

携帯電話と発がんについての国立がん研究センターの見解

2011.6.28

原発性脳腫瘍の発生頻度は欧米や日本のデータから人口 10 万人当たり 14-20 人と報告されているが、そのうち約 20-30%が悪性脳腫瘍の代表的なグリオーマ（神経膠腫）である。原発性脳腫瘍は WHO 分類に基づくと約 150 種類に分類され、熊本大学が 1989-2008 年に調査したデータによると、脳腫瘍の発生頻度は人口 10 万人あたり 14.1 人で、髄膜腫（良性） 36.8%、神経膠腫（悪性） 19.5%、下垂体腺腫（良性） 17.8%、聴神経腫瘍を含む神経鞘腫（良性） 9.9%、中枢神経系悪性リンパ腫 3.6%であった(1, 2)。

2011 年 5 月、国際がん研究機関（IARC:International Agency for Research on Cancer）は、高周波・電磁波により悪性脳腫瘍であるグリオーマ（神経膠腫）の発がんリスクについての調査研究報告をレビューし、携帯電話による通話とグリオーマの発がんの可能性について限定的ではあるがグループ 2B に分類されることを発表した。その詳細な判断について 2011 年 7 月の Lancet Oncology 誌に内容を掲載した(3)。IARC の定める発がんリスクはグループ 1（十分に発がん性あり）・2A（おそらく発がん性あり）・2B（発がん性が疑われる）・3（発がん性物質として分類できない）・4（おそらく発がん性がない）に分けられる。グループ 2B に分類される物質は人間の発がんについて限定的ではあるががんを引き起こす可能性があることを示す。クロロホルム・スチレン・ガソリン・コーヒーによる膀胱がん・つけものなどが挙げられている。

IARC はこれまでに報告された多数の研究論文のレビューを行った。INTERPHONE study は世界最大規模で、2000-2004 年に診断された 2708 人のグリオーマ患者と 2972 人の対照者についての調査報告を行った。携帯電話を 1640 時間以上使用した群では、携帯電話を使用したことがない群に比べて、悪性脳腫瘍であるグリオーマの発生が 1.40 倍であり、特に 1-4 年の短期間に 1640 時間を越えた群ではグリオーマの発生が 3.77 倍であることが報告された(4)。スウェーデンからも 20-80 歳のグリオーマと診断された 905 人の患者と 2162 人の対照を比較検討し、携帯電話の累積通話時間が 2000 時間を越えた場合にはグリオーマを発生する危険率が 3.2 倍であったと報告された(5)。これらの研究が聞き取り調査に基づくものであり、リコールバイアスやセクションバイアスの影響を受けている可能性もあるが、携帯電話の長時間使用者が脳のがんであるグリオーマを発生する可能性があるとして IARC は結論した。

日本では、2000-2004年にグリオーマと診断された30-69歳の88人の患者と196人の健常対照者について携帯電話の通話期間・時間・頻度についての聞き取り調査が首都圏で行われ、携帯電話の10年以上の使用期間や2000時間以上の累積通話時間をみても、明らかなグリオーマの発生の増加は認められなかったと報告されている(6)。グリオーマの他に良性脳腫瘍の聴神経腫瘍が発生する可能性があることが報告されているが、良性脳腫瘍の代表的な髄膜腫や下垂体腺腫の発生増加についての報告はない。これまでのいかなる報告においても、通常の携帯電話による通話(多くても1日25分以下)で、グリオーマや他臓器のがんの発生が増加したという報告はない。

多くの発がん物質の低用量暴露による発がんのリスクは不明な点も多い。INTERPHONE studyは症例対照研究という研究手法をとっており、脳腫瘍と診断された症例と対照との間で、過去の携帯電話による通話状況を聞いているために、症例対照間における思い出し方の差によるバイアスの可能性がある。また、使用頻度の最も高いカテゴリー(1640時間以上)だけが1.4倍を示すのみで用量反応関係が認められていない。さらに、正の関連を示す研究はInterphone studyなど一部に限られている。即ち、携帯電話による通話と脳腫瘍との関連性については、偶然、バイアス、交絡が、相応の信頼性をもって排除されていないために、人間のデータは限定的と判定された。また、動物のデータも現状では限定的である。従って、Group2Bに総合判定されたと考えられる。

今回のIARCの調査結果でも通常の携帯電話による通話が悪性脳腫瘍であるグリオーマの発生につながるという十分なエビデンスはないが、携帯電話とグリオーマの発生について、今後も慎重に調査を進めていく必要がある。ただし1640-2000時間にもおよぶ累積通話時間が大きい群では、グリオーマの発生のリスクがあることが報告されており、過度の携帯電話による通話は避けたほうが良いと考える。子供は成人に比べて携帯電話によるエネルギーの脳への影響が2倍以上という報告もあることや、20歳未満の子供が長時間携帯電話で通話した場合の発がんへの影響についてはまだ報告されていないため、小中学生・高校生の携帯電話の使いすぎは注意すべきである。

1. The committee of Brain Tumor Registry of Japan, Report of Brain Tumor Registry of Japan (1969-1996). Neurol Med Chir (Tokyo). 2003 Sep;43 Suppl:i-vii, 1-111. ([link](#))
2. Nakamura H, Makino K, Yano S, et al. Epidemiological study of primary intracranial tumors: a regional survey in Kumamoto prefecture in southern Japan-20-year study. Int J

Clin Oncol. 2011 Jan 18. [\(link\)](#)

3. Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, et al. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *Lancet Oncology*. 2011;12(7):624-6. [\(link\)](#)

4. INTERPHONE study group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Int J Epidemiol*. 2010 Jun;39(3):675-94. [\(link\)](#)

5. Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Pooled analysis of two case-control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997-2003. *Int Arch Occup Environ Health*. 2006 Sep;79(8):630-9. [\(link\)](#)

6. Takebayashi T, Varsier N, Kikuchi Y, et al. Mobile phone use, exposure to radiofrequency electromagnetic field, and brain tumour: a case-control study. *Br J Cancer*. 2008 Feb 12;98(3):652-9. [\(link\)](#)

7. Schuz J, Jacobsen R, Olsen JH, et al. Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort. *J Natl Cancer Inst*. 2006 Dec 6;98(23):1707-13. [\(link\)](#)

8. Sato Y, Akiba S, Kubo O, et al. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Bioelectromagnetics*. 2010 Oct 28. [\(link\)](#)

9. Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, et al. Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res*. 1997 May;147(5):631-40. [\(link\)](#)

Lancet Oncology Vol 12 July 2011 に掲載された論文の和訳

Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields

The Lancet Oncology, Volume 12, Issue 7, July 2011, Pages 624-626

Robert Baan, Yann Grosse, Béatrice Lauby-Secretan, Fatiha El Ghissassi, Véronique Bouvard, Lamia Benbrahim-Tallaa, Neela Guha, Farhad Islami, Laurent Galichet, Kurt Straif and on behalf of the WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group

高周波・電磁波の発がん性について

2011年5月、国際がん研究機関（IARC: International Agency for Research on Cancer）は世界14ヶ国・30人の科学者からなるワーキンググループが、これまでに世界で行われた40以上の研究結果をもとに、高周波・電磁波の発がん性について検討した。

周波数が30kHzから300GHzの高周波・電磁波は、携帯電話・コードレスホン・ラジオ・家庭用電気ヒーターや、携帯電話基地・テレビ／ラジオ局中継所・レーダー基地などから発生する。携帯電話による高周波・電磁波エネルギーの脳に対する影響は、携帯電話基地・テレビ／ラジオ局中継所に比べて桁違いに高く、ブルーテュースを用いたハンドフリーキットを使用すると100分の1に低下する。また（日本で主に使われている）第3世代携帯電話のエネルギーも100分の1以下である。一方、成人にくらべて、小児では携帯電話の発するエネルギーの脳への影響は2倍以上に高くなる。

デンマークでは1982年から1995年までに携帯電話を使い始めた42万人を対象としたコホート研究が行われ2002年まで経過観察された(7)。257例のグリオーマの発生が報告されているが、グリオーマの発生率は、デンマークでの発生率と差は認められなかった。この研究では発がんとの関係は携帯電話の契約期間のみで評価されており、携帯電話の発がんの影響を検討するためには十分とはいえないと考える。

さまざまな研究の中で13ヶ国（オーストラリア・カナダ・デンマーク・フィンランド・フランス・ドイツ・イスラエル・イタリア・日本・ニュージーランド・ノルウェー・スウェーデン・イギリス）で行われたINTERPHONE studyは世界最大規模のケースコントロール研究（症例対照研究）であり、2000-2004年に診断された2708人のグリオーマ患者と2972人の対照者について、詳細なインタビューをもとに携帯電話の発がんへの影響を検討したものである(4)。携帯電話を使用した群と全く携帯電話を使用しなかった群のグリオーマの発生の

オッズ比は 0.81 (0.70-0.94) であった。携帯電話の使用年数や、累積の使用回数とグリオーマの発生には明らかな差は認められなかった。携帯電話の累積使用時間でグリオーマの発生を見たところ、累積時間が 1640 時間 (例えば毎日 27 分、10 年間使用) を越える群では、携帯電話を使用したことが無い群に比べて、グリオーマの発生のオッズ比は 1.40 (1.03-1.89) と、グリオーマの発生が増加することが示された。累積通話時間が 1640 時間を越える群について、使用期間ごとに解析を行うと、1-4 年の短期間に 1640 時間を越えた群ではオッズ比が 3.77 (1.25-11.4) であったが、5-9 年あるいは 10 年以上かけて 1640 時間に達した群では、有意なグリオーマの発生の増加は認められなかった。通話時間が 1640 時間を超える群では、いつも同じ側の耳に携帯電話を当てるという群では、同じ側にグリオーマが発生する頻度が高く (オッズ比 1.96 (1.22-3.16))、また脳の中でも最も耳に近い側頭葉に発生するグリオーマが多かった (オッズ比 1.87 (1.09-3.22))。

スウェーデンで 1997-2003 年に 20-80 歳の悪性脳腫瘍 (転移性脳腫瘍などをのぞく) と診断された 905 人の患者と 2162 人の健常対照者を比較検討したところ、累積通話時間が 2000 時間を越えて悪性脳腫瘍を発症した群のオッズ比は 2.4 (1.7-3.4) で、アナログ式の携帯電話使用群で 5.9 (2.5-14)、デジタル携帯電話で 3.7 (1.7-7.7)、コードレス電話で 2.3 (1.5-3.6) であった (5)。10 年以上携帯電話を使用してグレード 3・4 の悪性度の高いグリオーマを発症した群のオッズ比は、アナログ式の携帯電話使用群で 2.7 (1.8-4.2)、デジタル携帯電話で 3.8 (1.9-8.1)、コードレス電話で 2.2 (1.3-3.9) であった。20 歳になる前に携帯電話を使用しはじめてグリオーマを発症した群のオッズ比は、デジタル携帯電話使用群で 3.7 (1.5-9.1) であった。

これらの研究は聞き取り調査に基づいているため、リコールバイアス (携帯電話使用の思い出し方のエラー) やセレクションバイアス (調査対象のエラー) が影響している可能性もあるが、ワーキンググループは携帯電話による高周波・電磁波とグリオーマの発生の因果関係は無視できないと考えた。

グリオーマの他に良性脳腫瘍である聴神経鞘腫の発生の危険性についても報告がある。聴神経鞘腫の発生について 787 人の患者について日本で調査が行われた (8)。通常の話では明らかな聴神経鞘腫の増加は認められなかったが、診断 1 年前に 1 日 20 分間携帯電話を通話した群のオッズ比が 2.74 で、診断 5 年前では 3.08 であった。

これまでの研究結果では、良性腫瘍である髄膜腫瘍や耳下腺がん、リンパ腫、白血病について携帯電話使用によるがんの増加を示すエビデンスは得られていない。

これまでのところ、高周波・電磁波刺激を 2 年間加えたマウスの実験では、

いかなる種類の腫瘍の発生が増加したという報告はない。ただしリンパ腫を発生しやすい遺伝子改変マウスに電磁波刺激を加えるとリンパ腫の増加が認められる(9)という報告や、発がん物質である DMBA (ジメチルベンズアントラセン)の投与と同時に高周波刺激を加えると乳腺腫瘍や腺がんの頻度が高くなることが報告されている(9)。

高周波・電磁波刺激による発がんのメカニズムについての詳細はわかっていない。

ワーキンググループの議論では、INTERPHONE study においては携帯電話による通話と発がんの関係(容量反応関係)が明確ではないことや、デンマークでの携帯電話使用者のコホート研究の結果グリオーマの発生増加が認められないことから携帯電話による通話と発がんの関係についてエビデンスがあまりないと考えるメンバーもいたが、これまでの研究論文の詳細なレビューの結果、大多数のメンバーは高周波・電磁波の発がんリスクは限定的なエビデンスがあるという Group 2B に判断することになった。

文献

1. The committee of Brain Tumor Registry of Japan, Report of Brain Tumor Registry of Japan (1969-1996). *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2003 Sep;43 Suppl:i-vii, 1-111.
2. Nakamura H, Makino K, Yano S, et al. Epidemiological study of primary intracranial tumors: a regional survey in Kumamoto prefecture in southern Japan-20-year study. *Int J Clin Oncol*. 2011 Jan 18.
3. Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, et al. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *Lancet Oncology*. 2011;12(7):624-6.
4. INTERPHONE study group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Int J Epidemiol*. 2010 Jun;39(3):675-94.
5. Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Pooled analysis of two case-control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997-2003. *Int Arch Occup Environ Health*. 2006 Sep;79(8):630-9.
6. Takebayashi T, Varsier N, Kikuchi Y, et al. Mobile phone use, exposure to radiofrequency electromagnetic field, and brain tumour: a case-control study. *Br J Cancer*. 2008 Feb 12;98(3):652-9.
7. Schuz J, Jacobsen R, Olsen JH, et al. Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort. *J Natl Cancer Inst*. 2006 Dec 6;98(23):1707-13.
8. Sato Y, Akiba S, Kubo O, et al. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Bioelectromagnetics*. 2011 Oct 28.
9. Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, et al. Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res*. 1997 May;147(5):631-40.

国際がん研究機関「ヒトに対する発がんリスク評価」 ヒトにおける発がん性の総合評価

		動物のデータ		
		十分	限定的	不十分
人間の データ	十分	Group 1		
	限定的	Group 2A → Group 1	Group 2B (exceptionally 2A)	
	不十分	Group 2B → Group 1 → Group 2A	Group 3 → Group 2B	

*その他の関連データ

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

人間のデータ：

- 発がん性に関する十分な知見
偶然、バイアス、交絡が、相応の信頼性をもって排除されている研究において、曝露とがんの正の関連性が観察されている。
- 発がん性に関する限定的な知見
偶然、バイアス、交絡が、相応の信頼性をもって排除されていない。
- 発がん性に関する不十分な知見
既存の研究の質、一致性、統計的検出力が不十分である。あるいは人がんに関するデータが存在しない。

それぞれの発がん分類にふくまれるもの

Group 1	タバコ・環境タバコ煙・アスベスト・X線照射・ラジウム・太陽光被曝
Group 2A	アクリルアミド・無機鉛化合物・ディーゼルエンジンの排気ガス
Group 2B	クロロフォルム・ガソリン・スチレン・低周波磁場・コーヒー（膀胱がん）
Group 3	過酸化水素・ビタミン K・低周波電界・原油・軽油