



DOCUMENTO DI CONSENSO INTERSOCIETARIO

POSIZIONE DI AIFM, SIRM E FASTeR SULL'USO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE ANTI-X PER I PAZIENTI SOTTOPOSTI A ESAMI RADIOLOGICI

L'Associazione Italiana di Fisica Medica (AIFM) e la Società Italiana di Radiologia Medica e Interventistica (SIRM) con l'appoggio della Federazione delle Associazioni Scientifiche dei Tecnici di Radiologia (FASTeR), condividono la seguente posizione relativamente all'uso dei dispositivi per la protezione individuale dei pazienti sottoposti a esami radiologici con raggi X.

L'IMPIEGO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE ANTI-X, ATTI A SCHERMARE IL FETO E LE GONADI DEL PAZIENTE DURANTE L'INDAGINE RADIOLOGICA A RAGGI X, DEVE ESSERE INTERROTTO COME PRATICA DI ROUTINE IN QUANTO PUÒ COMPROMETTERNE I BENEFICI.

L'affermazione è stata pubblicata nel mese di aprile 2019 dall'Associazione Americana di Fisica Medica (AAPM), condivisa dalle Società Nordamericane di Radiologia (ACR e RSNA) nonché da numerose altre società e organizzazioni, ed è ora da considerarsi recepita anche a livello italiano.

Le motivazioni che giustificano questo storico cambiamento nella gestione del paziente sono due, ovvero che:

1. le attuali evidenze scientifiche relative ai rischi derivanti dall'esposizione ai raggi X mostrano che il beneficio dovuto alla presenza della protezione è minimo o nullo;
2. l'uso di questi schermi può nascondere le informazioni anatomiche e/o interferire con il controllo automatico dell'esposizione di cui sono dotati i moderni sistemi di imaging radiologico compromettendo l'efficacia diagnostica e/o comportando un aumento ingiustificato della dose al paziente.

Volendo analizzare più approfonditamente queste due affermazioni, si può fare direttamente riferimento a quanto enunciato da AAPM nello statement del 2019 qui di seguito brevemente riassunto e consultabile al link <https://www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=468&type=PP> (ultimo accesso 28/07/2020).

1. **La protezione del feto e delle gonadi fornisce benefici trascurabili o nulli per la salute dei pazienti.**

a) Le dosi di radiazione utilizzate nella diagnostica per immagini non sono associate a danni misurabili alle gonadi o al feto. La principale preoccupazione legata all'esposizione alle radiazioni degli organi riproduttivi era un aumento del rischio di effetti sulla progenie; tuttavia, secondo la Pubblicazione 103 della Commissione internazionale sulla radioprotezione (ICRP) del 2007, "nessuno studio sull'uomo fornisce prove dirette di un eccesso di malattie ereditarie associate alle



radiazioni". Per quanto concerne l'irradiazione del feto, la recente letteratura scientifica riporta che, a meno di alcune eccezioni, le dosi derivanti dagli esami radiologici, inclusa la Tomografia Computerizzata (TC), danno origine a una dose molto più bassa di quella associata al possibile danno fetale. Qualora si renda pertanto necessario e indispensabile eseguire un esame TC nelle pazienti gravide, le protezioni per il feto non vanno comunque utilizzate.

- b) **La schermatura del paziente è inefficace nel ridurre la radiazione diffusa all'interno del paziente stesso.** Infatti, la dose assorbita agli organi interni che si trovano al di fuori del campo di acquisizione dell'immagine a raggi X, deriva principalmente dai fotoni diffusi all'interno del corpo sui quali la protezione in superficie non ha alcun effetto.

2. **L'uso della protezione al feto e alle gonadi può influire negativamente sull'efficacia dell'esame.**

- a) **La schermatura può nascondere l'anatomia, rendendo necessaria la ripetizione dell'esame o compromettendo le informazioni diagnostiche.** La schermatura posizionata all'interno del campo visivo dell'immagine può nascondere l'anatomia o una patologia importante o, ancora, generare artefatti rendendo necessaria la ripetizione dell'esame con un aumento sostanziale della dose. Le evidenze mostrano che questo è un problema più comune di quanto si pensi normalmente.
- b) **La schermatura può influire negativamente sul controllo automatico dell'esposizione e sulla qualità dell'immagine.** Tutti i moderni sistemi di imaging a raggi X utilizzano il controllo automatico dell'esposizione e la presenza di schermature nel campo di acquisizione dell'immagine può aumentare drasticamente l'emissione di raggi X, aumentare la dose di radiazioni al paziente e degradare la qualità dell'immagine.

I progressi tecnologici e le attuali evidenze dei rischi derivanti dall'esposizione ai raggi X ci impongono quindi di riconsiderare l'efficacia delle schermature in oggetto, il cui uso è stato per decenni considerato coerente con il principio ALARA e quindi una buona pratica.

Infine, si raccomanda che i programmi di formazione dei medici radiologi e dei tecnici di radiologia forniscano informazioni sull'utilità limitata e sui potenziali inconvenienti della protezione al feto e alle gonadi.

Per maggiori informazioni si veda il documento allegato:

Schermature per le gonadi del paziente e per il feto in diagnostica per immagini, Domande frequenti (FAQ).

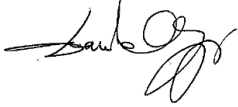




Bibliografia di riferimento:




1. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37.
2. RM Marsh and MS Silosky. Patient shielding in diagnostic imaging: Discontinuing a Legacy Practice (2019) AJR; 212:1-3.
3. L Yu, MR Bruesewitz, TJ Vrieze, CH McCollough. Lead shielding in pediatric chest CT: Effect of apron placement outside the scan volume on radiation dose reduction (2019) AJR;212(1):151-156.
4. KJ Strauss, EL Gingold, DP Frush. Reconsidering the Value of Gonadal Shielding During Abdominal/Pelvic Radiography (2017) JACR;14(12):1635-1636.
5. SL Fawcett and SJ Barter. The use of gonad shielding in paediatric hip and pelvis radiographs (2009) BJR; 82: 363-370.
6. MJ Frantzen, S Robben, AA Postma, et al. Gonad shielding in paediatric pelvic radiography: disadvantages prevail over benefit (2012) Imaging Insights; 3(1): 23-32.
7. MC Lee, J Lloyd, MJ Solomito. Poor utility of gonadal shielding for pediatric pelvic radiographs (2017) Orthopedics; 40(4): e623-e627.
8. Committee opinion no. 723: Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy and lactation. Obstet Gynecol. 2017;130(4):933-934.
9. P. Vock. Clinical perspective on diagnostic X-ray examinations of pregnant patients – What to take into account. Physica Medica 43 (2017) 165–171
10. ACR-AAPM-SIIM-SPR Practice Parameter for Digital Radiography. Resolution 40 (2017).
11. ACR-SPR Practice Parameter for Imaging Pregnant or Potentially Pregnant Adolescents and Women with Ionizing Radiation. Resolution 39 (2018).



Il presente documento è stato stilato da:

Daniela Origi		AIFM
Veronica Rossetti		AIFM
Sergio Salerno		SIRM

ed è stato condiviso e approvato dai Consigli Direttivi e dai Presidenti:

Michele Stasi		AIFM
Roberto Grassi		SIRM
Stefano Durante		FASTeR

30 luglio 2020



ALLEGATO AL DOCUMENTO DI CONSENSO INTERSOCIETARIO

POSIZIONE DI AIFM, SIRM E FASTeR SULL'USO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE ANTI-X PER I PAZIENTI SOTTOPOSTI A ESAMI RADIOLOGICI

Schermature per le gonadi del paziente e per il feto in diagnostica per immagini

Domande frequenti (FAQ)

Questo documento, tratto da quello di FAQ americano (1), contiene una serie di domande frequenti che dovrebbero rispondere ai dubbi più comuni di operatori sanitari, pazienti adulti, genitori o persone che forniscono assistenza ai pazienti pediatrici durante un esame radiologico.

I reparti di radiologia diagnostica possono utilizzare queste FAQ per stilare il proprio protocollo interno di lavoro, fondamentale affinché il cambiamento nella pratica sia adottato in maniera coerente; l'incoerenza nell'uso dei dispositivi di protezione anti-X può infatti indurre il paziente a pensare che il non impiego di tali dispositivi sia una mancanza di buona pratica.

1. Non si dovrebbero proteggere le gonadi, specialmente nei bambini, per ridurre al minimo il rischio di danni genetici nelle generazioni future?

La protezione delle gonadi è stata introdotta nella pratica clinica oltre 70 anni fa, quando si credeva che esporre le gonadi alle radiazioni avrebbe potuto danneggiare le cellule riproduttive, come le cellule che producono spermatozoi e ovociti, causando danni alla futura progenie dei pazienti (2). Tuttavia, questi effetti genetici non sono stati osservati nell'uomo neanche 3 o 4 generazioni dopo i bombardamenti atomici (3), ovvero su individui che avevano assorbito dosi di radiazione molto più elevate di quelle impiegate nella *diagnostica per immagini*. Le organizzazioni internazionali di radioprotezione hanno ridotto il peso del fattore di rischio per le gonadi in ogni revisione dei fattori di rischio per i tessuti, fin da quando questi sono stati introdotti la prima volta nel 1977 (4,5).

Quindi: *non vi è alcun vantaggio nel posizionare le schermature su testicoli e ovaie in quanto le cellule riproduttive sono molto meno sensibili alle radiazioni di quanto pensassimo e non ci sono prove che le radiazioni utilizzate in diagnostica per immagini le danneggino.*

2. Non dovremmo continuare a proteggere le gonadi in modo da non aumentare il rischio di infertilità?

La quantità di radiazione necessaria per causare infertilità è 100 volte più elevata rispetto alla dose richiesta per un esame radiologico (5). Ad esempio, la dose alle gonadi dovuta a una radiografia del bacino è inferiore a 0,8 mGy per un ragazzo e inferiore a 0,3 mGy per una ragazza. Le dosi alle gonadi dei neonati che effettuano una radiografia sono inferiori di circa il 90% rispetto a quelle dei ragazzi



(6). Per confronto, la fertilità maschile non è alterata al di sotto di una dose acuta di 150 mGy. La sterilità permanente nei maschi non si verifica al di sotto di 3500 mGy. La fertilità femminile non è alterata per dosi inferiori a 2500 mGy (5).

Quindi: *la dose richiesta per causare infertilità è molto più elevata di quella utilizzata durante gli esami di imaging radiologico.*

3. Perché non dovremmo più proteggere i pazienti regolarmente?

Qualsiasi riduzione di esposizione dovuta alla presenza di una schermatura anti-X è trascurabile rispetto alla dose generata dalla radiazione diffusa all'interno del corpo del paziente. Le schermature anti-X fanno poco o nulla a beneficio del paziente (7-11). Come in altre aree della medicina, l'uso di tali schermature per il paziente deve essere valutato considerando il rapporto rischio-beneficio. Ad esempio, ogni volta che ne viene utilizzata una, esiste il rischio che questa copra e nasconda parti di anatomia fondamentali per una accurata diagnosi (6,12-24). Poiché la schermatura può introdurre questi rischi a fronte di poco o nessun beneficio per il paziente, dovremmo interromperne l'uso routinario.

Quindi: *le schermature possono coprire parti del corpo che il medico deve poter vedere. Se ciò accade, potrebbe essere necessario ripetere la radiografia.*

4. Perché lo stiamo facendo ora?

I progressi tecnologici nell'imaging radiologico, come per esempio i rivelatori più performanti, hanno notevolmente ridotto la quantità di radiazione necessaria per ottenere un'immagine di qualità. Tuttavia, alcune delle funzionalità delle moderne apparecchiature per imaging (come il controllo automatico dell'esposizione) non rispondono correttamente quando la schermatura di piombo si trova sul percorso dei raggi X (25). Inoltre, grazie alla comunità scientifica che continua ad approfondire la conoscenza sulle conseguenze dell'interazione delle radiazioni con il corpo umano, ci si è resi conto che il rischio derivante dalla maggior parte degli esami radiologici è o troppo piccolo per essere determinato o, forse, addirittura nullo. Questi progressi hanno reso la schermatura del paziente una pratica che introduce più rischi che benefici.

Quindi: *il cambiamento nella pratica è dovuto ai progressi tecnologici nell'imaging radiologico e a una migliore comprensione delle conseguenze dell'interazione delle radiazioni con il corpo umano.*

La maggior parte delle moderne apparecchiature a raggi X possono determinare automaticamente la quantità di radiazioni da utilizzare in relazione alla regione corporea presa in esame, e la presenza di una protezione individuale piombo-equivalente nel campo di vista potrebbe comportare un aumento significativo ed ingiustificato della dose al paziente.

5. Dobbiamo ancora schermare pazienti pediatrici o donne in stato di gravidanza?

Le schermature per il feto e per le gonadi non devono essere usate, indipendentemente dall'età del paziente, dal sesso o dallo stato di gravidanza. In particolari circostanze, come nel caso di pazienti o genitori molto ansiosi, potrebbero però venire comunque impiegate. Per esempio, se una donna incinta con sospetto di embolia polmonare si rifiuta di eseguire un esame radiologico senza



schermature, allora la protezione del feto può essere utilizzata in quanto il beneficio di poter effettuare una diagnosi tempestiva supera il rischio dell'utilizzo delle schermature.

6. I pazienti, e specialmente i genitori dei pazienti pediatrici, si aspettano che le schermature vengano usate. Dobbiamo continuare a utilizzarle, poiché questo fa sentire i pazienti più sicuri?

La pratica clinica deve essere basata sulla migliore e più recente evidenza scientifica. Anche se i pazienti si aspettano di venir schermati, perché questa è stata la buona pratica per decenni, dobbiamo spiegare loro che i benefici delle schermature sono trascurabili e quindi non c'è nessun reale vantaggio a continuare con questa pratica. Inoltre si aggiunge il rischio, seppur basso, di compromettere l'esame nel caso in cui la schermatura entrasse nel campo di vista del fascio radiogeno.

Nella maggior parte delle situazioni, è appropriato per i medici radiologi e/o i tecnici di radiologia spiegare ai pazienti perché schermare non sia raccomandato.

Se il paziente o i parenti insistessero nel richiedere l'utilizzo delle schermature, il medico radiologo valuterà le decisioni da assumere.

Nel caso se ne decida comunque l'utilizzo, il tecnico di radiologia farà attenzione a posizionarle correttamente in modo che l'esame possa essere eseguito senza comprometterne la qualità dell'immagine, né aumentare la dose totale. Quando si propongono delle regole per smettere di utilizzare le schermature per le gonadi o il feto è importante riconoscere che possono esserci situazioni che richiedono il giudizio professionale a seconda del singolo paziente e della circostanza.

7. E per le donne in gravidanza? Potrebbe anche una piccolissima dose di radiazioni danneggiare il feto?

Con poche eccezioni, l'esposizione alle radiazioni di una radiografia, di un'acquisizione TC, o di un esame di medicina nucleare espongono a una dose molto più bassa rispetto a quella che potrebbe indurre un danno fetale (26). Questo vale anche per una TC dell'addome e della pelvi. Se invece il feto si trova al di fuori del campo di vista dell'immagine, la dose al feto sarà inferiore a 1 mGy, che è circa pari alla dose annua del fondo naturale, a cui il feto è esposto durante la gestazione (27). È questa l'esposizione al feto nel caso per esempio di una CT del torace alla mamma.

Quindi: *nella maggior parte dei casi, la quantità di radiazione impiegata negli esami di imaging è molto inferiore alla quantità di radiazione che è noto possa causare danni al feto. Le schermature non ridurrebbero la quantità di radiazioni al bambino, ma potrebbero coprire parti del corpo della mamma, che il medico ha necessità di vedere.*

8. Noi lavoratori, dobbiamo continuare ad indossare i camici piombati?

Assolutamente sì. Se sei un lavoratore che lavora in una zona classificata con rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti (per esempio una sala per esami radiologici) sai benissimo che gli standard di sicurezza sul lavoro e la normativa vigente prevedono che i lavoratori debbano intraprendere tutte le azioni necessarie a limitare la loro esposizione occupazionale. Queste azioni includono: limitare il tempo di esposizione alle sorgenti radiogene, massimizzare la distanza dalla sorgente radiogena, proteggersi dalla sorgente radiogena utilizzando le schermature anti X. Le schermature possono



essere le finestre o le pareti piombate delle sale RX o i dispositivi di protezione individuale come i camici anti X. Questi metodi, accettati universalmente per limitare l'esposizione dei lavoratori alle radiazioni, non impattano in nessun modo sulle raccomandazioni di non utilizzo delle schermature nei pazienti.

9. Perché se mio figlio deve fare un esame non è protetto, ma a me viene richiesto di indossare un grembiule di materiale piombo equivalente mentre sono nella sala esame con lui?

Il medico radiologo vuole un'immagine che gli permetta di vedere meglio cosa sta succedendo all'interno del corpo di tuo figlio. Questo espone tuo figlio a una piccola dose di radiazioni. Il medico radiologo ha valutato i benefici ed i rischi per il bambino ed ha deciso che il vantaggio di avere le informazioni dall'immagine è molto più alto del rischio derivante dalle radiazioni, che è molto piccolo o nullo. Poiché non sei tu a dover effettuare l'esame, non è necessario che tu riceva alcuna radiazione e quindi ti verrà richiesto di indossare un camice di materiale piombo equivalente per assicurarti di non ricevere alcuna dose.

10. Anche se la dose di un esame RX è bassa, cosa possiamo dire dei pazienti che sono sottoposti a molti esami ai raggi X durante la loro vita?

Le cellule sane hanno meccanismi di riparazione in grado di proteggerle da piccole dosi di radiazione (28). Si sfruttano questi meccanismi riparativi in radioterapia, dove i trattamenti sono impostati con sessioni multiple di trattamento. Per esempio, il trattamento radioterapico per la mammella può consistere di 25 sedute durante ciascuna delle quali vengono erogati 2000 mGy, invece che un'unica sessione da 50.000 mGy. Questo perché rilasciando una dose in piccole quantità su un lungo periodo di tempo, invece che tutta in una volta, si consente un recupero maggiore di tessuti sani, uccidendo le cellule tumorali. Pertanto c'è l'evidenza che il rischio di esami multipli non è cumulativo.

11. In alcune immagini RX l'anatomia del paziente è visibile anche al di fuori della collimazione del fascio. Vuol dire che sono comunque esposti?

Spesso, un segnale sfumato può essere visto al di fuori del campo di collimazione del fascio. Tale segnale è dovuto alla radiazione che, attraversando l'anatomia all'interno del campo collimato, viene diffusa all'interno del paziente stesso e può poi raggiungere parti del rivelatore che sono al di fuori del campo di vista. Bisogna precisare che la dose ai tessuti all'esterno del campo di vista è molto bassa, da 100 a 1000 volte inferiore alla dose al corpo all'interno del campo di vista. Questa piccola quantità di radiazione, al di fuori del campo di vista, non giustificerebbe l'utilizzo delle schermature per il paziente.

12. Le schermature piombate "intrappolano" le radiazioni?

No. Il piombo o i materiali piombo-equivalenti utilizzati nei camici anti X, attenuano molto bene le radiazioni. Una piccola parte può venir retro-diffusa dal paziente, ma la dose da essa derivante è così bassa che può essere considerata trascurabile (meno di 0,001 mGy, equivalente a qualche ora di esposizione alla radiazione naturale) (29).



Bibliografia

1. *Patient Gonadal and Fetal Shielding in Diagnostic Imaging Frequently Asked Questions from https://www.aapm.org/org/policies/documents/CARES_FAQs_Patient_Shielding.pdf* (Ultimo accesso 28/07/2020)
2. *Code of Federal Regulations Title 21 - Sec. 1000.50. Recommendation for the use of specific area gonad shielding on patients during medical diagnostic x-ray procedures. 21 C.F.R. §1000.50 (1976)*
3. *Okubo, T. (2012). Long-term epidemiological studies of atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki: study populations, dosimetry and summary of health effects. Radiation Protection Dosimetry, 151(4), 671–673.*
4. *ICRP, 1977. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 26. Ann. ICRP 1 (3).*
5. *ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).*
6. *Frantzen, M. J., Robben, S., Postma, A. A., Zoetelief, J., Wildberger, J. E., & Kemerink, G. J. (2012). Gonad shielding in paediatric pelvic radiography: disadvantages prevail over benefit. Insights Imaging, 3, 23–32.*
7. *Choi, J. W., Lee, S. Y., Kim, J. H., et al. (2018). Iterative Metallic Artifact Reduction for In-Plane Gonadal Shielding during Computed Tomographic Venography of Young Males. Journal of Computer Assisted Tomography, 42(2), 269–276.*
8. *Clancy, C. L., O'reilly, G., Brennan, P. C., & Mcentee, M. F. (2009). The effect of patient shield position on gonad dose during lumbar spine radiography. Radiography, 16, 131–135.*
9. *Dauer, L. T., Casciotta, K. A., Erdi, Y. E., & Rothenberg, L. N. (2007). Radiation dose reduction at a price: the effectiveness of a male gonadal shield during helical CT scans. BMC Medical Imaging, 7(5).*
10. *Phelps, A. S., Gould, R. G., Courtier, J. L., Marcovici, P. A., Salani, C., & MacKenzie, J. D. (2016). How Much Does Lead Shielding during Fluoroscopy Reduce Radiation Dose to Out-of-Field Body Parts? Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences, 47, 171–177.*
11. *O'Conner, M., Arrigo, A., Kierans, Z., et al. (2018). An Analysis of Breast and Gonad Lead Shielding Effectiveness in Abdominal AP Radiography: A Phantom Study. In A. Heij-Meijer, C. Buissink, & P. Hogg (Eds.), OPTIMAX 2018: A focus on Education in Radiology (pp. 125–142).*
12. *Fawcett, S. L., & Barter, S. J. (2009, May). The use of gonad shielding in paediatric hip and pelvis radiographs. British Journal of Radiology, Vol. 82, pp. 363–370.*
13. *Gul, A., Zafar, M., & Maffulli Nicola. (2005). Gonadal Shields in Pelvic Radiographs in Pediatric Patients. Bulletin of the Hospital for Joint Diseases, 63(1–2), 13–14.*
14. *Gürsu, S., Gürsu, T., Çamurcu, Y., Yıldırım, T., Gürsu, A., & Şahin, V. (2013). Efficacy of gonadal shielding in pediatric pelvis X-rays. Joint Diseases and Related Surgery, 24(2), 87–90.*
15. *Karami, V., Zabihzadeh, M., & Shams, N. (2017). Gonad Shielding during Pelvic Radiography: A Systematic Review and Meta-Analysis. Archives of Iranian Medicine, 20(2), 113–123.*
16. *Kenny, N., & Hill, J. (1992). Gonad protection in young orthopaedic patients. BMJ, 304, 1411–1413.*
17. *Kumar, A., Chau, W. W., Hung, -H, Wong, -T, Ng, B. K. W., & Cheng, J. C. Y. (2018). Gonadal shield: is it the Albatross hanging around the neck of developmental dysplasia of the hip research? Journal of Children's Orthopaedics, 12, 606–613.*



18. Lee, M. C., Lloyd, J., & Solomito, M. J. (2017). *Poor Utility of Gonadal Shielding for Pediatric Pelvic Radiographs*. *Orthopedics*, 40(4), e623–e627.
19. Liakos, P., Schoenecker, P. L., Lyons, D., & Gordon, J. E. (2001). *Evaluation of the efficacy of pelvic shielding in preadolescent girls*. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 21(4), 433–435.
20. Parker, S., Nagra, N. S., Kulkarni, K., Pegrum, J., Barry, S., Hughes, R., & Ghani, Y. (2017). *Inadequate pelvic radiographs: implications of not getting it right the first time*. *Ann R Coll Surg Engl*, 99, 534–539.
21. Tsai, Y.-S., Liu, Y.-S., Chuang, M.-T., Wang, C.-K., Lai, C.-S., Tsai, H.-M., ... Lu, C.-H. (2014). *Shielding during X-ray examination of pediatric female patients with developmental dysplasia of the hip*. *J. Radiol. Prot*, 34, 801.
22. Sikand, M., Stinchombe, S., & Livesley, P. (2003). *Study on the Use of Gonadal Protection Shields During Paediatric Pelvic X-rays*. *Ann R Coll Surg England*, 85, 422–425.
23. Wainwright, A. (2000). *Medical audit Shielding reproductive organs of orthopaedic patients during pelvic radiography*. *Ann R Coll Surg Engl*, 82, 318–321.
24. Warlow, T., Walker-Birch, P., & Cosson, P. (2014). *Gonad shielding in paediatric pelvic radiography: Effectiveness and practice*. *Radiography*, 20, 178–182.
25. Kaplan, S. L., Magill, D., Felice, M. A., Xiao, R., Ali, S., & Zhu, X. (2018). *Female gonadal shielding with automatic exposure control increases radiation risks*. *Pediatric Radiology*, 48, 227–234.
26. ACOG. (2017). *ACOG Committee Opinion Number 723: Guidelines for Diagnostic Imaging During Pregnancy and Lactation*.
27. Brent, R. L., Frush, D. P., Harms, et al. (2013). *Preconception and Prenatal Radiation Exposure: Health Effects and Protective Guidance Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements*.
28. NCRP (2012). *National Council in Radiation Protection and Measurements. Uncertainties in the Estimation of Radiation Risks and Probability of Disease Causation, NCRP Report No. 171 (National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD)*
29. Silosky, M.S. (2019). *Can lead aprons used for patient shielding reflect X-rays back toward the patient?* *AJR*, 213(2).