and Personnel Safety," *Vascular*, vol. 27, no. 2, pp. 144–152, 2018, doi: 10.1177/1708538118806749.
- [10] C. Patet, N. Ryckx, D. Arroyo, S. Cook, and J. Goy, "Efficacy of the SEPARPROCATH® Radiation Drape to Reduce Radiation Exposure During Cardiac Catheterization: A Pilot Comparative Study," *Catheter. Cardiovasc. Interv.*, vol. 94, no. 3, pp. 387–391, 2019, doi: 10.1002/ccd.28130.
- [11] R. Girgin, "An Anatolian Study on the Current Knowledge and Attitudes of Urology Operating Room Staff on Ionizing Radiation," *African J. Urol.*, vol. 27, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s12301-020-00117-7.
- [12] A. Rose, W. Rae, M. A. Sweetlove, L. Ngetu, M. A. Benadjaoud, and W. Marais, "Radiation Induced Cataracts in Interventionalists Occupationally Exposed to Ionising Radiation," *South African J. Radiol.*, vol. 26, no. 1, 2022, doi: 10.4102/sajr.v26i1.2495.
- [13] S. A. Kharji, T. Connell, M. Bernier, and M. J. Eisenberg, "Ionizing Radiation in Interventional Cardiology and Electrophysiology," *Can. J. Cardiol.*, vol. 35, no. 4, pp. 535–538, 2019, doi: 10.1016/j.cjca.2019.01.006.
- [14] N. Massiot *et al.*, "Multicentre Evaluation of an Extra Low Dose Protocol to Reduce Radiation Exposure in Superior Mesenteric Artery Stenting," *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, vol. 60, no. 6, pp. 925–931, 2020, doi: 10.1016/j.ejvs.2020.08.005.
- [15] M. S. Davenport *et al.*, "ACR Statement on Safe Resumption of Routine Radiology Care During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic," *J. Am. Coll. Radiol.*, vol. 17, no. 7, pp. 839–844, 2020, doi: 10.1016/j.jacr.2020.05.001.
- [16] D. G. Rizik, "Comprehensive Radiation Shield Minimizes Operator Radiation Exposure in Coronary and Structural Heart Procedures," *Cardiovasc. Revascularization Med.*, 2024, doi: 10.1016/j.carrev.2024.02.015.
- [17] S. Kurtul, "The Level of Knowledge About Radiation Safety and the Frequency of the Use of Protective Equipment Among Healthcare Workers Exposed to Radiation in Different Units," *Turkish J. Oncol.*, 2018, doi: 10.5505/tjo.2018.1795.