

特集：電磁環境と公衆衛生

＜総説＞

高周波電磁界の疫学研究の動向：
若年者における携帯電話使用と脳腫瘍に関する系統的レビュー

小島原典子，山口直人

東京女子医科大学衛生学公衆衛生学第二

**Trends in epidemiological studies on radiofrequency:
A systematic review of mobile phone use and onset of
brain tumor among youth**

Noriko KOJIMAHARA, Naohito YAMAGUCHI

Department of Public Health, Tokyo Women's Medical University

抄録

目的：携帯電話の急速な普及に伴い，高周波電磁界の健康影響について国民の関心が高まっている。2011年IARCは携帯電話端末の成人の神経膠腫と聴神経腫瘍に対する発がん性のリスクを2Bに分類したが，根拠となる疫学研究のバイアスの影響が議論されている。我々は，2011年から国際症例対照研究MOBI-Kids Studyに参画し，2016年には若年者における携帯電話利用と脳腫瘍の結果を取りまとめる予定である。本稿では，携帯電話端末利用と脳腫瘍に関する最近の疫学研究をレビューし，若年者における高周波電磁界について科学的根拠に基づく脳腫瘍のリスクを再評価することを目的とする。

方法：PubMed検索にて，Key word “mobile phone or cordless phone” AND “brain tumour or neoplasm”を用い，2011年から2015年10月までの若年者に関する論文を検索した。個別研究の適格基準は，若年者の脳腫瘍発症に関する分析疫学研究のうち，フルテキストが入手可能な論文とした。一次研究以外の論文，英語，日本語以外の論文などを除外した。

結果：PubMed 検索にて219件の論文が検索され，MOBI-Kids Studyの対象年齢10-24歳を含む1次研究として，7つの症例対照研究を抽出した。CEFALO Studyは，若年者の脳腫瘍と携帯電話利用に関する最初の研究で，携帯電話の定期利用の脳腫瘍に対するオッズ比は1.36 (95% confidential interval(CI) 0.92,2.02)，累積通話時間，ヘビーユーザーにおいても有意差を認めなかった。残りの研究のうち4件は，IARCの評価に採用されたスウェーデンの研究のサブ解析で，神経膠腫，聴神経腫瘍と携帯電話利用の関連を報告していた。しかしながら，ほかの3研究の結果と一貫性がなく，若年者に限定したリスクの解析も行われてない。6件のトレンド解析については，いずれの国も携帯電話の急速な普及に伴った年齢調整罹患率の上昇は認められず，関連は認められないと結論していた。

結論：近年，高周波電磁界は大きく変化し，通信機器使用の低年齢化が進んでいる。若年者における携帯電話使用のリスクの評価には，MOBI-Kids Study，COSMOS Studyなど現在進行中の国際疫学研究の解析結果が待たれる。

キーワード：携帯電話 高周波電磁界，小児，若年者

連絡先：小島原典子

〒162-8666 東京都新宿区河田町8-1

8-1, Kawada-cho, Shinjuku-ku, Tokyo, 162-866, Japan.

Tel: 03-3353-8111

E-mail: kojimahara.noriko@twmu.ac.jp

[平成27年11月6日受理]

Abstract

Objectives: Rapid spread of mobile phone use has generated strong concern among the general public about the health impact of high radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF), particularly for youth, because initial exposure to these devices is occurring at an increasingly younger age. In this study, a systematic review was conducted of recent epidemiological studies focused on youth mobile phone use and brain tumor risk. As part of MOBI-Kids, an international collaborative study investigating brain tumor risk and mobile phone use among youth, we aim to present initial results in 2016.

Methods: A literature review was conducted of journal articles about youth published between 2011 (when the International Agency for Research on Cancer (IARC) monograph was published) and October 2015, using PubMed with the keywords “mobile phone or cordless phone” AND “brain tumor or neoplasm.” Full-text epidemiological studies that investigated brain tumors among youth were selected. General reviews, comments non-primary research and articles not written in English or Japanese were excluded.

Results: We examined 7 out of 219 epidemiologic studies on youth, because the primary research of the MOBI-Kids study specifically targeted youth aged 10-24. The CEFALO study, the first case-control study on youth investigating an association between mobile phone use and brain tumor risk, indicated an odds ratio (OR) of 1.36 (95% (CI) 0.92,2.02), and did not show a significant effect of accumulated mobile phone use even among heavy users. Out of the remaining 6 studies, four were conducted Sweden research group in sub-analyses cited in the IARC monograph. Their results indicated significant increases in glioma and acoustic neuroma, in contrast to the results of three studies that did not show this risk among youth. Six trend analyses also did not show an increase in age-adjusted incident rates in accordance with rapid spread of mobile phone use in any country, thus rejecting a relationship between mobile phone use and brain tumors.

Conclusions: Since the publication of the IARC monograph, RF-EMF have been changing and expanding rapidly, which has accelerated heavy use of mobile phones particularly among youth. Results of the MOBI-Kids study are awaited.

keywords: mobile phone, radiofrequency, children, adolescences

(accepted for publication, 6th November 2015)

I. 目的

携帯電話の急速な普及に伴い、高周波電磁界の健康影響については我が国においても関心が高まっている。2011年、世界保健機関（WHO）国際がん研究機関 International Agency for Research on Cancer (IARC) は高周波電磁界 Radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) の成人の神経膠腫と聴神経腫瘍に対する発がん性のリスクを2B「人に発がん性を有する可能性がある (possibly carcinogenic to humans)」に分類した [1]。RF-EMF（周波数30kHz-300GHz）の中では、頭部に近接して使用する携帯電話端末から放出されるものの影響が大きいとされたが、疫学研究、動物実験共、エビデンスは「限定的 (limited evidence)」と判定された。INTERPHONE研究 [2] では量-反応関係がみられないこと、スウェーデンの研究 [3] と効果指標の大きさが異なるなど、疫学研究の根拠となる症例対照研究についてバイアスの影響の議論が続いている [4, 5]。

我が国の脳腫瘍（中枢神経を含む）は、1年間に人口10万人に対して10-12人の新規発生があり、2013年の総死亡数は約2200人である [6]。若年者に限ると、脳腫瘍

の罹患は白血病に次いで2位、脳幹神経膠腫など生命予後が悪い脳腫瘍が多く死亡は第1位であり、携帯電話利用が脳腫瘍発生と関連があるかは我が国でも大きな関心が持たれている。日本脳神経外科学会の全国脳腫瘍統計によれば、原発性脳腫瘍の内訳は多いものから、神経膠腫で約28%、髄膜腫約26%、下垂体腺腫17%、聴神経鞘腫（良性）11%、頭蓋咽頭腫などの先天性腫瘍5%である [7]。また、脳腫瘍は、表1に示すようにその起源によりさまざまな悪性度を呈しその病状・予後が多彩なため、組織型ごとにアウトカムを設定する疫学研究が増えてきている。

WHO 無線周波数帯の研究アジェンダ2010 [8] でも携帯電話など広範なRF-EMF発生源からの電磁波ばく露の、特に小児に対する健康影響研究の促進を推奨している。成人と比較して小児はRF-EMFに対して脆弱である [9]、頭部形状が吸収を受けやすい [10, 11] との報告もあり、MOBI-Kids Study [12] など小児を対象とした国際研究が実施、継続中である。MOBI-Kids Study は、EUを中心とした14か国による携帯電話と脳腫瘍を中心とした症例対照研究で、本学は2011年から日本事務局として参画している。本稿では、携帯電話端末利用と脳腫瘍に関する

表1 疫学で用いられることの多い脳腫瘍: ICD分類と代表的な組織型と悪性度

International Classification of Diseases, tenth revision (ICD-10)	主な脳腫瘍と脳腫瘍全国統計による我が国の患者数割合 (全年齢)	代表的な組織型とWHO grade (悪性度) Grade1,2; Low grade, 3,4; High grade
C70 髄膜の悪性腫瘍		
C71 脳の悪性腫瘍	神経膠腫 glioma (28.3%) 髄芽腫 medulloblastoma	星細胞腫 astrocytoma (grade2) 乏突起神経膠腫 Oligodendroglioma (同上) 膠芽腫 Glioblastoma (grade4) grade4
C72 脊髄・脳神経, 中枢神経系の悪性腫瘍		
C75 その他の内分泌腺の悪性腫瘍	先天性腫瘍の一部	胚細胞腫瘍germinoma (grade4)
D32 髄膜の良性腫瘍	髄膜腫 meningioma (26.3%)	grade 1
D33 脳, 脊髄・脳神経, 中枢神経系の良性腫瘍	聴神経鞘腫 (11%)	grade 1
D35 その他の内分泌腺の良性腫瘍	下垂体腫瘍 (17%) 多くの先天性腫瘍	grade 1 頭蓋咽頭腫 (grade1)

疫学研究のシステマティックレビューを行い, 若年者における高周波電磁界と脳腫瘍の関連について, 現在進行中の疫学研究にも触れながら科学的根拠に基づくup-to-dateレビューすることを目的とする。

II. 方法

PubMed検索にて, Key word “mobile phone or cordless phone” AND “brain tumour or neoplasm” を用い, 2011年IARC monograph発表後から2015年10月までの若年者に関する論文を検索した。個別研究の適格基準は, 若年者の脳腫瘍発症に関する分析疫学研究のうち, フルテキストが入手可能な論文とした。総説, コメントなど一次研究以外の論文, 英語, 日本語以外の論文, 対象者の年齢の記載がない論文は除外した。ハンドサーチにより日本語の文献も追加した。

検索された論文は, 研究デザインごとに, セッティングと対象, ばく露, 結果について評価を行った。

III. 結果

PubMed 検索にて257件 (うちフルテキスト入手可能219件) の論文が検索された (検索日: 2015年10月30日)。若年者を対象としたMOBI-Kids Studyの対象年齢10-24歳を対象を含む一次研究を研究デザインごとに検討した。一次研究として7件の症例対照研究が抽出されたが, 若年者の脳腫瘍のリスクが公表されているのは, Aydinらの2011年の報告したCEFALO Study [13]のみである (表2)。

CEFALO Studyは, 世界に先駆けてアナログ携帯電話の導入が始まったスウェーデンを中心とした, デンマーク, ノルウェー, スイスの4か国で実施された症例対照研究で, 小児を対象とした携帯電話と脳腫瘍の, 最初の疫学研究である。2006-08年に診療録にて組織型を確認できた7-19歳の脳腫瘍患者352名 (参加率83.2%)と住民登録から年齢・性・地域でマッチングした対照群646名 (参加率71.1%)に対し, 紙または, computer-assisted personal interview (CAPI) を用い対面式のインタビュー

を行った。携帯電話を1週間に1回以上6か月以上の使用する場合を定期利用と定義すると, 定期利用者は194名 (55%)で, 対照群では329名 (51%)であり, 脳腫瘍に対するオッズ比は1.36 (95% confidential interval (CI) 0.92,2.02)であった。携帯電話使用期間, 累積契約期間, 累積通話時間, 累積通話回数のいずれも統計的に有意な関連は認めなかったと報告している。

表2のうち4論文 (Hardell 2013a [14], Hardell 2013b [15], Carlberg 2013[16], Carlberg 2012 [17]) はいずれも, IARCの根拠論文として採用されたスウェーデン研究のサブ解析である。7件の症例対照研究の携帯電話使用の脳腫瘍に対する年齢調整オッズ比を参考として図1に示す。携帯電話の定期利用と脳腫瘍全体の関連を検討した論文は, Hardell 2013a [14]のみで, アナログ電話と脳腫瘍の有意な関連を報告している。他の研究は脳腫瘍の沮識別検討が行われ, Hardell 2013aでは携帯電話利用期間15年以上で, Carlberg 2012では10年以上など, ヘビーユーザーで神経膠腫, 聴神経腫瘍のリスクが上がると報告しているが, いずれの研究でも髄膜腫のリスクの上昇は認めなかった。CoureauらのCERENAT Study [18], Prtterssonらの研究 [19]にも若年者は対象に含まれているが, いずれも若年者だけを取り出した解析は行われていない。

IARC評価の発表以前から多くの症例対照研究が実施されてきたが, 思い出しバイアス, 選択バイアスが問題となるが多いため, 脳腫瘍発生率トレンドのモニタリング研究という手法がWHOの研究アジェンダで推奨されている。Hardellらの症例対照研究で携帯電話の, 特にヘビーユーザーのオッズ比の上昇が報告されているスウェーデンを含むトレンド解析は, CEFALO Study [13]とDeltourらの研究 [20]がある。CEFALO Study [13]では, 症例対照研究で得られたオッズ比1.36 (統計的には有意でない) を用いてモニタリング研究を行ったが, 男女とも1990年から2008年まで年齢調整死亡率の推移は推定値以下であった。同様に, Deltourらの研究 [20]は, 20-79歳の神経膠腫35250例 (スウェーデンが約40%) に対して解析し, アナログ携帯電話が普及し始めた1981年から年齢調整罹患率 (10万人年あたり) は, 男性8.6,

表2 若年者が対象に含まれる症例対照研究

論文 I D	セッティング	対象	ばく露	結果（原則として対象疾患に対するオッズ比）
Aydin 2011 [13]	CEFALO Study デンマーク、スウェーデン、ノルウェー、スイス2004-08年	7-19歳の脳腫瘍352例と年齢・性・地域をマッチングさせた対照646例（71%）を住民登録から無作為に抽出。	対面インタビューにて携帯電話使用、コードレス電話、ベビーモニターを調査。	携帯電話定期利用1.36（95% CI 0.92-2.02） -5年以上使用1.26（95% CI 0.70-2.28） 使用の有無、使用期間、累積通話時間、通話回数との関連は認めず。 コードレス電話、ベビーモニターも同様の結果。
Hardell 2013a [14]	2007-09年 スウェーデン	18-75歳の脳腫瘍593例・性・年齢をマッチングした地域対照1368例	自記式質問票によるアナログ、デジタル（2G、3G）の携帯電話とコードレス電話の使用歴	アナログ携帯電話1.8（95% CI 1.04-3.3） -25年以上使用3.3（95% CI 1.6-6.9） デジタル2G1.6（95% CI 0.996-2.7） -15-20年使用2.1（95% CI 1.2-3.6） コードレス電話1.7（95% CI 1.1-2.9） -15-20年使用2.1（95% CI 1.2-3.8） 若年層のみの解析結果なし
Hardell 2013b [15]	Hardell 2013aとのpooled analysis 1997年-2003年、2007年-2009年 スウェーデン	20-80歳、あるいは18-75歳の聴神経鞘腫451例 対照 1095 例	携帯電話 コードレス電話	アナログ携帯電話使用2.9（95% CI 2.0-4.3） -20年以上使用7.7（95% CI 2.8-21.1） デジタル2G 1.5（95% CI 1.1-2.1） -15年以上1.8（95% CI 0.8-4.2） コードレス電話1.5（95% CI 1.1-2.1） -20年以上6.5（95% CI 1.7-26） デジタル無線電話（2G 3G携帯電話とコードレス電話）1.5（95% CI 1.1-2.0） -20年以上8.1（95% CI 2.0-32） 無線電話20年以上4.4（95% CI 2.2-9.0） 若年層のみの解析結果なし
Carlberg 2013 [16]	スウェーデン 2007年-2009年	18-75歳の髄膜腫709例、性・年齢をマッチングした地域対照1368例	自記式質問票によるアナログ、デジタル（2G、3G）の携帯電話とコードレス電話の使用歴	携帯電話使用1.0（95% CI 0.7-1.4） -累積通話時間fourth quartile（2376時間以上）で上昇傾向（有意差なし） コードレス電話1.1（95% CI 0.8-1.5） 若年者のみの解析なし。
Carlberg 2012 [17]	スウェーデン 1997年-2000年と2000年-2003年のpool解析	20-80歳の脳腫瘍1251例（参加率85%、うち神経膠腫1148例）と性・年齢をマッチングした地域対照2438例（参加率84%）	自記式質問票によるアナログ、デジタル（2G、3G）の携帯電話とコードレス電話の使用歴	携帯電話使用2.9（95% CI 1.8-4.7） -10年以上使用の同側high-grade gliomaに対するオッズ比3.9（95% CI 2.3-6.6） コードレス電話使用3.8（95% CI 1.8-8.1） -10年以上使用の同側high-grade gliomaに対するオッズ比5.5（95% CI 2.3-13） 若年者のみの解析なし。
Pettersson 2014 [18]	スウェーデン 2002年-2007年	20-69歳の聴神経腫瘍群451名（83%）と性・年齢をマッチングし住民登録から無作為に抽出した対照群710名（65%）	携帯電話 コードレス電話	携帯電話定期使用1.18（95% CI 0.88-1.59） -10年超使用1.11（95% CI 0.76-1.61） -腫瘍と同側0.98（95% CI 0.68-1.43） -ヘビーユーザー（≥680h）1.46（95% CI 0.98-2.17） コードレス電話でも同様の結果 若年者の解析なし
Coureau 2014 [19]	フランス4地域 2004-06年 CERENAT case-control study	16歳以上の神経膠腫253例、髄膜腫194例、選挙登録から抽出した性・年齢をマッチングした対照892例	対面式による携帯電話の使用歴	携帯電話使用では、神経膠腫1.24（95% CI 0.86-1.77）、髄膜腫0.90（95% CI 0.61-1.34） 推定生涯使用時間を用いたヘビーユーザー（≥896h）では、神経膠腫2.89（95% CI 1.41-5.93）、髄膜腫2.57（95% CI 1.02-6.44） 推定生涯通話回数を用いたヘビーユーザー（≥18360）では、神経膠腫2.10（95% CI 1.03-4.31）、髄膜腫1.73（95% CI 0.64-4.63） 若年者のみの解析なし

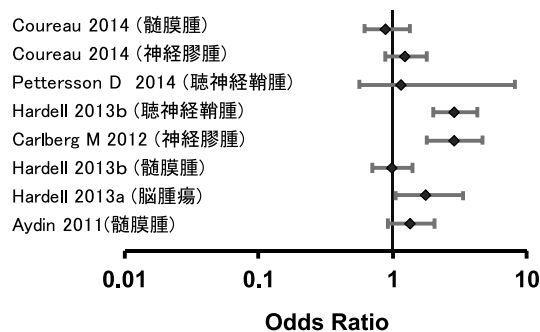


図1 携帯端末利用と脳腫瘍のオッズ比：IARC評価の若年者を含む症例対照研究

女性 6.0で、著明な時系列変化は認められなかった。罹患率は年齢とともに上昇するが、若い層では反対に1980年代後半以降減少傾向が観察され、症例対照研究の結果と一貫しない結果となっている。

その他多くの国で携帯電話が普及し始めたのは1990年ごろからであるが、中国 [21]、UK [22]、イスラエル [23]、US [24] のいずれの研究も携帯電話の普及に関連した年齢調整死亡率の有意な増加を認めていない。英国で行われたVochtらの研究 [22] において脳腫瘍の発生部位に分けて検討したところ、前頭葉、側頭葉の発生が微増していると報告された。今後、側頭葉に発生する脳腫瘍については、携帯電話で通話する手との関連について検討が必要と考えられる。しかしながら、現在公表されている6件のトレンド解析の結果からは、がん登録を利用した脳腫瘍の年齢調整死亡率の年次推移の解析によって、携帯電話端末の契約増加と脳腫瘍罹患率の増加は認めないと結論できる。

IV. 結論

成人における携帯電話と脳腫瘍に関する疫学研究は、1980年初めごろからみられ、IARCの評価以前の研究については、Hardellらが行ったメタアナリシス [25] において以下のようにまとめられている。携帯電話使用の神経腫瘍に対するリスクは1.71 (95% CI1.04-2.81) だが、10年以上使用では2.29 (95% CI1.56-3.37) と有意にリスクが上昇した。髄膜腫のオッズ比は1.25 (95% CI0.31-4.98)、10年以上使用1.35 (95% CI0.81-2.23)、聴神経腫瘍では10年以上使用1.81 (95% CI0.73-4.45)、1640 時間以上通話2.55 (95% CI1.50-4.40) であり、神経腫瘍と聴神経腫瘍は、10年以上の携帯電話使用と関連がある可能性がある。携帯電話所有の低年齢化が進み、今後長期利用者は世界中で増加する見込みであり、若年者に対する研究は喫緊の課題である。

表3に示すように、2015年現在小児に対する携帯電話の健康影響について2つの疫学研究が進行している。本学が参画しているMOBI-Kids Study [26] は、スペインを本部として、オーストラリア、オーストリア、カナダ、フランス、ドイツ、ギリシャ、インド、イスラエル、イタリア、日本、韓国、ニュージーランド、オランダの14

か国の国際症例対照研究である。30歳以上の成人を対象に2001年から実施されたINTERPHONE研究 [2] の経験を踏まえて、青少年における携帯電話をはじめとする様々な通信機器などの環境因子と脳腫瘍の関連を検討することを目的とし、2010年から2015年3月に症例登録が行われた。2015年10月現在では、診断時年齢10-24歳の脳腫瘍約800例 (目標1000例)、性・年齢・地域をマッチングした対照群としての虫垂炎約1600例 (目標2000例) の解析が進んでおり、2016年に結果を公開する予定である。日本は、東京とその近郊を対象地域とし、25の協力病院 (脳腫瘍群11病院、虫垂炎群14病院) から脳腫瘍群30例、虫垂炎群224例のデータを提供した。我が国独自の解析も2016年に予定しており、その成果はHP上にも公開予定である [27]。

もう一つ進行中のCOSMOS Study [28] は、欧州5か国 (UK, デンマーク, スウェーデン, フィンランド, オランダ) で2005年から登録されている国際コホート研究である。携帯電話事業者記録を用いて約20万人の18歳以上の携帯電話利用者を25年追跡する計画で、ヘルスアウトカムは腫瘍だけでなく、神経性、心血管性疾患や、頭痛など特異的な症状も設定している。COSMOS Studyは初めての脳腫瘍の大規模な国際前向き研究で、若年者も25年の追跡を予定しており大きな成果が期待されている。

現在公表されている小児を対象にした、唯一の脳腫瘍のリスクに関する疫学研究であるCEFALO study [13] の症例登録期間は2004-08年である。当時は、対象者のほとんどが第2世代Global System for Mobile Communication (GSM)の携帯電話端末を使用していたが、我が国では2010年、ほかも多くの国で第2世代のサービスが終了、または減退し、第3世代 Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) 以降が使用されている。第3、第4世代の端末の出力はGSMの100-500分の1であることが知られ、ヘッドセットの利用、インターネット通話の増加から第3世代以降の携帯電話端末による健康影響は無視できるほど小さい可能性がある [29]。アナログ携帯電話のばく露は、2011年当時10-24歳のMOBI-Kids対象者は問題とする必要は少ないが、発がんの潜伏期間を考慮すると第2世代携帯電話のばく露について正確に評価する必要がある。更に、MOBI-Kids Studyの解析に向けて、第3、第4世代携帯電話端末の影響と比較して、無線

表3 現在進行中の若年者を対象とした高周波電磁界と脳腫瘍の疫学研究

	論文ID	研究デザイン	対象	コメント
2	Schuz 2011 [28]	コホート研究 COSMOS Study	デンマーク、フィンランド、スウェーデン、オランダ、UKの18歳以上の男女約250,000名を2009年から25年以上の前向きに観察する研究計画。	On-going http://www.ukcosmos.org/
3	Sadetzki 2014 [26]	症例対照研究 MOBI-Kids Study	EUを中心とした14か国の10-24歳の脳腫瘍、INTERPHONE Studyの経験を踏まえ対照群に虫垂炎を採用するなどバイアスの制御に工夫している。2010年から2015年3月まで症例登録され、日本は2011年から参画。	On-going 2016年に公表予定 http://www.crealradiation.com/index.php/MOBI-Kids-home

LAN, 基地局, Bluetooth利用など様々な通信機器の影響がどの程度あるのかも評価していく予定である。

欧州では、環境ばく露測定が進んでおり [30], GSM, UMTS, LTE (Long Term Evolution), 第4世代携帯電話 (4G), WiMAXも含めた環境ばく露では、全電磁界の最大値は住宅地域での3.9 V/mであり、主にGSM900によるものであった。ばく露が最も低かった田園地域での0.09 V/mに対し、全体のばく露中央値は0.4-0.8V/mであった。電力密度への寄与は、60%以上がGSM900+1800, 次にDECT (住宅地域15%, 郊外地域23.8%) で、ほかは5%以下であった。European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure (EFHRAN) [31] では、様々なRF発生源の全ばく露への寄与、ばく露レベルについてのモニタリングを行うシステムを構築されている。我が国においても環境ばく露測定を積極的に推進し、若年者への健康影響について携帯電話端末ばかりでなくほかの通信機器の影響を総合的に評価できる研究の成果が求められている。

利益相反

特になし

引用文献

- [1] Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, et.al. WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *Lancet Oncol.* 2011;12:624-626.
- [2] Interphone study group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Int J Epidemiol.* 2010;39:675-694.
- [3] Hardell L, Carlberg M, Hansson Mi. Re-analysis of risk for glioma in relation to mobile telephone use: comparison with the results of the Interphone international case-control study. *International Journal of Epidemiology.* 2011;40:1126-1128.
- [4] Lagorio S, Roosli M. Mobile phone use and risk of intracranial tumors: a consistency analysis. *Bioelectromagnetics.* 2014;35:79-90.
- [5] Repacholi MH, Lerchl A, Rösli M, Sienkiewicz Z, Auvinen A, Breckenkamp J, et.al. Systematic review of wireless phone use and brain cancer and other head tumors. *Bioelectromagnetics.* 2012;33:187-206.
- [6] 国立研究開発法人国立がん研究センターがん情報センター. がんの統計 '14. http://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/brochure/backnumber/2014_jp.html (accessed 2015-11-03)
- [7] 日本脳神経外科学会学術委員会. 全国脳腫瘍統計 2001-2004. *Neurologia medico-chirurgica.* 2014;5(Suppl).
- [8] WHO. WHO Electromagnetic fields (EMF). <http://www.who.int/peh-emf/research/agenda/en/> (accessed 2015-10-26)
- [9] Kheifets L, Repacholi M, Saunders R, et al. The sensitivity of children to electromagnetic fields. *Pediatrics.* 2005;116:e303-e313.
- [10] Christ A, Gosselin MC, Christopoulou M, et al. Age-dependent tissue-specific exposure of mobile phone users. *Phys Med Biol.* 2010;55:1767-1783.
- [11] Wiart J, Hadjem A, Wong MF, et al. Analysis of RF exposure in the head tissues of children and adults. *Phys Med Biol.* 2008;53:3681-3695.
- [12] CREAL. Radiation Programme. Study on Communication Technology, Environment and Brain Tumours in Young People (MOBI-Kids study). <http://www.crealradiation.com/index.php/MOBI-Kids-home> (accessed 2015-10-26)
- [13] Aydin D, Feychting M, Schüz J, Tynes T, Andersen TV, Schmidt LS, et.al. Mobile phone use and brain tumors in children and adolescents: a multicenter case-control study. *J Natl Cancer Inst.* 2011;103:1264-1276.
- [14] Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. *Int J Oncol.* 2013;43(6):1833-1845.
- [15] Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. *Int J Oncol.* 2013;43(4):1036-1044.
- [16] Carlberg M, Soderqvist F, Hansson K, Hardell L. Meningioma patients diagnosed 2007-2009 and the association with use of mobile and cordless phones: a case-control study. *Environmental Health.* 2013;12:60.
- [17] Carlberg M, Hardell L. On the association between glioma, wireless phones, heredity and ionising radiation. *Pathophysiology.* 2012;19:243-252.
- [18] Coureau G, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, Gruber A, Leffondre K, et.al. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med.* 2014.
- [19] Pettersson D, Mathiesen T, Prochazka M, Bergenheim T, Florentzson R, Harder H, et.al. Long-term mobile phone use and acoustic neuroma risk. *Epidemiology.* 2014;25:233-241.

- [20] Deltour I, Auvinen A, Feychting M, Johansen C, Klaeboe L, Sankila R, et.al. Mobile phone use and incidence of glioma in the Nordic countries 1979-2008: consistency check. *Epidemiology*. 2012;23:301-307.
- [21] Ding LX, Wang YX. Increasing incidence of brain and nervous tumours in urban Shanghai, China, 1983-2007. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2011;12:3319-3322.
- [22] Vocht F, Burstyn I and Cherrie JW. TimeTrends (1998-2007) in Brain Cancer Incidence Rates in Relation to Mobile Phone Use in England. *Bioelectromagnetics*. 2011;32:334-339.
- [23] Barchana M, Margalioth M, Liphshitz I. Changes in brain glioma incidence and laterality correlates with use of mobile phones: a nationwide population based study in Israel. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2012;13:5857-5863.
- [24] Little MP, Rajaraman P, Curtis RE, Devesa SS, Inskip PD, Check DP, et.al. Mobile phone use and glioma risk: comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States. *BMJ*. 2012;344:e1147.
- [25] Hardell L, Carlberg M, Hansson MK. Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma. *Pathophysiology*. 2013;20:85-110.
- [26] Sadetzki S, Langer CE, Bruchim R, Kundi M, Merletti F, Vermeulen R, et.al. The MOBI-Kids Study Protocol: Challenges in Assessing Childhood and Adolescent Exposure to Electromagnetic Fields from Wireless Telecommunication Technologies and Possible Association with Brain Tumor Risk. *Front Public Health*. 2014;2:124.
- [27] 東京女子医科大学衛生学公衆衛生学第二. 青少年の日常生活と健康. <http://www.mbkds-japan.net/> (accessed 2015-11-03)
- [28] Schüz J1, Elliott P, Auvinen A, Kromhout H, Poulsen AH, Johansen C, et.al. An international prospective cohort study of mobile phone users and health (Cosmos): design considerations and enrolment. *Cancer Epidemiol*. 2011;35:37-43.
- [29] Kelsh MA, Shum M, Sheppard AR, et al. Measured radiofrequency exposure during various mobile-phone use scenarios. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2011;21:343-354.
- [30] Joseph W, Frei P, Roösli M, Thuroczy G, Gajsek P, Trcek T, et.al. Comparison of personal radio frequency electromagnetic field exposure in different urban areas across Europe. *Environ Res*. 2010;110:658-663.
- [31] European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure. Report on the level of exposure (frequency, patterns and modulation) in the European Union Part 1: Radiofrequency (RF) radiation. 2010.