

3. SHD治療における放射線被ばく防護の最新動向

片山 大河 / 片岡 明久 帝京大学医学部附属病院循環器内科

循環器領域の放射線被ばく問題は、これまでカテーテル室における冠動脈治療、不整脈治療、下肢末梢動脈治療の際の被ばくが問題であった。2013年に本邦で経カテーテル大動脈弁置換術（TAVI）が保険償還されたのを皮切りに、経皮的僧帽弁接合不全修復術（TEER）、経皮的左心耳閉鎖術（LAAC）、経皮的卵円孔閉鎖術（PFO）閉鎖術など、構造的疾患（SHD）の治療が盛んになっているが、このSHD治療はハイブリッド手術室やカテーテル室で透視画像を使用するため、手技に参加する術者以外に心エコー医や麻酔科医、その他看護師、診療放射線技師、臨床工学技士に新たな職業被ばくをもたらした。TEER、LAAC、PFO閉鎖術ではリアルタイムでの経食道心エコーでの術中評価が必須であり、X線管球から近い位置での作業を強いられる心エコー医にとっては被ばくが大きな問題となっている。また、SHD治療は麻酔が必要なため、麻酔科医も心エコー医と同じくX線管球から近い患者の頭側の作業が必要であり、心エコー医と同様に被ばくの危険性にさらされている。

SHD心エコー医の放射線被ばくと対策

佐藤らが2022年に若手心エコー医に対して放射線被ばくについて施行したアンケートでは、5段階評価でこのSHDの放射線被ばくに関して、「気にしている」または「とても気にしている」と回答したのは35人中21人と60%であった¹⁾。しかしながら、被ばく線量を計測する線

量計をSHD治療中に装着していると回答したのは35人のうち、SHD治療に従事している28人中12人（43%）と低く、さらに、28人中、防護衣以外に甲状腺を守るネックガードや、水晶体を守る放射線防護眼鏡を装着していると回答したのは13人（46%）と半数以下であった。気にしているとは言いつつも十分な対策はされていないことが現状であり、SHD治療に従事する医師の放射線防護に対する意識の低さが露呈された結果であった。片岡らの報告では、2020年時に本邦のTEER実施58施設を調査したところ、第一カテーテル術者の女性の割合はわずか2%であるが、心エコー医の女性の割合は34%と有意に女性の割合が高く、また、心エコー医の方が職位が低いという結果であった²⁾。本邦では職位と医師経験年数が比例する傾向があるため、SHDにかかわる心エコー医は若い女性が多いということが容易に予想できる。さらに、医師国家試験の女性合格者数は年々増加してきており、今後、循環器領域を志望する女性医師は増える可能性がある。そして、女性医師のみだけではなく、研修医や診療実習中の学生は、以前はカテーテル室での研修、実習を行っていたが、近年SHD治療が始まり、ハイブリッド手術室での研修、実習も増えてきている。このように、現在の医療従事者だけではなく、今後循環器領域を志す若手のためにもSHDにおける被ばくは大きな問題である。

さらに、片岡らは、モンテカルロシミュレーションシステムを用いて、世界

で初めて経食道心エコーモニタリング中の心エコー医の体表面の被ばく線量を可視化した^{3), 4)}。TAVI, TEER, LAAC, いずれにおいても心エコー医の右半身、特に下半身での被ばく線量が多いという結果であった。手技別では、管球の角度の影響でLAACでの被ばく線量が一番多いという結果であった（図1）。また、SHD術中の経食道心エコー医は、カテーテル術者よりも被ばく線量が多い一方で、天井吊り下げ型の鉛防護板を使用すると81.7%の被ばく線量の減少が得られることも報告されている⁵⁾。柳川らの報告では、モンテカルロシミュレーションを用いて、女性の目線での高さでSHD術中の空間吸収線量分布を計算すると、特にPA viewとcusp-overlap viewでは患者の頭側に位置している心エコー医、麻酔科医の方に放射線が分布していることがわかった⁶⁾。また、下記の放射線防護板を使用すると、いずれのviewでも放射線が制御できていることがわかる（図2）。さらに、X線光子の軌道を可視化すると、患者のベッドの下端で散乱しているために、経食道心エコーでモニタリングしている心エコー医の腰と下半身を中心に曝露していることがわかる（図3）。したがって、寝台鉛カーテンや放射線防護板の使用が被ばく対策として推奨されている⁷⁾。

しかしながら、ハイブリッド手術室は天井走行型のCアーム、無影灯、高効率微粒子エアフィルタなど天井から連なる設置機械が多いため、天井吊り下げ型の鉛スクリーンの設置が困難という特