

医療施設における非電離放射線

—短期的影響の防護と生殖・発生への静磁界の影響— (概要)

編集協力：(一社)日本磁気共鳴医学会、(公社)日本診療放射線技師会、(公社)日本放射線技術学会
(公社)大阪府診療放射線技師会、(公社)宮城県放射線技師会

作成 独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所

本著の目的

非電離放射線は電波や赤外線、可視光線、一部の紫外線（周波数では300 GHz以下）などで、原子を電離・励起するようなエネルギーを持たず生体に直接的作用を及ぼさないことから広く臨床現場で応用されています。

一方、高強度の非電離放射線のばく露は一時的体調変化（短期的影響）が生じるため、発生源近くで就労する作業員においては適切な知識の取得と防護が必要です。また、短期的影響以外については、近年の女性就業員の活躍にともない非電離放射線による生殖・発生への影響に関心がもたれています。しかしながら、上記の事項に関してこれまで国内で体系だった情報発信がなされていない状況でした。

このため、**本著では医療施設における光・超音波以外の非電離放射線について、就業員を対象とした情報発信を目的としました。**ここでは、非電離放射線の短期的影響とその防護に関する考え方のほか、特にMRI環境で関心の高い「静磁界による生殖・発生への影響」の情報整理と文献調査を行いましたのでご紹介いたします。

本著をご覧いただくことで非電離放射線の生体影響や防護手法に理解を深めていただくとともに、特に妊娠中のご就業員の方と管理者の方の話し合いにおいて本著をお役立ていただければと思います。



- 本著は独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所の研究成果の一環として企画・作成したものです。
- MRI検査業務についての考え方については、（一社）日本磁気共鳴医学会、（公社）日本診療放射線技師会、（公社）日本放射線技術学会、（公社）大阪府診療放射線技師会、（公社）宮城県放射線技師会より編集にご協力をいただきました。
- 本著の詳細は別紙「医療施設における非電離放射線－短期的影響の防護と生殖・発生への静磁場の影響－」にありますのであわせてご覧ください。

短期的影響の発生機序と生体影響

- 非電離放射線は電波や赤外線、可視光線、一部の紫外線などをさす普遍的な物理因子（波長では300 GHz以下）で医療機器でも多く利用されています[1]。
- 非電離放射線の短期的影響は科学的に確立したもので、静磁界と時間変化する電磁界では人体が知覚する生体効果が異なります。静磁界中ではめまいや味覚変化、低-中間周波帯（< 10 MHz）では神経刺激、高周波（> 10 MHz）では発熱という形で人体に知覚されることがあります[2]-[5]。
- 強い磁界中や空間的に不均一な磁界中の体動については、めまい、頭痛、味覚変化等の中枢・末梢神経系への一時的な変化が生じることがあります[3][4]。
- これら作用は一時的でばく露源から離れることで消失する短期的な影響です。



図 非電離放射線の応用例と生体作用

短期的影響の防護指針と職業ばく露

- 短期的影響に関する国際ガイドラインとしてICNIRP（International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection：国際非電離放射線防護委員会）のガイドラインがあり、職業的なばく露と公衆へのばく露の2区分について周波数ごとに異なる物理量を指標としてばく露レベルを定めています[2]-[5]。適合性評価には数値計算や測定器による実測が必要です。
- ICNIRPガイドラインは患者は対象としていませんが、医療機器の近くで働く作業者は対象になります。
- 現時点で国内では包括的な職業ばく露のばく露に関する管理値はありませんが、国外では存在する国もあります[6]。

短期的影響の防護の考え方①

国内では非電離放射線は労働安全衛生法の対象外であるため事業主が対策を講じる法的義務はありませんが、医療機関では多くの非電離放射線を高強度で使用する機器が存在します。

このため、その**発生源近くで就労する作業者においては労働安全衛生の観点から適切な知識の取得と防護が推奨されます。**

作業者が非電離放射線の短期的影響を理解し、作業上で何らかの対策を講じたい場合のために、下記の記載をご参考ください。

① ばく露源対策が可能な場合（出力の制御が可能な装置）

- ここでは、ジヤテルミー、ハイパーサーミア、経頭蓋的磁気刺激装置など出力の制御が可能な装置について考えます。
- 通常は適切な医療機器の使用において施術者が知覚するような生体影響が生じることはまれと考えられます。
- ただし、何らかの生体影響を知覚する場合は出力設定を見直したり距離を置くことが必要です。



短期的影響の防護の考え方②

② MRI検査業務

- MRI装置近傍（マグネット開口部等）に空間的に不均一な磁界が存在し、かつ、これらは作業者にとって受動的なばく露になります。このため、作業者又は組織レベルで対応策を検討することが推奨されます。
- 何らかの影響を知覚する場合は、ゆっくり動作する、作業時間を低減する（個人対策）、作業動線の見直しによる転倒防止、漏洩磁界マップやガウスメータ等の測定器を用いて磁場強度を視覚化する（組織対策）などの対応が考えられます。
- 特に妊娠中の作業者は転倒により重大な受傷につながりかねないため何らかの対策をとることが推奨されます。



静磁界による生殖・発生への影響

- 2006年発行のEHC No.232からは、「MRIを含む職場環境における静磁界への曝露が、生殖および発育に及ぼす潜在的影響について何らかの結論を出すには、疫学的研究からの利用可能な証拠が十分ではない」との結論づけています[7]。
- 2004年から現在までの関連研究の文献調査からは動物実験8報、胎児MRI検査に関する疫学研究5報が対象となり、依然、結論を出すのに十分な数ではありません。個別の内容では、細胞・動物実験と胎児MRIの結果からは明確な有害影響は観察されていません。
- 一方で作業者の静磁場ばく露を対象とした疫学研究は今回の対象範囲では検索されないこと、またSCENIHR 意見書（2015）[8]やICNIRP声明（2017）[1]やでも述べられているように、当該分野は調査の継続が求められている状況です。



念のための対策の考え方

「念のための対策」とは有害性に対する科学的根拠がないものの念のためにとる何らかの対策を指します。

国内では、妊娠した作業者のMRI検査業務配置に関する調査で、非電離放射線の有害性に対する懸念によって自主的に配置を減らす施設があることが示され、このような手段に関心が高いものと考えられます[9][10]。

この状況に対し、**まずは懸念のある生殖・発生における静磁界の影響についてリスクコミュニケーションを行うことが求められますが**、「念のための対策」についての考え方を整理すると下記のようになります。

- 静磁場の健康リスク評価（EHC No.232）では、『各国の管轄当局は予防的措置をすることが必要かもしれない⁽¹⁾。ただし、限度値を恣意的に下げることでは科学的根拠を損なうべきではなく、工学的、行政的、作業上の措置を検討すべき』と記載があります [7]。
- 短期的影響を取り扱うICNIRPガイドラインにおいても、妊娠した作業者を公衆基準として適用するかは議論が残る分野です。
- これらの状況を勘案すると、**静磁界中での勤務で発生しうる短期的影響や静磁界による生殖・発生への影響についてのリスクコミュニケーションを経ても、念のための対策を講じたいと管理者または作業者が判断する場合もあると考えられます**。念のための対策を積極的に推奨するものではありませんが、そのような考え方に配慮することを否定するものではないと考えられます。ただし、安易に就業制限を設けるべきではなく、工学的、作業上の措置（例：MRI装置近傍での動作をゆっくりすることの意識付け、作業動線の見直し、元々複数人を配置している施設においては作業内容の制限や限定）を試みることが推奨されます。



(1) ただし、これらは静磁場の生殖・発生への影響についてのみ指すものではありません。

メモ、話し合い内容など

参考文献

1. ICNIRP Statement on Diagnostic Devices Using Non-Ionizing Radiation: Existing Regulations and Potential Health Risks. Health Physics. 2017, 112(3):305-321.
2. ICNIRP. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics. 1998, 74(4):494-522.
3. ICNIRP. Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Physics. 2009, 96(4):504-514.
4. ICNIRP. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, and Magnetic Fields (1 Hz-100 kHz). Health Physics. 2010, 99(6):818-836.
5. ICNIRP. Guidelines for Limiting Exposure to Electric Fields Induced by Movement of the Human Body in a Static Magnetic Field and by Time-Varying Magnetic Fields below 1 Hz. Health Physics. 2014, 106(3):418-425.
6. DIRECTIVE 2013/35/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields). Official Journal of the European Union, Luxembourg, Luxembourg.
7. World Health Organization, Environmental Health Criteria 232 Static Fields. 2006.
8. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). European Commission. 2015
9. 山口さち子, 井澤修平, 前谷津文雄, 土井司, 引地健生, 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽学, 王瑞生. 本邦における妊娠中のMRI検査業務担当の現況と非電離放射線(静磁界ばく露)の意識状況調査 概要報告. 一般社団法人 日本磁気共鳴医学会 日本磁気共鳴医学会雑誌. 2018年, 第38巻4号 p103-119
10. 山口さち子, 前谷津文雄, 土井司, 引地健生, 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽学, 井澤修平, 王瑞生. MRI検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討. 労働安全衛生誌. 労働安全衛生研究. 2019年, 第12巻1号 p3-12

独立行政法人 労働者健康安全機構
労働安全衛生総合研究所

2019年3月 初版 発行

〒214-8585

神奈川県川崎市多摩区長尾6-21-1

TEL:044-865-6111、FAX:044-865-6124

<http://www.jniosh.johas.go.jp>