

生殖腺防護シールドに関する よくある質問 (FAQ) 集

日本放射線技術学会放射線防護部会
小児股関節撮影における生殖腺防護検討班

対象：医療従事者を対象としたFAQ

A1. 遺伝的影響のリスクを最小限にするためにも生殖腺防護シールドを使用すべきではないですか

放射線検査での生殖腺防護は70年以上前から実施されています。当時はショウジョウバエの実験を根拠に生殖腺が放射線に被ばくすると精巣や卵巣などの生殖細胞が損傷され、将来、子孫に遺伝的影響が発生すると考えられていました。しかしその後の放射線影響に関する小児がんの疫学調査や最新の原爆被爆者追跡調査 (Life Span Study; LSS) から、人間で遺伝性疾患の発生頻度が増加したという明確な証拠は得られておりません。そのため国際放射線防護委員会 (ICRP) は新しい勧告を出すたびに、全ての人の集団に対する生殖腺の遺伝的影響に関する名目リスク係数の引き下げを行っています。また現在の放射線検査の線量は、技術の進歩により遺伝的影響が危惧されていた70年前よりも遥かに少なくなっております。したがって遺伝的影響のリスク低減を目的とした生殖腺防護シールドは必要ないと考えられます。

推奨される論点：

画像診断による放射線被ばくで卵子や精子などの生殖細胞に影響を与えるという明らかな根拠はない。

A2. 不妊リスクを考慮すると、生殖腺防護シールドは継続すべきではないでしょうか

放射線被ばくによる不妊症は生殖腺の組織反応であり、しきい線量を超える被ばくを受けなければ発生しません。不妊症のしきい線量は、男性の一時不妊が100ミリグレイ、永久不妊が約6,000ミリグレイ、女性の永久不妊が3,000ミリグレイであり、生殖腺が1度にこれらの線量を超える被ばくを受けなければ発生しません。ちなみに10歳代の男性が1回の骨盤X線撮影で生殖腺が受ける線量は0.8ミリグ

レイ未満, 女性で0.3ミリグレイ未満, 新生児はこれらの線量よりも90%程度低くなります。通常の放射線検査で受ける線量による不妊リスクは無視できるくらい小さいため, 不妊リスク低減を目的とした生殖腺防護シールドは必要ないと考えられます。

推奨される論点:

画像診断で使用されている線量は, 不妊症を引き起こす線量よりもはるかに低い。

A3. なぜ生殖腺防護シールドの使用をやめる必要があるのですか

患者体内から発生する散乱線によって生殖腺が被ばくする量と比較して, 生殖腺防護シールドの線量低減効果は無視できるくらい小さく, 患者にもたらすメリットはないか, もしくは無視できるくらい小さいです。

近年の撮影装置の進歩により, 撮影線量はX線が発見された1895年の頃の1/400まで低減されましたが, 成人では散乱線と撮影線量の比は男性で0.68倍, 女性で1.47倍ですが, 5歳児だと男性で0.71倍, 女性で1.61倍であり, 女性生殖腺の被ばくは散乱線が占める割合が大きいことがわかりました。しかし患者さんの身体の中で発生する散乱線は防げないので, 実は防護シールドの効果は予想していたよりも小さかったこともわかってきました。それよりも重要な臓器が隠れてしまったり, 再撮影の原因になってしまったりするなどのデメリットが大きいことがわかってきました。2021年に日本放射線技術学会放射線防護部会の生殖腺防護検討班が行った調査によると, 多くの施設では生殖腺防護シールドに起因する再撮影を経験していることが明らかとなっています。

このように生殖腺防護シールドはこれらのデメリットをもたらす可能性があるだけでなく, 線量低減効果は無視できるくらい小さく, 患者にとって全く利益がない, または無視できるほど小さい利益しかもたらさないと考えられます。日常的な診療行為の一環として行われる生殖腺防護シールドの使用を中止することが米国や欧州の規制当局より推奨されてきました。

推奨される論点:

医師が観察する必要のある部位が生殖腺防護シールドによって覆い隠されてしまう可能性があり, その時には再度の撮影が必要となる場合がある。

A4. なぜ今ごろになってこのようなことを言い始めたのですか

これまでヒトの生殖腺が被ばくすることで, 遺伝的影響が出現すると考えられてきました。しかし放射線の人体影響に関する小児がん患者の疫学調査や最新の原爆被爆者追跡調査などの結果から, ヒトで遺伝的影響の発生頻度が増加した

という明確な証拠は得られておらず、放射線検査での生殖腺の被ばくによる遺伝的影響のリスクは実は小さすぎて判断できないか、ゼロでさえある可能性がわかってきました。また近年の高感度X線検出器の登場を始めとするX線撮影装置の性能向上によって、従来よりも大幅に低い線量で良好な画像が得られるようになり、生殖腺防護シールドが照射野の中に入ってしまうことで、X線撮影線量の自動調整機能に影響を与え、逆に撮影線量を増加させてしまう可能性もあります。これまで慣例的に行われてきた生殖腺防護シールドの使用を継続することは、患者に利益を与えるよりも、さらに大きなリスクを引き起こしてしまう可能性があります。実際、米国やEUでは前述の理由から、慣例として実施されてきた生殖腺防護シールドの継続使用の中止に関する勧告が発出されています。

推奨される論点：

検査手技の変更は、撮像技術の向上と放射線の人体影響への理解が深まったことによる。

A5. 小児や妊娠中の患者は、生殖腺防護シールドを使用したほうがいいのではないのでしょうか

通常の放射線検査で生殖腺が受ける線量では、不妊や遺伝的影響が発生することはありません。そのため胎児や生殖腺への防護は、患者の年齢や性別、または妊娠の状態に関係なく、生殖腺防護シールドを日常的に使用する必要はありません。ただし、放射線被ばくに強い不安を持つ患者では、胎児や生殖腺防護シールドを使用することにより、放射線被ばくに対する不安を軽減させ、安全な検査を受けたと感じてもらえることに繋がる場合もあります。そのため撮影に影響を与えないと判断される場合に限り、生殖腺防護シールドの使用を患者に選択してもらうことを推奨します。

A6. 患者や患者のご家族（特に小児の場合）は生殖腺防護を行うものと思っています。患者に“安全な検査を受けた”と感じてもらうためにも、生殖腺防護を実施したほうがいいのではないのでしょうか

A7. 生殖腺防護シールドの使用の有無については撮影を実施する各技師の判断にゆだねてもいいのでしょうか

A6, A7をまとめて回答いたします。通常、医療は最良かつ最新の科学的根拠に基づいて実施されることが求められます。患者さんは生殖腺防護シールドを使用することが当然のことと思っているかもしれませんが、これは放射線が医療に応用された70年前には、生殖腺が放射線に被ばくすると精巣や卵巣などの生殖細胞に損傷を与え、不妊や将来の子孫に遺伝的影響が発生すると考えられていたことに

廻ります。しかし現在も継続して実施されている放射線影響に関する小児がんの疫学調査や最新の原爆被爆者追跡調査においても、ヒトで遺伝性疾患の発生頻度が増加したという明確な証拠は得られていません。また現在の放射線検査で使用されている放射線量はX線装置の進歩によって1895年の頃の1/400まで減少しており、不妊が発生する線量よりも遙かに少ない線量となっています。

骨盤部の撮影が必要な患者の場合、防護シールドはメリットよりもデメリットの方が多く、骨盤部を診断する場合には防護シールドがない方が1回で撮影が終了するメリットがあります。また防護シールドが患部を隠してしまったり、患者の生殖腺の位置からずれてしまったりすることもあるため、防護シールドを使用しても被ばくしてしまうことがあること、患者が動いて再撮影になってしまうなどのデメリットもあります。また撮影部位の周辺の組織から発生する散乱線による被ばくは避けることができませんが、ヒトでは生殖腺の被ばくによる遺伝的な影響もみつかっていません。

そのため現在では骨盤部を診断する撮影や小児の撮影では、動き回って防護シールドの使用が難しい場合でも再撮影となる可能性を減らすため、防護シールドを使用せず撮影する方向になってきていることを患者に説明する必要があります。

ただし、特別な考慮が必要となる場合もあります。たとえば、緊急の診断が必要な妊娠中の患者が生殖腺防護シールドを使用しない放射線検査を拒否した場合、生殖腺防護シールドを使用するリスクよりも緊急の診断を受けることの利点の方が上回ることがあります。同様に何度も放射線検査を繰り返す重症の小児患者の両親では、患児の生殖腺防護シールド使用のリスクよりも、生殖腺被ばくに不安を感じる両親や介護者の心理的利益の方が大きくなることもあります。

ほとんどの場合、主治医や放射線科医、診療放射線技師などが生殖腺防護シールドの使用を推奨しない理由を説明することが重要となります。患者または両親が生殖腺防護シールドの使用を求め続ける場合、画質を損なわないよう注意を払って全体の線量が増加しないのであれば、主治医と撮影担当技師が相談した上で生殖腺防護シールドを使用することも可能です。可能であれば、各医療機関で生殖腺防護シールドの継続中止に係る規程を予め策定しておくことが望ましいですが、個々の患者および状況に基づいて、専門家として判断が求められる状況もあることも認識しておくことが重要です。

A8. 妊娠中の女性の場合はどうでしょうか。微量の放射線でも胎児に影響があるのではないのでしょうか

日本産科婦人科学会の産科診療ガイドラインには、「X線検査やCT、核医学検査のような診断用放射線は通常50ミリグレイ未満の線量であり、誤って放射線治

療を受けた場合や原発事故など特殊な場合を除き、胎児への影響は小さい。」と記載されています。これは腹部や骨盤部のCT検査にも当てはまります。母親が胸部CT検査を受ける場合、スキャン範囲外に胎児があるとすれば胎児の被ばく線量は1ミリグレイ未満と、胎児に影響が出現する可能性があるしきい線量の100ミリグレイよりも遙かに低く、放射線被ばくが直接の原因となる影響が出現することはありません。

推奨される論点：

- これまでの疫学研究や原爆被爆者の調査により、生殖腺はこれまで考えられていたよりも放射線感受性が低く、もはや特別な配慮を必要とする臓器ではないことが明らかとなった。
- 放射線被ばくによってヒトの遺伝性疾患が自然発生率を超えて増加したという明確な証拠も得られていない。
- 生殖腺防護シールドの使用によって患者が受ける利益はごくわずかであり、不利益を被る可能性の方が高い。
- ほとんどすべての場合で画像診断による放射線量は、胎児に害を及ぼすと知られている線量よりもはるかに少ない。
- 防護シールドに胎児被ばくを減らす効果はなく、逆に医師が観察する必要がある部位を覆い隠してしまうことがある。

A9. 撮影室に入る職員は防護エプロンを着用し続ける必要がありますか

絶対に必要です。放射線防護の原則は「被ばく線量はなるべく少なくする」ことです。放射線検査を受ける患者は、被ばく線量がなるべく少なくなるよう調整された放射線を被ばくすることで病気の診断や治療に繋がる情報が得られるという大きなメリットを受けます。しかし撮影室で業務を行う職員が受ける被ばくも「なるべく少なくする」ことが必要です。少ない線量でも被ばくのメリットは無いと考えるので防護エプロンを着用します。撮影室に入る職員は法令（電離放射線障害防止規則および医療法施行規則）により、職業上の被ばくを防護するための適切な措置を講じることが義務づけられています。そのため職業被ばくの防護策として行われている防護エプロンの着用と患者への生殖腺防護シールドの使用中止とは全く別の観点のものになります。

A10. 1回あたりの放射線の量は小さいかもしれないが、生涯にわたって何度も撮影するような患者ではどうなのでしょう

健康な細胞に放射線が照射されると、細胞の核の中にあるDNAが損傷を受けますが、DNAの修復に失敗することで様々な人体影響が発生します。

私たちの身体には損傷を受けたDNAを修復する機能が備わっており、損傷を受けたDNAのほとんどが完全に修復されます。少ない放射線量を何回にも分けて被ばくした場合、損傷を受けたDNAのほとんどが次の被ばくを受けるまでの時間で、ほぼ完全に修復されるため、放射線検査で使用する放射線量による影響はないか、あっても無視できるくらい小さいですが、個人レベルでは放射線被ばくによるリスクが蓄積していくことはありませんが、集団レベルでは乳腺被ばくでリスクが増加するとの報告もあります。

A11. 照射野外にも構造が写っていることがあるが、照射野外にも放射線が照射されているということでしょうか

照射野の外側に薄らと画像が見えることが多くあります。これは入射したX線が照射野内の画像を描出した後、検出器に到達するまでに患者の身体の中で散乱された放射線（散乱線）によって描出されたものです。最新のX線検出器は微量のX線を検出できるほど非常に感度が高いため、照射野外での画像を見ることができですが、照射野外の散乱線量は照射野内のX線量の数百～数千分の1と非常に少ない量なので、患者への影響はないか、あっても無視できるくらい小さいです。

A12. 防護シールドで体の中に放射線が封じ込められることはありませんか

そのようなことはありません。鉛や防護エプロンに使用されている鉛等価物質は放射線を吸収する能力にとっても優れています。ごくわずかの量の放射線が患者に反射して戻ってくる可能性があります。その線量は0.001ミリグレイ未満と極めて少ない量ですので心配ありません。

推奨される論点：

鉛はX線の吸収に非常に優れている。極めて少ない量のX線が反射して患者に戻る可能性があるが、この線量は極めて少ない。

患者を対象としたFAQ

B1. 以前は生殖腺防護シールドを使用してもらっていたのに、どうして行わなくなったのですか

放射線検査での生殖腺防護は70年以上前から実施されていますが、これは当時、生殖腺が放射線に被ばくすると精巣や卵巣などの生殖細胞に損傷を与え、将来の子孫に遺伝的影響が発生すると考えられていたためです。

しかしその後の放射線影響に関する疫学調査や最新の原爆被爆者追跡調査で放射線の人体影響についての理解が進み、精巣や卵巣などの放射線感受性はこれまで考えられていたよりも低いことがわかりました。また生殖腺の被ばくによってヒトの遺伝性疾患の発生頻度が増加したという明確な証拠も得られていません。そのため国際放射線防護委員会は新しい勧告を出すたびに、全ての人の集団に対する生殖腺の遺伝的影響に関する影響の指標を引き下げています。

X線装置の進歩により、昔の装置に比べて撮影に要する線量は飛躍的に少なくなり、1896年から2018年の間で撮影線量は約1/400に減少しました。またほとんどのX線装置に撮影部位に応じ、必要最小限の線量に自動調整する機能が搭載されています。そのため生殖腺防護シールドが撮影部位に重なると、生殖腺防護シールドによって見たい部分が隠れてしまい正確な診断できない可能性や、線量自動調整機能に影響して逆に線量を増加させてしまう可能性があり、患者さんにとっても有益ではありません。このようなことから、私たちは遺伝的影響のリスク低減を目的とした生殖腺防護シールドの使用を撤廃する運びとなりました。

B2. 生殖腺防護シールドを使用したほうが安全なのではないですか

私たちは日常生活を送る中で自然環境から1年間に約2.1ミリシーベルトの放射線被ばくを受けています。それに対して通常のX線撮影で使用されている放射線量は0.06ミリシーベルトと自然環境から受ける放射線に比べても非常に少ない量であり、被ばくによるリスクは無いか、あっても無視できるくらい小さいです。そのため生殖腺防護シールドによる防護効果も同じように無いか、無視できるくらい小さいです。

B3. 生殖腺防護シールドに何かデメリットがあるのでしょうか

生殖腺が撮影部位から離れている場合、生殖腺防護シールドを使用するメリットはありません。撮影部位が生殖腺に近い場合、生殖腺防護シールドによって病変のある部分を覆い隠してしまう可能性があります。このような場合にはX線撮影の撮り直しが必要になったり、病気の発見が遅れてしまったりすることがあるかもし

れません。なお生殖腺防護シールドが撮影に影響を与えないと判断される場合に限り、生殖腺防護シールドを使用するかを患者に選択してもらうことを推奨します。

B4. 生殖細胞に放射線を受けると将来生まれてくる子供に影響がありますか

1950年代以降、人々は放射線が生殖細胞に損傷を与える可能性があり、この損傷が将来の子供たちに受け継がれるのではないかと心配していました。しかし、これは何世代にもわたって調べた放射線の人体影響に関する疫学調査や最新の原爆被爆者追跡調査の結果から、ヒトで放射線被ばくにより遺伝性疾患の発生頻度が、被ばくしなくても自然発生する確率である3%を上回って増加したという明確な根拠は得られず、放射線検査による生殖腺の被ばくりスクは実は小さすぎて判断できないか、ゼロでさえある可能性がわかりました。このことは放射線検査で使用されるよりも、はるかに大量の放射線を受けた人々にも当てはまります。

B5. 妊娠している場合は胎児防護シールドを使用してもらえますか

通常の放射線検査で使用する線量は近年技術開発とともにどんどん低くなっており、赤ちゃんへの影響はないか、あっても無視できるくらい小さくなっています。そのため、胎児防護シールドを使用するメリットよりも、赤ちゃんを防護するためにお腹においた胎児防護シールドが画像に映り込むことで検査の質を低下させたり、場合によっては、検査全体の線量を増加させたりするなどのリスクが大きくなるため、胎児防護シールドを使用することは推奨されなくなっています。ただし赤ちゃんの被ばくに対する患者さんの心理的不安は、胎児防護シールドを使用することによるリスクよりも大きくなる可能性があります。患者さんが胎児防護シールドの使用を希望する場合には、画質を損なわないよう注意を払って全体の線量が増加しないのであれば、主治医と撮影担当技師が相談した上で胎児防護シールドを使用することも可能です。

B6. 生殖腺防護シールドを使用して検査をしてもらいたいのですが

画像検査中に生殖腺防護シールドを使用することはお勧めしません。生殖腺防護シールドは主治医の観察が必要な部位を覆い隠してしまうため、防護シールドを使用できない検査もあります。ただしどうしても防護シールドを使用したい場合には、実施している検査に影響なく使用できる場合はご希望を尊重します。

B7. 放射線検査をする際に子供と大人で生殖腺への影響に違いがありますか？

多くの動物実験の報告によると、不妊については増殖している精原細胞の放射線感受性が最も高いことがわかっています。精原幹細胞は思春期前に相当発育・成熟するため、思春期前の精巣の放射線感受性が高いことを示しています。

また卵巣内の始原卵胞の数は年齢とともに減少し、卵巣が受ける線量に依存して、早発卵巣不全を起こす時期が早くなります。子供の年齢が低いほど卵母細胞プールが大きく、放射線治療による早発閉経の時期が遅くなります。卵母細胞の数は加齢とともに減少するため、女性の不妊症を引き起こすのに必要な放射線量は、高齢になるほど低下します。

B8. 妊娠のごく初期（着床前期）に0.1グレイ以上被ばくすると、流産が起こることがあります。とインターネットに書かれていましたが検査しても大丈夫ですか？

現在、医療機関で実施されている放射線検査において、胎児に0.1グレイ（100ミリグレイ）を超える被ばくを与える可能性のある検査はありません。医師は放射線検査を行うメリットが被ばくによるリスクよりもはるかに高いと判断できる場合に限って検査を行いますので、放射線検査を受けていただいて問題ありません。

B9. 受精後11日～妊娠10週での胎児被ばくは奇形を誘発する可能性があるインターネットに書かれていましたが検査しても大丈夫ですか？

放射線被ばくによる胎児奇形はしきい線量（この線量を超えなければ影響が起らない線量）が存在する組織反応であり、胎児がしきい線量を超える被ばくを受けなければ発生しません。胎児奇形のしきい線量は100ミリグレイであり、現在、医療機関で実施されている放射線検査では、胎児に100ミリグレイを超える被ばくを与える可能性のある検査はありません。医師は放射線検査を行うメリットが被ばくによるリスクよりもはるかに高いと判断できる場合に限って検査を行いますので、放射線検査を受けていただいて問題ありません。

親および保護者を対象としたFAQ

C1. どうして生殖腺防護シールドを使用してもらえないのですか

生殖腺防護シールドは70年以上前から使用されてきましたが、その当時と比べ現在私たちははるかに少ない線量で撮影することができる高性能の装置を使用しています。またこれまでの研究によって放射線の人体に与える影響についての理解が進み、精巣や卵巣などの生殖腺の放射線感受性（遺伝的影響）は、これまで考えられていたよりも低いことがわかりました。

また生殖腺防護シールドが撮影時の邪魔になってかえって線量を増加させてしまう可能性や、医師の観察が必要な部位を覆い隠してしまうリスクがあるため、もはや生殖腺防護シールドの使用は患者さんにとっても有益ではないと考え、使用を中止しました。

C2. こどもと一緒に撮影室に入った時、私（親）に鉛のエプロンを着るように言われましたが、こどもにはありませんでした。なぜですか

お子さんの身体の中の様子を十分に観察できる画像を必要とする際、主治医はお子さんにX線撮影を行うメリットとリスクを考えます。X線撮影の被ばくで受けるリスクはゼロか、あっても無視できるくらい小さく、検査を行うメリットの方が高いと判断し、X線撮影を行うことになりました。今回の検査ではあなた自身が検査を受けるわけではないので、放射線被ばくによるメリットは全くありません。そのため不必要な放射線を浴びないように防護エプロンを着てもらいます。

C3. 以前に撮影した時は生殖腺防護シールドを使用していたのに、なぜ使用しなくなったのですか

生殖腺防護シールドは70年以上前から使用されてきましたが、私たちはこれまでの研究で放射線が人体に与える影響についての理解が進み、精巣や卵巣などの生殖腺の被ばくによる遺伝的影響はこれまで考えられていたよりもはるかに低く、お子さんに生殖腺防護シールドを使用してもメリットがないことがわかりました。生殖腺防護シールドが撮影時の邪魔になって線量を増加させてしまう可能性や、医師による観察が必要な部位を覆い隠してしまうなどリスクもあり、生殖腺防護シールドの使用は患者さんにとっても有益といえないことが明らかとなったため、使用を中止しました。

C4. 生殖腺防護シールドを使用して検査をしてもらいたいのですができませんか

C5. 患児の両親（祖父母）が放射線検査に不安を持っているので生殖腺防護シールドを使用できないか

C4, C5をまとめて回答いたします。生殖腺防護シールドを使用することはお勧めできません。また一部の検査では生殖腺防護シールドの使用そのものを行うことができません。それは生殖腺防護シールドの使用によって、医師が観察する必要のある部位を常に覆い隠してしまうためです。ただし生殖腺防護シールドの使用を希望される場合には、お子様の検査に影響することなく使用できる場合は希望を尊重します。

C6. 他院で撮影した時は生殖腺防護シールドを使用してくれたが、この病院ではなぜ使用してくれないのでしょうか

当院では通常のX線撮影で生殖腺防護シールドを使用していません。これは生殖腺防護シールドを使用することで、正確な診断に重要な解剖学的構造を常に覆い隠してしまうリスクがあるからです。また最新のX線撮影では、撮影部位や体

格に応じて放射線量を自動的に調整する機能が搭載されていますが、生殖腺防護シールドがこれらの機能を誤動作させ、線量の増加に繋がることがあります。このように生殖腺防護シールドの使用には、これらのリスクをもたらす可能性があり、患者さんの利益は全くない、またごくわずかの利益しかもたらさないため、通常のX線検査で生殖腺防護シールドは使用していません。私たちは以前よりも少ない線量でより良い画像を提供できる装置を使用しており、生殖腺防護シールドの使用はもはや有益とはいえなくなってきました。

ただし患者さんが生殖腺防護シールドの使用を強く希望される場合には、検査に影響することなく使用できる場合は希望を尊重します。