

ผลกระทบของคลื่นโทรศัพท์ต่อสุขภาพมนุษย์

จutiporn สุดศิริ

Effects of Mobile Phone Radiation on Human Health.

Jutiporn Sudsiri

Faculty of Sciences and Industrial Technology, Prince of Songkla University,

Suratthani Campus, Suratthani, 84000, Thailand

E-mail: jutipornc@gmail.com

Songkla Med J 2011;29(4):183-193

บทคัดย่อ:

โทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile phone) กลายเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของคนปัจจุบัน อัตราการใช้โทรศัพท์ของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้นโดยไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave; EMW) ที่ถูกส่งออกมา จากทั้งเครื่องรับโทรศัพท์เองและเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ (mobile phone base station) มีการศึกษาผลกระทบของ EMW ต่อสุขภาพมาแล้วจากหลายงานวิจัยในบางประเทศ เช่น จากการศึกษาวิจัยกับประชากรในประเทศฝรั่งเศสซึ่งอยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ในรัศมีน้อยกว่า 300 เมตร พบอาการผิดปกติ เช่น ปวดศีรษะ (headaches) คลื่นไส้ (nausea) ความจำเสื่อม (memory fading) นอนไม่หลับ (worse quality of sleeping) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ผลกระทบของ EMW ต่อสุขภาพยังเป็นที่กังขาจากหลายฝ่าย แต่จากผลการวิจัยจากหลายแหล่งเป็นหลักฐานยืนยันได้ว่า EMW มีผลกระทบต่อสุขภาพ ดังนั้นการให้ความรู้ถึงผลที่อาจเกิดขึ้นจึงเป็นการดีกว่าการเฝ้ารอผลพิสูจน์ที่แท้จริงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจสายเกินไปสำหรับประชาชนที่ก้าวตามเทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างต่อเนื่อง อย่างน้อยการร่วมกันเฝ้าระวังภัยเหล่านี้จะเป็นหนทางที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: คลื่นโทรศัพท์, สุขภาพ, เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์

Abstract:

The mobile phone has become a part of human life. Use of mobile phones continues to increase because development of the technology leads them to be used for new purposes. In Thailand, the effect of electromagnetic wave (EMW) emissions from mobile phone base stations on human health has not been discussed extensively. Even so it is reported that EMW can affect human health if people are exposed to the high field strengths or even low field strengths if they are persistent over extended periods of time. Especially, people who live close to the base station are being exposed to EMW irradiation continuously that cannot do anything to avoid. The radiation is different from an individual uses their mobile phone which can be controlled by personal choice. It is reported that people living less than 300 meters from a mobile phone base station have an increased risk of headache, nausea, memory fading and poor-quality sleep. However, the effect of EMW frequencies used by mobile phones on human health is still unclear but recent research reports can be taken as evidence of a significant risk. Therefore, more information on EMW, which may affect human health, is needed to reveal potential risks, which should be acted upon, based upon the precautionary principle.

Key words: human health, mobile phone base station, mobile phone radiation

บทนำ

ก่อนปี พ.ศ. 2518 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อมได้ทำนายว่าสุขภาพของมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 จะประสบกับปัญหามลพิษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic pollution) อันเนื่องจากการเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีสื่อสารโดยเฉพาะโทรศัพท์เคลื่อนที่¹ และก็เป็นไปตามคำทำนาย เมื่อการสื่อสารทางโทรศัพท์ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็วจนกลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของคนทั่วโลก รังสีของคลื่นโทรศัพท์แผ่ออกสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามจำนวนการใช้โทรศัพท์ที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่เว้นหยุด จากการรวบรวมข้อมูลของ “European Information Technology Observatory” ประเทศเยอรมนีพบว่าในปี พ.ศ. 2553 มีเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมด 5,100 ล้านเครื่องทั่วโลก โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2551 ประมาณร้อยละ 20 และคาดว่าจำนวนเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเพิ่มเป็นประมาณ 6,500 ล้านเครื่องในปี พ.ศ. 2554² ในขณะที่

จำนวนการใช้โทรศัพท์เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ มนุษย์ก็ต้องเผชิญกับความเสี่ยงอันตรายที่เกิดจากคลื่นชนิดนี้อย่างไม่สามารถหยุดยั้งและหลีกเลี่ยงได้เช่นกัน เพราะจากผลการศึกษาวิจัยของนักวิทยาศาสตร์พบว่า electro-magnetic wave (EMW) (ความถี่ตั้งแต่ 50 เฮิร์ต (Hz) ถึง 300 จิกะเฮิร์ต (GHz)) จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ได้ กล่าวคือคลื่นที่มีความถี่ระดับมากกว่า กิโลเฮิร์ต (KHz) จะมีผลกระทบต่อเซลล์ร่างกายในระยะเวลายันสั้นในระดับนาที (short-term exposure) ส่วนคลื่นที่มีระดับความถี่ต่ำกว่าระดับกิโลเฮิร์ตจะมีผลกระทบต่อร่างกายแบบสะสมและจะมีผลเกิดขึ้นกับร่างกายเมื่อได้รับคลื่นเป็นปีขึ้นไป (long-term exposure)²

ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการจัดตั้ง The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) โดยมีภารกิจสำคัญส่วนหนึ่ง คือ การกำหนดเกณฑ์ความ

ปลอดภัยหรือขีดจำกัด (limit) การแผ่ EMW ในย่านความถี่ต่างๆ ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ นั่นก็คือกำหนดระดับพลังงานของคลื่นที่ไม่ทำให้เนื้อเยื่อของร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อได้รับคลื่นดังกล่าว หลักเกณฑ์นี้เป็นหลักเกณฑ์เดียวกันกับที่นำมาใช้ในประเทศไทยตามประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) เรื่อง “หลักเกณฑ์และมาตรการกำกับดูแลความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์” ตั้งแต่วันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 โดยทั่วไปขีดจำกัดการรับพลังงานจาก EMW จะกำหนดในรูปของค่าการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (specific absorption rate; SAR) ซึ่งหมายถึงอัตราพลังงานที่ถูกดูดกลืนโดยเนื้อเยื่อเฉพาะส่วนของร่างกายมีหน่วยวัตต์ต่อกิโลกรัม (W/kg) เช่น ตามประกาศของ กทช. ขีดจำกัดของ SAR สำหรับกลุ่มผู้ได้รับ EMW ทั่วไป ทั้งร่างกายไม่เกิน 0.08 วัตต์ต่อกิโลกรัม ส่วนลำตัวและศีรษะไม่เกิน 2 วัตต์ต่อกิโลกรัม และเฉพาะส่วนแขนขาไม่เกิน 4 วัตต์ต่อกิโลกรัม³

ภายหลังจากการเปิดให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ตั้งแต่กลางปี พ.ศ. 2533 จนเป็นที่นิยมแพร่หลายอย่างมากในปัจจุบัน ผลกระทบจากคลื่นโทรศัพท์ต่อสุขภาพมนุษย์จึงเป็นประเด็นที่ต้องศึกษาวิจัยมากขึ้น การศึกษาวิจัยส่วนมากในระยะแรกจะพุ่งเป้าไปที่คลื่นจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ขณะใช้งาน แต่เนื่องจากพบว่าผลกระทบของคลื่นดังกล่าวผู้ใช้โทรศัพท์สามารถป้องกันตัวเองและหลีกเลี่ยงได้จากจำนวนครั้งและเวลาที่ใช้ ดังนั้นในเวลาต่อมาประเด็นการศึกษาจึงมุ่งไปที่สัญญาณที่ถูกส่งออกจากเสาอากาศ หรือเสาสถานีบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile phone antenna หรือ mast หรือ base station) ซึ่งสัญญาณดังกล่าว ผู้ที่อยู่อาศัยใกล้เสาส่งสัญญาณไม่อยู่ในวิสัยที่จะควบคุมหรือป้องกันตัวเองได้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจึงแตกต่างกับประเด็นการใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

ผลกระทบของคลื่นโทรศัพท์จากเสาส่งสัญญาณ (Effects of mobile phone radiation from base stations)

เนื่องจากอัตราการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้เสาโทรศัพท์ถูกขยายการติดตั้งอย่างรวดเร็ว สัญญาณ EMW ที่ถูกส่งออกมาจากเสาจะอยู่ในช่วงความถี่ 100 กิโลเฮิร์ต ถึง 300 จิกะเฮิร์ต เรียกคลื่นนี้ว่า คลื่นวิทยุ (radio frequency; RF) สัญญาณคลื่นช่วงนี้ องค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO)³ เตือนว่าจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ในระดับเซลล์ไปจนถึงระดับเนื้อเยื่อ โดยสัญญาณที่ส่งออกจากเสา จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าสัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ เนื่องจากคลื่นที่ถูกส่งออกมาจากเสาเป็นคลื่นที่ถูกปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ทำให้ร่างกายได้รับคลื่นตลอดเวลา ปริมาณคลื่นที่ได้รับขึ้นอยู่กับความเข้มของสัญญาณและระยะเวลาที่ได้รับคลื่น ผลกระทบของ EMW ต่อเซลล์สิ่งมีชีวิตได้มีการรวบรวมไว้โดย Levitt และ Lai² และนำมาเสนอเพียงบางส่วน (ตารางที่ 1)

จากรายงานการศึกษาดังกล่าว ทำให้ในกลุ่มประเทศในแถบยุโรปได้มีการศึกษาและมีรายงานเกี่ยวกับอันตรายของสัญญาณโทรศัพท์จากเสา ต่อสุขภาพกันอย่างแพร่หลาย และได้มีรายงานว่าสัญญาณดังกล่าวมีผลต่อสมอง การนอนหลับ และการก่อมะเร็ง⁴⁻⁷ นอกจากนี้ยังมีผลการศึกษาของ Santini และคณะ⁸ โดยใช้แบบสอบถามกับประชากรเป็นจำนวน 350 ราย ซึ่งอาศัยอยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ที่ระยะต่างๆ จาก 0-300 เมตร พบอาการคลื่นไส้ (nausea) เมื่ออาหาร (loss appetites) ปวดศีรษะ (headaches) นอนไม่หลับ (sleep disruption) ฉุนเฉียวง่าย (irritability) ซึมเศร้า (depression) ลืมง่าย (memory loss) และมีปัญหาในการมองเห็น (visual disruption) โดยร้อยละที่พบและความถี่ของอาการที่พบ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 รายงานการศึกษาผลกระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อเซลล์สิ่งมีชีวิต²

อ้างอิง	ความถี่	แหล่งกำเนิดคลื่น	เวลาในการรับคลื่น	ผลที่พบจากการศึกษา
Belyaev และคณะ ⁹	915 MHz	เสาโทรศัพท์ GSM*	24-48 ชม.	การเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม (gene) ในเซลล์เม็ดเลือดขาวมนุษย์
Belyaev และคณะ ¹⁰	915-1,947 MHz	GSM*	24-72 ชม.	เปลี่ยนแปลงกลไกควบคุมสารบ่งชี้ทางพันธุกรรม (Deoxyribonucleic acid; DNA) ในเซลล์เม็ดเลือดขาวมนุษย์
Chiang และคณะ ¹¹	อาศัยใกล้เสาส่งสัญญาณวิทยุ AM* และเสาส่งสัญญาณเรดาร์		มากกว่า 1 ปี	ผลการทดสอบทางจิตวิทยาและความจำระยะสั้นต่ำกว่าเกณฑ์
Salford และคณะ ¹² (ทดลองกับหนู)	915 MHz	GSM*	2 ชม.	เซลล์สมองถูกทำลาย
Lerchl และคณะ ¹³ (ทดลองกับหนู)	900 และ 1,800 MHz	GSM*	24 ชม./วัน 24 วัน	ระบบการเผาผลาญในร่างกายเปลี่ยน

*GSM=global system for mobile communications, AM=amplitude modulation

ตารางที่ 2 ร้อยละและความถี่ของอาการที่พบของประชากรที่อยู่ใกล้เสาที่ระยะต่างๆ เปรียบเทียบกับประชากรที่อยู่ห่างจากเสาส่งมากกว่า 300 เมตร⁹

อาการที่พบ	ระยะห่างจากเสาส่งสัญญาณ (เมตร)											
	<10		10-50		50-100		100-200		200-300		>300	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
ง่วงง่าย	32.8*	23.2*	41.7*	25.7*	47.2*	44.1*	25.8	4.1	25	9	18	3.3
ปวดหัว	51*	47.8*	40*	26.1*	40.6*	36.7*	60.7*	31.2*	19.3	0	15.6	1.8
คลื่นไส้	14.5*	6.9	8.4	3	5.7	3.8	2.4	4.6	0	2.3	2.1	1.1
เบื่ออาหาร	20.4*	8.3	8	5.5	5	5	6.9	0	4.2	0	3.3	3.3
นอนไม่หลับ	41.3*	57.1*	41.4*	57.5*	46.9*	58.5*	45.8*	50*	33.3	35.5	13.8	21.2
ซีมีเศร้า	16.9	26.8*	21.6	19.7*	11.6	24*	16.2	3.1	13.6	2.5	10.3	3.7
ลึมง่าย	27.7	25.4*	29.4	26.6*	37.1*	29*	25	15.6	17.2	11.1	17.9	5.8
ปัญหาสายตา	14.5	24.3*	23	13.5	22	7.1	2.5	4.9	15	2.8	13.6	4.1

2=พบบ่อย, 3=พบบ่อยมาก

* หมายถึง ค่าความแตกต่างทางสถิติที่ ($p < 0.05$)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Abel-Rassoul¹⁴ ได้ทำการวิจัยกับผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดภายใต้และตรงกันข้ามกับบริเวณเสาส่งสัญญาณที่ตั้งบนหลังคาอาคารชุด พบอาการต่างๆ ที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Santini ข้างต้น เช่นเดียวกับ Eger และคณะ¹⁵ ซึ่งได้ทดลองกับผู้ที่อยู่ในบริเวณที่ใกล้กับเสาโทรศัพท์จำนวน 1,045 ราย พวกเขาใช้เวลาในการวิจัยเป็นเวลา 10 ปี และได้บันทึกอาการเจ็บป่วยของกลุ่มประชากรจากบันทึกของทางโรงพยาบาล พบว่ากลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้กับเสาสัญญาณฯ ในระยะน้อยกว่า 400 เมตร เป็นเวลา 5 ปีขึ้นไป มีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งสูงขึ้นเกือบ 2 เท่าตัว โดยเฉพาะมะเร็งเต้านม พบว่าผู้หญิงที่อยู่ในเขตทดลองที่มีอาการของการเป็นมะเร็งเต้านมจำนวน 112 ราย ซึ่งสูงกว่าผู้ที่อยู่นอกเขตทดลอง

ในอัตราส่วน 5:3 นอกจากนี้ยังพบมะเร็งชนิดอื่นที่เกิดขึ้น (ตารางที่ 3)

ส่วนงานวิจัยของ Anslow¹⁶ ได้พบความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเพิ่มขึ้น 4 เท่า ในกลุ่มผู้อาศัยใกล้เสาสัญญาณระหว่าง 3-7 ปี นอกจากนี้ในรายงานของ Ecolog Report¹⁷ ซึ่งได้รับทุนวิจัยจากบริษัทที-โมบาย (T-Mobile) แห่งเยอรมนี ได้รวบรวมผลงานวิจัยกว่า 220 เรื่อง พบหลักฐาน (evidence) ของคลื่นโทรศัพท์ที่มีผลต่อการทำหน้าที่ของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ ระบบประสาทส่วนกลาง กล่าวคือกระตุ้นการริเริ่ม (initiating) และการส่งเสริม (promoting) การเติบโตของเซลล์มะเร็ง พร้อมกับเรียกร้องให้ ICNIRP ทบทวนลดระดับเกณฑ์ความปลอดภัยในการแผ่คลื่น EMW ให้ต่ำลง 1,000 เท่า ของเกณฑ์ที่แนะนำเดิม

ตารางที่ 3 ผลรวมชนิดของมะเร็งที่พบในประชากรที่อาศัยในบริเวณระยะห่างจากเสาส่งสัญญาณน้อยกว่า 400 เมตร เป็นเวลานานกว่า 5 ปี เปรียบเทียบกับประชากรที่อยู่นอกพื้นที่ต่อจำนวนประชากร 100,000 ราย¹⁵

ชนิดของมะเร็งที่พบ	จำนวนที่พบภายในพื้นที่ศึกษา (ราย)	จำนวนที่คาดไว้ (ราย)	อัตราส่วนของประชากรที่พบ (ภายในพื้นที่:ภายนอกพื้นที่)
เต้านม	8	5.6	5:3
รังไข่	1	1.1	0:1
ต่อมลูกหมาก	5	4.6	2:3
ตับอ่อน	ชาย 3 หญิง 2	0.6 0.9	2:1 1:1
ลำไส้	ชาย 4 หญิง 0	3.7 4.0	2:2 0:0
ปอด	ชาย 3 หญิง 0	3.6 1.2	2:1 0:0
ในช่องท้อง	ชาย 1 หญิง 1	1.2 1.1	0:1 0:1
เลือด	ชาย 0 หญิง 1	0.6 0.7	0:0 1:0

ผลกระทบเชิงความร้อน (Thermal effect)

ผลกระทบเชิงความร้อนจาก RF เกิดจากสองสาเหตุหลักคือ เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์กำลังใช้โทรศัพท์ เครื่องโทรศัพท์ที่รับคลื่นและส่งคลื่นไปยังตัวรับส่งคลื่น (antenna) RF จะถูกดูดกลืน (absorbed) ไว้ภายใน ส่วนของศีรษะและอวัยวะอื่นของผู้ใช้ เนื่องจากเนื้อเยื่อของร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนมาก และเนื่องจากน้ำเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว ดังนั้นเมื่อน้ำอยู่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โมเลกุลจะหมุนไปตามความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานจลน์ (kinetic energy) ของโมเลกุลน้ำจะกลายเป็นความร้อนดังความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีกันของวัตถุ ส่วนสาเหตุที่สองมาจากในไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ของเซลล์ในร่างกายซึ่งประกอบด้วยประจุ (ions) เป็นจำนวนมาก ประจุเหล่านี้เมื่อเกิดการเคลื่อนที่จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า และเหนี่ยวนำให้เกิดเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะแปรรูปเป็นพลังงานความร้อน¹⁸

แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเครื่องโทรศัพท์จะถูกทดสอบค่า SAR ก่อนที่จะส่งออกจำหน่าย โดยปกติค่า SAR ไม่เกิน 1.6 วัตต์ต่อกิโลกรัม¹² นั้นหมายถึงความร้อนจากเครื่องโทรศัพท์จะไม่สามารถทำให้อุณหภูมิที่ศีรษะของผู้ใช้เพิ่มขึ้นได้ถึง 0.1 องศาเซลเซียส และจากการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก EMW ซึ่งไม่เกิน 0.1 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในศีรษะมนุษย์ ในทางการแพทย์ถือว่าความร้อนขนาดนี้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงใดๆ ของเซลล์¹⁹ นอกจากนี้ร่างกายมีระบบที่ปรับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นได้เองจากระบบการไหลเวียนของโลหิต และกลไกอย่างอื่น จะเห็นได้จากตอนที่มิใช่ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะไม่สามารถทำลายสมองหรือทำให้ผู้ป่วยหมดสติในทันที เว้นเสียแต่มีอาการเช่นนี้ไปอีกสักกระยะหนึ่ง ดังนั้นจึงจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอาการใช้ ร่างกายสามารถรับได้ในระยะเวลาหนึ่งและสามารถปรับร่างกายให้กลับสู่ภาวะสมดุลได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลของคลื่นโทรศัพท์อันเนื่องจากผลทางความร้อนมีผลกระทบต่อร่างกายน้อยมาก

นักวิทยาศาสตร์ได้ตั้งข้อสังเกตอาการทางสุขภาพต่างๆ ที่เกิดขึ้นข้างต้นว่าเกิดขึ้นทั้งๆ ที่อุปกรณ์เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือระดับการแผ่คลื่นจากเสาส่งสัญญาณฯ ล้วนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ ICNIRP ประกาศแนะนำ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่ใช่ผลกระทบเชิงความร้อน ดังนั้นจึงได้พุ่งประเด็นการวิจัยเสียใหม่ไปยังผลกระทบที่ไม่เกี่ยวกับความร้อน หากแต่เป็นผลกระทบเชิงชีววิทยาว่ามีผลอย่างไรจากการรับคลื่นความถี่สูง ในระดับซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ ICNIRP กำหนด

ผลกระทบเชิงชีววิทยา (Biological effect)

ในขณะที่ผลกระทบเชิงความร้อนเกิดขึ้นเนื่องจากการที่เซลล์สิ่งมีชีวิตได้รับผลกระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงในช่วงเวลาระยะเวลาหนึ่ง แต่ผลกระทบทางร่างกายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำเป็นเวลานาน เป็นผลกระทบที่ไม่ทำให้เซลล์ร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะไปทำให้ออออนในผนังเซลล์เกิดการเคลื่อนที่ และเสียสมดุลในระดับผนังเซลล์ (membrane) เซลล์ร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงทันทีที่ได้รับคลื่นโทรศัพท์โดยที่อุณหภูมิของร่างกายไม่เปลี่ยนแปลง²⁰ สามารถเรียกผลกระทบนี้อีกชื่อหนึ่งว่าผลกระทบที่ไม่ขึ้นกับความร้อน (non-thermal effect) เป็นอาการทางสุขภาพที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น อาการหูอื้อ (tinnitus) ปวดหัว เฉื่อยชา อ่อนแรง (faint) ฉุนเฉียว อิดโรย อ่อนล้า (fatigue) เจ็บหนังศีรษะ (discomfort of scalp) ผมหร่วง (lose hair) สายตาอ่อนล้า (faintness of eyesight) เมื่ออาการความจำเสื่อม (memory fading) การได้ยินเสื่อม (audition fading) นอนไม่หลับ (worse quality of sleeping) ถึงแม้ว่าอาการเหล่านี้อาจจะเป็นอาการที่แสดงออกจากความรู้สึกแห่งตน (subjective symptom) นั้นหมายความว่ายังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าเป็นสาเหตุมาจากผลของคลื่นโทรศัพท์โดยตรง²¹⁻²³ แต่จากผลการทดลองที่เกิดขึ้นในสัตว์ซึ่งได้แก่ หนูทดลอง เมื่อให้สัญญาณคลื่นโทรศัพท์ความถี่ 900 เมกกะเฮิร์ต เป็นระยะเวลา 60 นาทีต่อวัน เป็นเวลา 30 วัน²⁴ พบ

ความผิดปกติของระบบประสาท (nerve system) ระบบภูมิคุ้มกัน (immune system) ระบบต่อมไร้ท่อ (endocrine system) และระบบการไหลเวียนของโลหิต (blood circulation system) นอกจากนี้ยังพบระบบความดันโลหิตและระบบหายใจเปลี่ยนไปจากภาวะปกติ เมื่อให้หนูทดลองได้รับคลื่นที่ความถี่ในช่วง 1-6 จิกะเฮิร์ตเป็นเวลาเพียง 60 วินาที²⁵

ถ้าอาการที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้โทรศัพท์อาจเป็นอาการที่เกิดขึ้นจากความรู้สึกแห่งตน (subjective assume) อาจจะไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องจากผลของคลื่นโทรศัพท์ แต่จากผลงานวิจัยเป็นจำนวนมากและจากผลการทดลองที่เกิดขึ้นในสัตว์ ก็สามารถยืนยันได้ว่าผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากคลื่นโทรศัพท์ที่มีอยู่จริง เพราะอาการที่เกิดขึ้นในสัตว์เป็นอาการที่ไม่อาจจะแสดงออกได้ถึงความรู้สึกแห่งตนเนื่องจากสัตว์ไม่สามารถแสดงอาการที่จ่อออกมาได้ และที่สำคัญปัจจุบันได้มีทฤษฎีผลกระทบต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อสุขภาพออกมายืนยันตามหลักวิทยาศาสตร์แล้วด้วย²⁶

ความตื่นตัวในประเทศไทย

ในประเทศไทยได้มีการตื่นตัวในเรื่องนี้พอสมควร ดังจะเห็นได้จากได้มีการจัดเวทีวิชาการเรื่อง “การตั้งเสาสถานวิทยุคมนาคมกับสุขภาพของประชาชน” วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2551 เวลา 13.30-16.00 น. ณ ห้องประชุม 1 อาคารโรงอาหารชั้น 1 สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เพื่อให้ข้อเท็จจริงในเรื่องดังกล่าว โดยมีนักวิชาการและผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่ายได้ให้ข้อมูลไว้อย่างน่าสนใจดังนี้

1. ดร.दनัย ทิวาเวช สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีและเทคโนโลยีส่งประเทศไทย

กล่าวว่า คลื่นวิทยุจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่และคลื่นจากเสาส่งสัญญาณสถานีวิทยุคมนาคม เป็นคลื่นประเภทเดียวกันแต่ส่งออกมาจากคนละแหล่ง จัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง “กรณีศึกษาผลกระทบจากโทรศัพท์มือถือ” ของสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีและเทคโนโลยีส่งประเทศไทย

พบข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นวิทยุ มีทั้งข้อมูลที่สนับสนุนและขัดแย้ง ไม่สามารถสรุปได้อย่างเด็ดขาดว่าปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัย แต่จากข้อมูลเท่าที่มีอยู่พอจะสรุปได้ว่า การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบไว้ที่หูครั้งละนานๆ เป็นเวลาหลายปี น่าจะมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้โดยตรงทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ในส่วนผลกระทบในระยะสั้นที่ชัดเจน ได้แก่ ความร้อนบริเวณหูจากการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ติดต่อกันเป็นเวลานาน บางคนจะรู้สึกได้แม้ใช้ติดต่อกันเพียง 3 นาที และในผู้ที่ไวต่อคลื่นจะมีอาการคลื่นไส้ ปวดศีรษะ ตาพร่า ส่วนผลกระทบระยะยาวสรุปได้ว่าผู้ที่อยู่ห่างจากเสาส่งสัญญาณไม่เกิน 300 เมตร จะมีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่อยู่ห่างออกไปในเรื่องของความสามารถด้านความจำ มะเร็งเม็ดเลือดขาว และเนื้องอกในสมอง ในการลดผลกระทบจากการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่อาจใช้อุปกรณ์หูฟังหรือชุดแฮนด์ฟรี (hand free) และใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เท่าที่จำเป็น เพื่อลดจำนวนครั้งและระยะเวลาการใช้งานในแต่ละครั้งลงให้เหลือน้อยที่สุด ในเด็กอายุน้อยกว่า 10 ขวบ ไม่ควรใช้หรืออยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณอย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นวิทยุและสุขภาพส่วนใหญ่เป็นข้อมูลจากต่างประเทศ ไม่มีการศึกษาในกลุ่มประชาชนไทยอย่างเป็นระบบ หากต้องการข้อสรุปสำหรับการกำหนดมาตรการในประเทศไทย ควรมีการศึกษาภายในประเทศ เนื่องจากมีปัจจัยด้านเชื้อชาติ สิ่งแวดล้อม กำลังส่ง และเทคโนโลยี ที่แตกต่างกัน

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองทอด วาณิชศรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กล่าวว่า กำลังส่งของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 500-600 มิลลิวัตต์ (เดิมสูงถึง 2 วัตต์) ยังมีกำลังส่งมากยิ่งน่าจะมีผลกระทบด้านสุขภาพมาก แต่หากกำลังส่งน้อยไปก็จะทำให้ไม่สามารถติดต่อสื่อสารได้ ในส่วนผลกระทบต่อสุขภาพมีการศึกษาทดลองพบข้อมูลที่ชัดเจนว่าคลื่นวิทยุทำให้สมองสัตว์ร้อนขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นสิ่งจำเป็นในการติดต่อสื่อสาร เราต้องทำให้เกิดสมดุล

ระหว่างประโยชน์ที่ได้รับและผลกระทบที่เกิดขึ้น และต้องหาวิธีการป้องกันผลกระทบจนเป็นที่ยอมรับได้ และต้องให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ประชาชน สำหรับประเด็นเรื่องการใช้หูฟังหรือชุดแฮนด์ฟรีนั้น อาจไม่ช่วยลดผลกระทบมากเท่าไร เพราะอุปกรณ์เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับคลื่นวิทยุ จากข้อมูลพบว่าความแรงสนาม (field strength) ลดลงเล็กน้อยเท่านั้น ในส่วนการติดตั้งเสาสถานีนั้น เป็นความจำเป็น เนื่องจากเมื่อมีผู้ใช้บริการเพิ่มขึ้น ผู้ประกอบการก็จำเป็นต้องติดตั้งเสาเพื่อรองรับปริมาณการใช้งานที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้อย่างทั่วถึง แนวทางการแก้ไขปัญหานี้เสนอให้ กทช. ติดตามผลกระทบจากสถานีวิทยุคมนาคมทั้งระยะสั้นและระยะยาว และให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ประชาชน แต่ไม่ควรก่อให้เกิดความไม่เข้าใจและการต่อต้านหรือทำลายเสา ซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะคล้ายกับโรงไฟฟ้า คือทุกคนต้องการใช้ไฟฟ้า แต่ไม่ต้องการให้โรงไฟฟ้าตั้งใกล้บ้าน โดยอาจต้องพิจารณาว่าการตั้งสถานีใกล้โรงพยาบาลหรือโรงเรียนมีความเหมาะสมหรือไม่ และอาจต้องจัดทำโซนนิ่งโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน

3. ดร.สุเมธ วงศ์พานิชเลิศ กรรมการสถาบันคุ้มครองผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคม

กล่าวว่า ลักษณะปัญหาของเสาสถานีวิทยุคมนาคมคล้ายคลึงกับปัญหาของคนที่ไม่สูบบุหรี่ แต่อยู่ใกล้ชิดกับคนที่สูบบุหรี่ หรือ second-hand smoker ซึ่งได้รับผลกระทบจากการสูบบุหรี่ คนที่อยู่ใกล้เสามาจะไม่ได้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ แต่ก็ต้องรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง แต่เสาสถานีวิทยุคมนาคมนั้นมีประโยชน์และมีความจำเป็นเพื่อการสื่อสาร ต่างจากบุหรี่ที่มีแต่โทษ จึงควรกำกับดูแลโดยกำหนดกฎกติกาที่เหมาะสม ไม่ใช่การห้ามตั้งเสาสถานีเพิ่ม และที่สำคัญคือการให้ข้อมูลข้อเท็จจริงกับสังคมและหามาตรการป้องกันที่เหมาะสม

ในปัจจุบันหลายประเทศมีกระแสการต่อต้านเสาสัญญาณ ทำให้ผู้ประกอบการต้องให้ความสนใจในเรื่องผลกระทบต่อสุขภาพ แต่โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ จึงควรใช้อย่างฉลาด วิธีป้องกันผลกระทบและให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ในส่วนมาตรฐานการกำกับดูแล

นั้น ประเทศไทยอิงตามมาตรฐาน ICNIRP ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล แต่มาตรฐานนี้กำหนดบนพื้นฐานผลกระทบด้านความร้อน ในขณะที่การศึกษารวิจัยในปัจจุบันมุ่งไปที่ผลกระทบที่ไม่ใช่ความร้อน ซึ่งทำให้เกิดข้อห่วงกังวลว่าค่าที่กำหนดเป็นมาตรฐานในปัจจุบันอาจสูงเกินไป หลายประเทศได้ปรับมาตรฐานให้เข้มงวดขึ้น โดยลดระดับความแรงของสัญญาณลงเพื่อลดผลกระทบที่ไม่ใช่ความร้อน นอกจากนี้การใช้อุปกรณ์บลูทูธมีข้อแตกต่างจากการใช้โทรศัพท์ทั่วไป เพราะในการใช้โทรศัพท์เราจะหยิบขึ้นมาเมื่อมีสายเรียกเข้าหรือโทรออก แต่การใช้บลูทูธมีการติดตั้งไว้ใกล้หูตลอดเวลา ทำให้ได้รับสัญญาณคลื่นที่อยู่รอบตัวตลอดเวลา น่าจะแย่กว่าการใช้โทรศัพท์ตามปกติ

4. นายวิสุทธิ บุญญโสภิต สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ

กล่าวถึงพระราชบัญญัติ (พ.ร.บ.) สุขภาพแห่งชาติ พ.ศ. 2550 กำหนดนิยามคำว่า “สุขภาพ” ไว้อย่างกว้าง และยังมีบทบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับประเด็นวันนี้ อีก 3 มาตรา คือ

มาตรา 5 บัญญัติว่า บุคคลมีสิทธิในการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมและสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ

มาตรา 10 บัญญัติว่า เมื่อมีกรณีที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนเกิดขึ้น หน่วยงานของรัฐที่มีข้อมูลเกี่ยวกับกรณีดังกล่าว ต้องเปิดเผยข้อมูลนั้นและวิธีป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพให้ประชาชนทราบและจัดหาข้อมูลให้โดยเร็ว

การเปิดเผยข้อมูลตามวรรคหนึ่งต้องไม่มีลักษณะเป็นการละเมิดสิทธิส่วนบุคคลของบุคคลใดเป็นการเฉพาะ

มาตรา 11 บัญญัติว่าบุคคลหรือคณะบุคคลมีสิทธิร้องขอให้มีการประเมินและมีสิทธิร่วมในกระบวนการประเมินผลกระทบด้านสุขภาพจากนโยบายสาธารณะ บุคคลหรือคณะบุคคลมีสิทธิได้รับรู้ข้อมูล คำชี้แจง และเหตุผลจากหน่วยงานของรัฐก่อนการอนุญาตหรือการดำเนินโครงการหรือกิจกรรมใดที่อาจมีผลกระทบ

ต่อสุขภาพของตนหรือของชุมชน และแสดงความเห็นของตนในเรื่องดังกล่าว

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับ พ.ร.บ. ดังกล่าว เราจึงควรทบทวนองค์ความรู้ที่มีอยู่ทั้งในและต่างประเทศอย่างเป็นระบบ ศึกษาวิจัยผลกระทบต่อสุขภาพจากสัญญาณที่ส่งจากเสาส่งโทรศัพท์ในประเทศไทย ในระหว่างนี้หากจะมีการติดตั้งสถานีวิทยุคมนาคมควรจัดเวทีทำความเข้าใจแบบมีส่วนร่วมกับประชาชน ในย่านที่จะมีการติดตั้งเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ และควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ในย่านชุมชน

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

เนื่องจากได้มีรายงานจำนวนไม่น้อยเกี่ยวกับผลของคลื่นโทรศัพท์ต่อสุขภาพ จนเกิดการยอมรับในหมู่นักวิทยาศาสตร์และผู้กำหนดนโยบายในหลายๆ ประเทศ ทำให้มีเหตุผลอย่างเพียงพอและเชื่อได้ว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งช่วงความถี่ต่ำจนถึงช่วงไมโครเวฟที่ใช้สำหรับให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่มีผลกระทบต่อสุขภาพได้ เช่น ประเทศสวีเดนได้ประกาศให้คลื่น EMF ทุกย่านความถี่เป็นมลภาวะประเภทหนึ่ง²⁷

ดังนั้นในส่วนของประเทศไทย หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงสมควรจะทบทวนนโยบายและมาตรการป้องกัน “สุขภาพ” ของประชาชนให้สอดคล้องตามนิยามของ WHO และ พ.ร.บ. สุขภาพแห่งชาติ พ.ศ. 2550 มาตรา 5, 10 และ 11 ดังข้อเสนอแนะต่างๆ ดังนี้

1. กำหนดเกณฑ์รวม (cumulative) สูงสุดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งย่านความถี่ต่ำ และย่านความถี่สูงใหม่ที่สอดคล้องกับประกาศของ ICNIRP เป็นต้นว่าให้จำกัดคลื่นย่านความถี่ต่ำ (extremely low frequency; ELF) ไม่ให้เกิน 2 มิลลิเกาส์ (mG) และคลื่นย่านคลื่นวิทยุ รวมกันไม่เกิน 0.6 โวลต์ต่อวัตต์ หรือ SAR ไม่เกิน 1 มิลลิวัตต์ต่อตารางเมตร²⁸

2. ให้ความรู้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้โทรศัพท์ที่นานเกินไป เนื่องจากอาจเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อสุขภาพ (potential health risks) ได้

3. เชิญชวนให้หันมาใช้โทรศัพท์ในระบบที่ใช้สายแทน โดยเฉพาะในกลุ่มวัยรุ่น เนื่องจากเป็นกลุ่มที่สามารถรับผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้มากกว่าผู้ใหญ่

4. ในกรณีที่จะต้องมีการตั้งเสาโทรศัพท์ใหม่ ให้ละเว้นการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ ใกล้สถานพยาบาล โรงเรียน ชุมชน ที่พักอาศัย รวมถึงบนหลังคาอาคาร/ตึกแถว เนื่องจากความแรงของคลื่นวัดที่จุดสูงๆ อาจมี ระดับสูงกว่าจุดแนวพื้นราบในบริเวณเดียวกันถึงร้อยเท่าตัวได้

5. กำหนดเป็นนโยบายสาธารณะสำหรับการตั้งเสาโทรศัพท์ เช่น จะต้องห่างจากชุมชนอย่างน้อย 300 เมตร

6. สำหรับการตั้งเสาใหม่เพื่อให้บริการในพื้นที่ชุมชนหนาแน่น หากไม่สามารถจัดหาบริเวณที่ห่างออกไปอย่างน้อย 300 เมตรได้ ควรแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางเทคโนโลยี เช่น การติดตั้ง micro-cells หรือ nano-cells ตามแนวเสาไฟฟ้าหรือด้วยวิธีการอื่นๆ แทน ดังที่ใช้กันในด้านต่างประเทศ²⁹

7. ก่อนการติดตั้งเสาใหม่ควรสร้างความเข้าใจทั้งในผลกระทบต่อเชิงบวก และเชิงลบแก่ชุมชนในบริเวณนั้นๆ จนได้ข้อยุติเห็นชอบร่วมกัน โดยยืนยันในมาตรการต่างๆ ที่รัฐและผู้ประกอบการต่างจะดำเนินการเพื่อป้องกันหรือลดผลกระทบเชิงลบทั้งปวง

8. จัดหาหน่วยงาน นักวิชาการมีความน่าเชื่อถือออกตรวจและวัดระดับความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นระยะๆ และเผยแพร่ข้อมูลดังกล่าวต่อสาธารณะ

9. ติดตามข่าวสารข้อมูลและผลงานวิจัยด้านผลกระทบต่อสุขภาพในโลก โดยร่วมมือและ/หรือให้การสนับสนุนภาคเอกชนและนักวิชาการ แล้วทำการเผยแพร่ให้ความรู้ความเข้าใจอย่างเท่าทันแก่สาธารณะอย่างต่อเนื่อง

10. โนมินาภาคอุตสาหกรรม (อุปกรณ์และบริการ) ให้คำนึงถึงผลประโยชน์ร่วมระยะยาวที่ยั่งยืนสำหรับทุกๆ ฝ่าย ทั้งผู้บริโภค ผู้ประกอบการ ภาครัฐ และสังคม โดยไม่คำนึงเพียงในผลประโยชน์ระยะสั้นๆ เท่านั้น

สรุป

ถึงแม้ว่าอันตรายที่อาจเกิดจากคลื่นโทรศัพท์ยังเป็นที่ยังงายกับหลายฝ่าย แต่จากการผลการทดลองที่เกิดขึ้นในสัตว์ทดลอง และรายงานการวิจัยที่ได้ศึกษาในกลุ่มประชากรอาจเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าคลื่นโทรศัพท์ส่งผลในทางลบต่อร่างกาย เพียงแต่ระดับอันตรายจากผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นยังไม่ชัดเจน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยต่อสาธารณสุขหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรพิจารณาทบทวนนโยบายการจัดตั้งเสาโทรศัพท์ตามที่ตั้งต่าง ๆ โดยจะต้องมีการตรวจวัดค่า SAR ที่ส่งออกมาซึ่งจะต้องมีค่าไม่เกิน 0.001 วัตต์ต่อตารางเมตร นอกจากนี้การให้ความรู้แก่ผู้บริโภคอย่างทั่วถึงถึงผลกระทบทางด้านลบที่อาจเกิดต่อสุขภาพ จะเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ เพราะการที่จะหลีกเลี่ยงการใช้โทรศัพท์เลย คงเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการให้ความรู้ตามหลักวิชาการแก่ผู้บริโภค จึงน่าจะเป็นการป้องกันที่ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. Takashima S, Onaral B, Schwan HP, Effects of modulated RF energy on the EEG of mammalian brain. *Radiat Environ Biophys* 1979; 16: 15 - 27.
2. Levitt BB, Lai H. Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays. *Environ Rev* 2010; 18: 369 - 95.
3. WHO [homepage on the Internet]. Agenda for research, electromagnetic field. Geneva: WHO [cited 2010 Jan 10]. Available from: <http://www.who.int/peh-emf/research/agenda/en>
4. Neubauer G, Feychting M, Hamnerius Z, et al. Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations. *Bioelectromagnetics* 2007; 28: 224 - 30.
5. Silverman C, Nervous and behavioural effects of microwave radiation in humans. *Am J Epidemiol* 1973; 97: 219 - 24
6. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, et al.

Subjective symptom, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med* 2006; 63: 307 - 13.

7. Liakouris AG. Radiofrequency (RF) sickness in the Lilienfeld study: an effect of modulated microwave? *Arch Environ Health* 1998; 53: 236 - 8.
8. Santini R, Santini P, Danze JM, et al. Study of health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: I influences of distance and sex. *Pathol Biol* 2002; 50: 369 - 73.
9. Belyaev IY, Hillert L, Protopopova M, et al. 915 MHz microwaves and 50 Hz magnetic field affect chromatin conformation and 53BP1 foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. *Bioelectromagnetics* 2005; 26: 173 - 84.
10. Belyaev IY, Marková E, Hillert L, et al. Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. *Bioelectromagnetics* 2009; 30: 129 - 41.
11. Chiang H, Yao GD, Fang QS, et al. Health effects of environmental electromagnetic fields. *J Bioelectr* 1989; 8: 127 - 31.
12. Salford LG, Brun AR, Eberhardt JL, et al. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect* 2003; 111: 881 - 3.
13. Lerchl A, Krüger H, Niehaus M, et al. Effects of mobile phone electromagnetic fields at nonthermal SAR values on melatonin and body weight of Djungarian hamsters (*Phodopus sungorus*). *J Pineal Res* 2008; 44: 267 - 72.
14. Abel-Rassoul G. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology* 2007; 28: 434 - 40.
15. Eger H, Hagen KU, Lucas B, et al. The influence of being physically near to a cell phone transmission mast on the incidence of cancer. *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2004; 17: 1 - 7.
16. AVAATE [homepage on the Internet]. The

- gathering brainstorm. Lyon: AVAATE [cited 2010 Dem 24]. Available from: http://www.avaate.org/article.php?id_article=1216
17. ECOLOG-Institute [homepage on the Internet]. Mobile telecommunications and health. Berlin: ECOLOG-Institute [cited 2010 Dem 15]. Available from: [http://www.ecolog-institut.de/index.php?id=49&no_cache=1&sword_list\[\]=T-Mobil](http://www.ecolog-institut.de/index.php?id=49&no_cache=1&sword_list[]=T-Mobil)
 18. Weihui B, Yi C. Biological effect of electromagnetic radiation. *Radiation Protection Bulletin* 2007; 27: 27.
 19. Yang L, Guizhen L. The discussion on the biological effect of mobile phone radiation. Proceedings of ICMM. Beijing: Information Engineering School Communication University of China; 2008; p.978 - 80.
 20. Yingchun L, Huaming Y. The quantum theory of the athermal effect of bio-microwave and its mechanism. *Microwaves J* 2005; 21: 67.
 21. Yan W, Zhaojin C. Radiation from mobile phone and the heat. *J Hygiene Res* 2006; 35: 522.
 22. Choleris E, Del Seppia C, Thomas AW, et al. Shielding, but not zeroing of the ambient magnetic field reduces stress-induced analgesia in mice. *Proc Biol Sci* 2002; 269: 193 - 201.
 23. Chou CK, Guy AW, McDougall JA, et al. Specific absorption rate in rats exposed to 2,450-MHz microwaves under seven exposure conditions. *Bioelectromagnetics* 1985; 6: 73 - 88.
 24. Dubreuil D, Jay T, Edeline JM. Does head-only exposure to GSM-900 electromagnetic fields affect the performance of rats in spatial learning tasks? *Behav Brain Res* 2002; 129: 203 - 10.
 25. Lorge J, Ezell CS. Observing-responses of rats exposed to 1.28- and 5.62-GHz microwaves. *Bioelectromagnetics* 1980; 1: 183 - 98.
 26. Ya-ning L. Review on the investigation of the mechanism of the biological effects of the electromagnetic radiation. *BMS* 2000; 1: 22.
 27. WHO. Workshop on guiding public health policy in areas of scientific uncertainty; 2005 July 11-13; Ottawa, Canada. Ottawa: WHO; 2005.
 28. Wongpanichlearch S. Effects of electromagnetic fields on human health. Bangkok: TQP Publisher; 2008.
 29. NCT. Notification of the national telecommunications commission. Bangkok: NCT; 2007.