
放射線の基礎知識／放射線の測定と線量評価

(山本尚幸・衣笠達也、救急医療ジャーナル 19: (6) 6-11, 2011)

2012年1月27日、災害医学抄読会 <http://plaza.umin.ac.jp/~GHDNet/circle/>

<放射線とは>

「放射線とは」原子核が壊れるときなどに放出される高速の粒子や高いエネルギーを持った電磁波を言う。代表的な放射線には α 線、 β 線、 γ 線、X線、中性子線などがある。

一方、「放射能」とは物質が放射線を放出する性質、あるいは放射線を放出する能力のことを言い、放射線を放出する(放射能をもつ)物質を「放射性物質」と言う。

<放射線の単位は何を意味しているのか>

放射能を表す単位としてベクレル(Bq)が用いられる。1Bqは1秒間に1個の放射性原子核が壊れることを意味している。緊急被曝医療の場において、傷病者の体にどの程度放射性物質が付着しているかを表す時などには、単位面積あたりの放射能としてBq/cm²が用いられる。また、東京電力福島第一原発事故においては、食物などの暫定基準を表す時に単位重量あたりの放射能としてBq/kgが用いられている。

しかし、放射線が“人体に与える影響”については受けた放射線の種類や吸収した臓器の種類などによって異なるため、Bqでは直接的な人体への影響は分からない。そこで、これらの要素を考慮し“人体に与える影響”を表したものが「実効線量」であり、単位はシーベルト(Sv)が用いられる。

<放射線はどこにあるか>

放射線は特別なものではなく非常に身近にあるもので、自然放射線として常にある存在である。自然放射線源の主要なものは、太陽に由来する宇宙線、岩石や土に含まれている放射性核種、宇宙線によって地球上で生成される呼吸や食事によって体に取り込まれる放射性核種の3つに分けられる。これらにより、人は年間平均2.4 mSvの放射線を受けている。

<放射線はどのようにして人体に影響を与えるか>

放射線をあびることを「被曝」という。被曝は、原因となる放射性物質が体外にあるか体内にあるかによって「外部被曝」と「内部被曝」の2つに分けられる。

また、放射性物質が体に付着あるいは体内に入る事を「汚染」という。ほとんどの放射性物質は正常な皮膚からは吸収されないため、体表面のみの汚染では内部被曝はあまり考慮する必要はない。しかし、創傷部の汚染がある場合には汚染物質は容易に体内に侵入し内部被曝の原因となる。

外部被曝について、この時に主として問題となるのは、透過性が高いX線、 γ 線、 β 線、中性子線である。外部被曝が緊急被曝医療の対象となる例には1)放射線治療装置の故障や設定・操作ミスによる過剰照射、2)紛失あるいは廃棄された線源を知らずに保持した場合(ゴイアニア被曝事件など)、3)放射線を利用している事業所での火災や爆発等の事故で放射性物質が飛散した場合(東京電力福島第一原発事故など)、4)適切に管理されていない場所で予期せぬ臨界が発生した場合(JCO臨界事故など)、5)原子力兵器などが使用された場合(広島・長崎、第5福竜丸など)がある。

一方、内部被曝について、この時に主として問題となるのは、透過性が低い α 線放出核種である。内部被曝の経路は経口摂取、経気道摂取、創傷部からの吸収の3つがある。内部被曝が緊急被曝医療の対象となる例には上記の2)、3)、5)、などの事故が考えられる。

なお、放射性物質はそれ自体が徐々に崩壊して消失していく。その速度は核種ごとに決まっており元の量の半分に減るのに要する時間を「物理学的半減期」という。一方、体内に取り込まれた放射性物質は代謝を受け体外に排出されていく。代謝により放射性物質が半分になる時間を「生物学的半減期」という。内部被曝についてはこれらの2つを考慮して計算した「実効半減期」を用いる。

<どのようにして放射線から身を守るか>

放射線から身を守る方法も、外部被曝と内部被曝で分けて考えるべきである。

外部被曝では「放射線防護の三原則」である、距離を離す、時間を短くする、遮蔽物を置く、に注意する。ただし、 γ 線や中性子線に対しては簡便で実用的な遮蔽物は無い。

一方、内部被曝では「放射線防護の三原則」が適応できない状態にあるため、対応としては、体内に取り込まない、体外排出を早める、組織に沈着させないといったものがある。

<外部被曝の測定と線量評価>

外部被曝の測定方法には以下のようなものがある。

- 1)個人線量計による測定：身体の一部に個人線量計を装着し、何 mSv 被曝したかを直接読み取る。
- 2)環境中の空間線量率の測定：環境中の 1 時間あたりの空間線量(空間線量率)を測定し、「滞在時間×空間線量率」で被曝線量を計算し推定する。
- 3)リンパ球数の減少、染色体異常等の生体反応を利用：人体において線量に応じてリンパ球数のような血液成分数が減少することを利用し、その数から放射線量を推定する。
- 4)前駆症状を利用：体全体が高線量被曝した場合、線量に応じて嘔気・嘔吐、体温上昇、下痢、意識障害などの症状が現れるため、そこから被曝線量を推定する。
- 5)事故の再構築・シミュレーションによる線量評価：もっとも正確であるが、数ヵ月間の時間を要する方法。事故当時の状況を再現し、被曝線量を計算する。

どの様な方法を用いるかは、放射線事故の規模、内容、被曝評価の対象者数、迅速性などを総合的に判断する必要があり、その後の対応を考えていく必要がある。

<内部被曝の測定と線量評価>

内部被曝の測定方法には以下のようなものがある。

- 1)口角、鼻腔スミアの測定：もっとも簡便で素早く測定できるが、体内量との誤差が大きくなる方法。口角や鼻腔のふき取りに使用した濾紙、綿棒などを直接測定し、その値から内部被曝量を推定する。
- 2)ホールボディカウンタによる測定：最も一般的な内部被曝の測定方法。測定には専用の機器が必要。
- 3)サーベイメータによる測定： γ 線を出す放射性物質を大量に摂取した場合には体外から測定することで、どのくらい摂取したかを概算することができる。
- 4)尿中、便中の放射性物質の分析：もっとも精度の高い評価方法であるが、尿、便の 24 時間採取を 3~5 日連続して行いそれらを分析するため、時間と専門性を要する。

外部被曝も内部被曝も、評価は同じ単位 mSv で行われるため、どちらも同様のリスクがあるといえる。

<汚染の測定と線量評価>

人体に汚染部位が確認されれば、汚染の程度と範囲を測定する。また、医療においては傷病者自身の被曝だけでなく、医療関係者が傷病者からの被曝を受けることがあるため、個人線量計によって計測した値が被曝線量限度を超えないように対応することが必要である。

<測定と線量評価の実際>

人々が生活でき健康影響を懸念しなくてよいのはどのレベルかという基準は明らかにされておらず、将来はその点を理性的に判断することが求められている。