

学 位 論 文 の 要 旨

三 重 大 学

所 属	三重大学大学院医学系研究科 甲 生命医科学専攻基礎医学系講座 公衆衛生・産業医学分野	氏 名	きたじま たくみ 北島 巧海
主論文の題名 Measurement of Intermediate Frequency Magnetic Fields Generated by Household Induction Cookers for Epidemiological Studies and Development of an Exposure Estimation Model			
主論文の要旨 1.背景と目的 我々の生活空間内において、様々な周波数帯の電磁界が存在しており、人体への安全性の評価を目的とした研究が多数なされている。しかしながら、10kHz～100kHzレンジの中間周波数帯域(Intermediate Frequency; IF)において、疫学研究は乏しい状況であり、さらなる研究が推奨されている。 当教室では母の中間周波曝露による児の流産等をヘルスアウトカムとした「周産期コホート研究」を実施している。しかしながら、1,000人規模のコホートにおいて個々の曝露状況を計測することは資源および技術的に困難である。そこで、本研究では質問票回答からIF磁界曝露量の推定を行うことで、リスク評価に貢献することを目的とする。本稿では、家庭内において最も高いIF磁界を発生する機器の1つとされるIH調理器(Induction cooker)からの発生磁界の計測結果、曝露推定モデルの構築、およびコホート集団内におけるモデルの妥当性の評価を行った結果を報告する。 2.方法 本研究では質問票の設計と推定モデル構築のための測定を目的としたフェーズ1 調査と、推定モデルの妥当性検証を目的としたフェーズ2 調査の計2回の家庭訪問測定調査を行った。フェーズ1 調査は2018年にWeb上で協力者を募り、三重県内在住の妊娠可能な年齢、IH調理器を所持使用していること等を条件に、IH調理器のメーカー機種、在住地域が偏らないよう45名を測定・解析対象とした。フェーズ2調査は2021年に行われ、周産期コホート研究登録者のうち測定調査に同意した人物を無作為に抽出し、30名を測定・解析対象とした。 協力宅では、先行研究により曝露磁界と関連する使用機器・器具の寸法、普段の使用時における機器と身体との距離関係を計測した。また、胎児と曝露源の位置関係を推定するにあたり、妊婦の身体に測定指標を定める必要がある。子宮の位置は同定が困難であるため、身長との関連性が高く触診で判断可能な腸骨稜上縁高を指標とした。IH調理器から発生する磁界の測定方法については女性の骨盤が収まることを考慮した20点の測定点を設けた。また、測定時にはそれぞれの家庭において最も使用頻度の高い調理器具(鍋、フライパン等)を用いた。			

曝露量の推定方法として、物理的性質を考慮した式にフィッティングを行う非線形回帰モデルを採用し、説明変数は質問票より得られる距離、ワット数、調理器具底面の直径とした。また、質問票から情報を得られなかった場合を考慮し、使用する変数を限定的にしたものを含めて4つのモデルを構築し、妥当性の比較を行った。

妥当性の検証は、フェーズ2調査の質問票から得られたIH調理器と身体との距離、調理器具の直径、機器のワット数を用いて推定曝露量の算出を行い、同様の位置で磁界の計測を行った実測値と比較することで行った。評価指標はスピアマンの相関係数を用いた。

3.結果

IH調理器と対象者女性の距離関係について、エッジ部分から体表面まで距離は平均11.2 cm(分散: 62.4)であった。45名の対象者のうち98%の対象者がエッジ部分から30cm以内に立って調理していた。また、平均腸骨稜上縁高は92.8cmであり、腸骨稜上縁高と身長と比例関係にあった。推定モデルについては推定値と実測値の相関が $r=0.47-0.54$ 程度で推定が行えることがわかった。比較的高い妥当性を示したモデルは、身体と曝露源との距離、調理器具の直径の2つの変数のみで推定を行うモデルであった。

4.考察

電磁界曝露の評価規格(IEC 62233)が定める磁界測定方法ではIH調理器エッジ部分から測定機器の距離は30cmと定められている。しかしながら、今回の結果では少なくとも本調査の協力者は調理器から30cm以内に立ち、平均約11cmの距離で調理していることが観察された。これらの距離において0.2~2.0 μ Tの範囲での曝露が推定される。しかしながら、IH調理器の前で常に静止している状態は現実的ではない為、実際に調理器の正面に立つ時間を詳細に調査する必要があるが、厳密に調査することが困難であることが課題の1つである。

最も高い妥当性を示したモデルは、身体と曝露源との距離、調理器具の直径の2つの変数のみで推定を行うモデルであった。この原因として、妥当性検証に用いたフェーズ2調査の集団ではワット数が3kWに偏っていたためであると考えられる。構築した4つのモデルの妥当性に優位な差はなかったことから、他の集団で応用する際には得られる全ての変数を用いた推定が推奨されることが考えられる。

5.結論

コンロの中心からの距離、ワット数、調理器具の直径は、家庭用IHクッキングヒーターからの曝露を説明できることが示唆された。結論として、本研究で提示した変数の値がすべて質問票で取得できる場合は、全ての変数を投入した推定を推奨する。また、本研究では、調理中の定位置での瞬間的曝露を推定している。したがって、累積の曝露量推定には、調理時間に関する情報を含めた解析が必要となる。