

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงของทหารสื่อสารที่ทำงานอยู่ใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์แห่งหนึ่ง

พุทธิชัย แดงสวัสดิ์¹ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี² ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ³ และ บุญเต็ม แสงดิษฐ์¹

¹หน่วยอาชีวเวชศาสตร์ กองตรวจโรคผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ²ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (มจล.)

บทคัดย่อ

ความเป็นมา บุคลากรที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์นั้นมีโอกาสสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสามากกว่าประชากรทั่วไป **วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงของทหารสื่อสารที่ทำงานอยู่ใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์แห่งหนึ่ง **วิธีการวิจัย** เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา ณ จุดใดจุดหนึ่ง กลุ่มตัวอย่าง คือ ทหารสื่อสารที่อยู่ใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์ จำนวน 339 และ 283 คนตามลำดับ เก็บข้อมูลโดยการแจกแบบสอบถามที่ดัดแปลงมาจากแบบสอบถามอาการและการรับรู้ [Symptoms and Perceptions (SaP) questionnaire] และการวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และระยะห่างจากเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์ของห้องทำงาน **ผลการวิจัย** ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ของเสาโทรทัศน์ (average) และในช่วงความถี่รวม (integrate) ในหน่วยใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์มีค่า 0.00020-0.67310 และ 0.00011-0.00115 W/m² และ 2.79-4062.65 และ 17.48-1370.16 μ W/m²ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวไม่พบว่ามีความเกินเกณฑ์มาตรฐานของ the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) ทั้งค่าที่กำหนดไว้สำหรับ กลุ่มคนที่ทำงานเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและกลุ่มคนทั่วไป อัตราความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง ในหน่วยทหารสื่อสารใกล้และไกลเสาโทรทัศน์ คือ 7.9 และ 6.4% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน อาการที่พบบ่อยที่สุด คือ อาการเมื่อยล้า (52.51 และ 42.40% ในหน่วยที่อยู่ใกล้และไกลเสา) ปวดหลัง ปวดต้นคอ ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง คือ เพศ รายได้ การมีโรคประจำตัวเป็นโรคภูมิแพ้ การที่ญาติสายตรงมีโรคประจำตัว การได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการตั้งเสาโทรทัศน์ การสูบบุหรี่ เมื่อควบคุมปัจจัยอื่นๆ ส่วนความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่เสาโทรทัศน์และความถี่รวม และระยะห่างจากเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง **สรุป** จึงควรมีการศึกษวิจัยเพิ่มเติมโดยใช้การประเมินการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของบุคคลอย่างละเอียดขึ้นก่อนที่จะยืนยันได้ว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์มีผลกระทบต่อสุขภาพหรือไม่

คำสำคัญ: ● อาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง ● ทหารสื่อสาร ● เสาส่งสัญญาณโทรทัศน์

เวชสารแพทย์ทหารบก 2560;70:21-30.

ได้รับต้นฉบับเมื่อ 23 ธันวาคม 2559 ได้ตีพิมพ์เมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2560

ต้องการสำเนาต้นฉบับติดต่อ ร้อยเอก พุทธิชัย แดงสวัสดิ์ หน่วยอาชีวเวชศาสตร์ กองตรวจโรคผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ถนนราชวิถี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ. 10400

Original Article

Prevalence and Associated Factors of Non-specific Health Symptoms among Signal Corps Personnel Working Near and Far Away From Television Tower

Puttichai Daengsawat¹, Wiroj Jiamjarasrangsri², Pattarapong Phasukkit³ and Boonterm Saengdidtha¹

¹Division of Occupational Medicine, Department of Outpatient Service, Phramongkutklo Hospital; ²Department of Social and Preventive Medicine, Faculty of medicine, Chulalongkorn University; ³Faculty of Engineering, Department of Electronics and Computer Service Center, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract:

Background: Health effects of electromagnetic fields on the subjects who are more exposed to electromagnetic fields have never been studied in Thailand. **Objective:** Objective of this cross-sectional study was to determine the prevalence and associated factors of non-specific health symptoms among signal corps personnel working near and far away from a television tower. **Study Design:** Cross-sectional descriptive study. **Setting:** This study was conducted in June, 2016 among the non-randomly selected 339 and 283 signal corps who were positioned near and far away from a television tower respectively. **Methods:** Symptoms and Perceptions (SaP) questionnaire and measured the power density at a frequency range of a television tower (average) and of all frequency range (integrate) measured near and far away from the television tower. **Result:** This study had shown that the power density at a frequency range of a television tower (average) and of all frequency range (integrate) measured near and far away from the television tower were 0.00020-0.67310 and 0.00011-0.00115 W/m² and 2.79-4062.65 and 17.48-1370.16 μ W/m², respectively. These measured densities did not exceed the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) standard values for workers who involve with electromagnetic wave or general public. The prevalence of non-specific health symptoms in both groups were 7.9% and 6.4%, respectively. Fatigue was the most frequent reported symptom in both groups (52.51% and 42.40% respectively), followed by lower back pain and neck sprain. Factors related to non-specific health symptoms were gender, income, presence of allergy, family history of disease, and cigarette smoking. In addition, with other factors being controlled, our result suggested that average power density, integrate power density, and distance were not correlated to the risk of having non-specific health symptoms. **Conclusion:** Further studies with more refinement on the individuals' electromagnetic exposure assessment are needed to confirm or obviate the possible health impact of the electromagnetic radiation from television tower.

Keywords: ● Non-specific health symptoms ● Signal corps ● Television tower

RTA Med J 2017;70:.....

บทนำ

แม้ว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ตั้งแต่ 50 เฮิรตซ์ (Hz) ถึง 300 จิกะเฮิรตซ์ (GHz) อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ได้ ในประเทศไทยนั้นในปัจจุบันเริ่มมีการหันมาสนใจในเรื่องนี้บ้างแล้วแต่ยังมีการศึกษาน้อยมาก โดยประเด็นที่ทำการศึกษาค้นคว้าส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ออกมาจากเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ (mobile base station) เนื่องจากเกิดข้อร้องเรียนในกลุ่มประชากรที่อยู่บริเวณใกล้กับเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ แต่อย่างไรก็ตาม เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์นั้นมีความความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามากกว่าเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์มาก เนื่องจากต้องมีการส่งสัญญาณภาพและเสียงในระยะไกล โดยในปัจจุบันประเทศไทยกำลังมีการเปลี่ยนระบบการแพร่ภาพโทรทัศน์จากการแพร่ภาพทางโทรทัศน์ในระบบอนาล็อกไปเป็นระบบดิจิทัล^{2,3} เพื่อสามารถส่งความถี่วิทยุทั้งภาพและเสียงให้มีความคมชัดมากขึ้น การเพิ่มเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์มากขึ้นก็จะมีกลุ่มประชากรที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกันกับเสาส่งสัญญาณมากขึ้นและสัมผัสกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ออกมาจากเสาที่เพิ่มขึ้นตามขนาด แต่ในประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับบุคลากรในกลุ่มนี้จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของบุคลากรที่ทำงานใกล้เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ โดยเลือกพื้นที่ของทหารสื่อสารที่มีเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์อยู่ในหน่วยงาน เนื่องจากเสาบริเวณดังกล่าวเป็นเสาสูงแห่งเดียวที่มีกำลังส่งค่อนข้างสูง และอยู่ภายในหน่วยงานของบุคลากรที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบสื่อสารโทรคมนาคม

วัสดุและวิธีการ

สมมติฐานการวิจัย

อาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงของทหารสื่อสารที่ทำงานอยู่ใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์หนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับสถานที่ทำงานที่ใกล้เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และปัจจัยส่วนบุคคล

รูปแบบการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาเชิงพรรณนา ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (cross-sectional descriptive study) และผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากโครงการวิจัยผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามหนังสือรับรองเลขที่ (IRB No.032/59)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ข้าราชการทหารสื่อสารที่ทำงานอยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณของหน่วยทหารแห่งที่ 1 ในรัศมี 600 เมตร (1,375 คน) และหน่วยทหารแห่งที่ 2 ที่ทำงานอยู่ไกลจากเสาส่งสัญญาณ รัศมี 14 กิโลเมตร (350 คน) รวมทั้งสิ้นจำนวน 1,725 คน โดยไม่มีการสุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย

ทหารสื่อสารที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปี จนถึงอายุ 60 ปี บริบูรณ์ ปฏิบัติงานอยู่ในหน่วยงานดังกล่าวข้างต้น อย่างน้อย 1 ปี มีสติสัมปชัญญะสมบูรณ์ สามารถได้ยินและสื่อสารภาษาไทยได้เข้าใจ เป็นทหารประจำการที่มีรายชื่ออยู่ใต้อาณัติกำลังพลของกรมทหารแห่งนั้น ปฏิบัติงานอยู่ที่ตั้งปกติและไม่ได้ไปช่วยราชการหรือปฏิบัติราชการนอกหน่วย และยินดีให้ความร่วมมือในการศึกษาครั้งนี้ ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมิถุนายน 2559

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครออกจากโครงการวิจัย

ทหารสื่อสารในหน่วยที่ทำการศึกษาก็ไปช่วยราชการนอกหน่วย ทหารสื่อสารหน่วยอื่นที่เข้ามาช่วยราชการในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา หรือทหารที่ถูกคัดเลือกมาเป็นทหารเกณฑ์เหล่าสื่อสารที่อยู่ทั้ง 2 หน่วย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือ และการเก็บข้อมูลประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 21 ข้อ ซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมว่ามีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง และตอนที่ 2 อาการทางสุขภาพที่ไม่จำเพาะเจาะจงฉบับภาษาไทยที่พัฒนามาจากแบบสอบถามอาการและการรับรู้ (Symptoms and Perceptions (SaP) questionnaire) ฉบับภาษาอังกฤษจำนวน 39 ข้อ

ส่วนที่ 2 เครื่องวัดค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic field measurement devices) จำนวน 2 เครื่องคือ 1) เครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า Narda รุ่น EMR 3006 ติดตั้งกับสายอากาศรุ่น BN 3502/01 เพื่อวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเฉลี่ย (average) ในช่วงความถี่ 9 kHz ถึง 6 GHz ซึ่งครอบคลุมช่วงความถี่ภาพ 175.25 MHz และความถี่เสียงคือ 180.75 MHz ของเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์เพื่อวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ของเสาโทรศัพท์ที่ทำการศึกษาโดยตรง (171-180 MHz) 2) เครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า Narda รุ่น NBM 550 เครื่องติดตั้งกับสายอากาศรุ่น EF-0691 เพื่อวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่รวม (integrate)

คือ ในช่วงความถี่ 100 kHz ถึง 6 GHz ซึ่งครอบคลุมช่วงความถี่กว้างตามวิธีการวัดของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (international Telecommunication Union, ITU k61)⁴⁻⁵ โดยเครื่องวัดทั้ง 2 เครื่องรายงานผลในหน่วย วัดต่อตารางเมตร (W/m^2)

ส่วนที่ 3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก [Global Positioning System (GPS)] ทำการวัดระยะทางจากเสาโทรศัพท์จนถึงตำแหน่งที่ทำกรวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้เครื่อง GPS garmin รุ่น gpsmap 60csx โดยใช้หน่วยเป็นเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ Univariate analysis โดยแจกแจงเป็น ค่าความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่ามัธยฐาน (median) และส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ (interquartile range, IQR)

วิเคราะห์ Bivariate analysis เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นครั้งละ 1 ปัจจัยกับตัวแปรตามคือ อาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง (Non-specific health symptom) รายงานเป็น Crude odds ratio

วิเคราะห์ Multivariable analysis เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น (เฉพาะตัวแปรที่มีค่า Crude odds ratio ที่มีค่า $p\text{-value} \leq 0.25$ และปัจจัยจากการทบทวนวรรณกรรมว่ามีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง) โดยศึกษาหลายปัจจัยพร้อมๆ กัน โดยใช้ Multiple logistic regression (forward stepwise method) โดยกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

ผลการวิจัย

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง

จากทหารสื่อสารทั้งหมดจำนวน 1,725 คน มีผู้ที่เข้าเกณฑ์การคัดเข้า 647 คน ในจำนวนนี้มีแบบสอบถามที่ไม่กรอกข้อมูลใดเลยจำนวน 14 ชุด ตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จำนวน 5 ชุด ปฏิบัติงานในหน่วยที่ทำการศึกษาน้อยกว่า 1 ปีในวันที่ทำการศึกษาวิจัยจำนวน 4 ชุด ไม่ตอบเวลาในการปฏิบัติงาน จำนวน 2 ชุด ดังนั้นคงเหลือแบบสอบถามที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลจำนวน 622 ชุด คิดเป็นร้อยละ 92.84 ของจำนวนแบบสอบถามที่แจกไปทั้งหมด

ทหารสื่อสารทั้งหน่วยใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์มีความคล้ายคลึงกันคือเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง มีอายุเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนายทหารชั้นประทวน ส่วนน้อยที่มีวุฒิสาวาวิชาชีพอื่นร่วมด้วย ระยะเวลาการทำงานนั้นส่วนใหญ่

ทหารทั้ง 2 หน่วย ทำงานภายในหน่วยงานตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป โดยมีทหารที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์เป็นส่วนน้อยของทั้ง 2 หน่วย การใช้โทรศัพท์มือถือและระยะเวลาการใช้ และการสูบบุหรี่เป็นส่วนน้อย อย่างไรก็ตาม ทหารสื่อสารในหน่วยใกล้เสามีรายได้สูงกว่าใช้คอมพิวเตอร์ขณะทำงานและใช้อุปกรณ์ไร้สายที่บ้านมากกว่าทหารสื่อสารในหน่วยไกลเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ (Table 1)

การสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ของเสาโทรศัพท์ (average) และในช่วงความถี่รวม (integrate) ที่ถูกวัดในหน่วยใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ ค่า average ในหน่วยใกล้เสาส่งและไกลเสาส่ง วัดได้ค่า 0.00020-0.67310 และ 0.00011-0.00115 W/m^2 ส่วนค่า integrate ในหน่วยใกล้เสาส่งและไกลเสาส่งวัดได้ค่า 2.79-4062.65 และ 17.48-1370.16 $\mu W/m^2$ ซึ่งค่าดังกล่าวไม่พบว่ามีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์กร International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) ทั้งค่าที่กำหนดไว้สำหรับกลุ่มคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประชากรทั่วไป

ความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง

เมื่อใช้เกณฑ์สำหรับวินิจฉัยอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงของแบบสอบถามที่แปลมาจากแบบอาการและการรับรู้ (SaP questionnaire) พบว่า อัตราความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงในหน่วยทหารสื่อสารใกล้เสาส่งและไกลเสาส่งโทรศัพท์ไม่มีความแตกต่างกัน ร้อยละ 7.9 และ 6.4 ตามลำดับ อาการเมื่อยล้า (fatigue) พบมากที่สุดทั้ง 2 หน่วยที่อยู่ใกล้เสาส่งและไกลเสาส่ง (ร้อยละ 52.51 และ 42.40) ปวดหลัง ปวดต้นคอ ตามลำดับ (Table 2)

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง

ผลการวิเคราะห์เชิงตัวแปรตัวเดียวพบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง ประกอบด้วย เพศหญิง อายุอยู่ระหว่าง 51-60 ปี การทำงานเกี่ยวข้องกับเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ การเคยเข้าร่วมรับฟังความคิดเห็นก่อนตั้งเสาส่งโทรศัพท์ การมีโรคประจำตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคไขมันในเลือดสูง และโรคภูมิแพ้ การมีญาติสายตรงเป็นโรคมะเร็ง แต่ผลการวิเคราะห์เชิงพหุปัจจัยกลับพบว่าไม่มีเพียงเพศ รายได้ การมีโรคประจำตัวเป็นโรคภูมิแพ้ การได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการตั้งเสาส่งโทรศัพท์ การมีญาติสายตรง มีโรคประจำตัว การสูบบุหรี่เท่านั้น ที่มีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3)

Table 1 แสดงข้อมูลลักษณะทั่วไปของทหารสื่อสารจำแนกตามภาพรวม หน่วยทหารสื่อสารอยู่ใกล้ และไกลเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์ (n = 622)

กลุ่มอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง	หน่วยทหารสื่อสาร				p-value
	รวม (n = 622) n (%)	ใกล้เสา (n = 339) n (%)	ไกลเสา (n = 283) n (%)		
ระยะทางเสา (เมตร)					
Median (Q1, Q3)	506 (160, 13,260)	207 (87, 380)	13,320 (13,130, 13,450)		< 0.001*
ที่อยู่กรุงเทพมหานคร					
ไม่ใช้บ้านพักทหาร	225 (36.2)	104 (30.7)	121 (42.8)		0.002*
บ้านพักทหาร	397 (63.8)	235 (69.3)	162 (57.2)		
ชั้นที่ทำงานในอาคาร					
ชั้นที่ 1	230 (37)	26 (7.7)	204 (72.1)		< 0.001*
ชั้นที่ 2	320 (51.4)	241 (71.1)	79 (27.9)		
ชั้นที่ 3	68 (10.9)	68 (20.1)	0 (0)		
เพศ					
ชาย	551 (88.6)	280 (82.6)	271 (95.8)		< 0.001*
หญิง	71 (11.4)	59 (17.4)	12 (4.2)		
อายุ (ปี)					
Median (Q1, Q3)	35 (26, 46)	37 (28, 47)	32 (25, 44)		0.033*
อาชีพ					
ทหารชั้นสัญญาบัตร	157 (25.9)	94 (29)	63 (22.3)		0.117
ทหารชั้นประทวน	395 (65.1)	199 (61.4)	196 (69.3)		
พนักงานราชการ	55 (9.1)	31 (9.6)	24 (8.5)		
วุฒิสาวาวิชาชีพอื่นร่วมด้วย					
ไม่มี	446 (71.7)	254 (74.9)	192 (67.8)		0.051
มี	176 (28.3)	85 (25.1)	91 (32.2)		
รายได้ (บาท)					
น้อยกว่า 10,000	75 (12.1)	25 (7.4)	50 (17.7)		< 0.001*
10,000-15,000	212 (34.1)	107 (31.6)	105 (37.1)		
15,001-20,000	100 (16.1)	66 (19.5)	34 (12)		
มากกว่า 20,000	235 (37.8)	141 (41.6)	94 (33.2)		
ระยะเวลาทำงาน					
น้อยกว่า 1 ปี	43 (6.9)	21 (6.2)	22 (7.8)		0.003*
1-2 ปี	135 (21.7)	56 (16.5)	79 (27.9)		
3-4 ปี	69 (11.1)	39 (11.5)	30 (10.6)		
5 ปีขึ้นไป	375 (60.3)	223 (65.8)	152 (53.7)		
การทำงานเกี่ยวข้องกับเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์					
ใช่	86 (13.8)	43 (12.7)	43 (15.2)		0.366
การรับฟังความคิดเห็นก่อนตั้งเสาโทรทัศน์					
เคย	95 (15.3)	44 (13)	51 (18)		0.082
การใช้โทรศัพท์มือถือ					
ใช่	598 (96.1)	330 (97.3)	268 (94.7)		0.088
การใช้คอมพิวเตอร์					
ใช่	475 (76.4)	296 (87.3)	179 (63.3)		< 0.001*
การใช้ wifi router ภายในบ้าน					
ใช่	358 (57.6)	217 (64)	141 (49.8)		< 0.001
การสูบบุหรี่					
ไม่สูบ	378 (60.8)	219 (64.6)	142 (50.2)		< 0.001
สูบ	195 (31.4)	89 (26.3)	141 (49.8)		
เคยสูบแต่เลิกแล้ว	49 (7.9)	31 (9.1)	18 (6.4)		
โรคประจำตัว					
มีโรคประจำตัว	194 (31.2)	99 (29.2)	106 (37.5)		0.009*
โรคในญาติสายตรง					
มีโรคประจำตัว	200 (32.2)	124 (36.6)	8 (2.8)		0.763

Table 2 แสดงความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง (Non-specific health symptom, NSHS)เปรียบเทียบระหว่างทหารสื่อสารที่อยู่ใกล้ และไกลเสา

กลุ่มอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง	หน่วยทหารสื่อสาร			p-value
	รวม n (%)	หน่วยใกล้เสา n (%)	หน่วยไกลเสา n (%)	
มี	45 (7.2)	27 (7.9)*	18 (6.4)*	0.442
ไม่มี	577 (92.8)	312 (91.1)	265 (93.6)	

*เกณฑ์การวินิจฉัยอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงพัฒนามาจากแบบสอบถามอาการและการรับรู้ (Symptoms and Perceptions (SaP) questionnaire) ต้นฉบับภาษาอังกฤษ²⁰

Table 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาการอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง (NSHS) ทั้งการวิเคราะห์เชิงตัวแปรตัวเดียว (Bivariate Analysis) และเชิงพหุตัวแปร (Multivariable Analysis)

ปัจจัย	Bivariate analysis		Multivariable	
	Crude (95% CI) OR	p-value	Adjusted (95% CI) OR	p-value
เพศ				
หญิง	3.19 (1.56, 6.51)	0.001*	5.34 (1.93, 14.74)	0.001*
สูบบุหรี่				
เคยสูบแต่เลิกแล้ว	1.65 (0.59, 4.57)	0.334	2.66 (1.07, 6.60)	0.034*
สูบ	1.67 (0.83, 3.38)	0.150	3.87 (1.24, 12.01)	0.019*
ได้เข้าร่วมรับฟังความคิดเห็นก่อนตั้งเสาโทรศัพท์หรือไม่				
เคย	3.11 (1.6, 6.03)	0.001*	3.61 (1.59, 8.24)	0.002*
รายได้ (บาท)				
มากกว่าเท่ากับ 20,000	3.63 (1.91, 6.90)	< 0.001*	4.23 (1.97, 9.07)	< 0.001*
ภูมิแพ้				
เป็น	2.76 (1.25, 6.06)	0.012*	2.66 (1.03, 6.89)	0.044*
ญาติสายตรงมีโรคประจำตัว				
มี	3.17 (1.71, 5.88)	< 0.001*	3.08 (1.49, 6.37)	0.002*
อายุ				
31-40	1.80 (0.62, 5.26)	0.283	-	
41-50	2.37 (0.83, 6.71)	0.105	-	
51-60	6.07 (2.43, 15.1)	< 0.001*	-	
ทำงานเกี่ยวข้องกับเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์หรือไม่				
ใช่	2.47 (1.22, 5.12)	0.012*	-	
โรคประจำตัว				
มีโรคประจำตัว	4.08 (2.17, 7.65)	< 0.001*	-	
ไขมันในเลือดสูง	2.97 (1.46, 6.04)	0.003*	-	
ความดันโลหิตสูง	2.79 (1.34, 5.79)	0.006*	-	
โรคเก๊าท์	2.55 (0.75, 8.94)	0.157	-	
โรคหัวใจและหลอดเลือด	2.94 (0.61, 14.0)	0.177	-	
ญาติสายตรงมีโรคประจำตัวหรือไม่				
มีโรคประจำตัว	3.17 (1.71, 5.88)	< 0.001*	-	
โรคเมะเร็ง	3.44 (1.74, 6.79)	< 0.001*	-	

*p-value ≤ 0.05

ปัจจัยที่นำเข้ามาวิเคราะห์เชิงพหุตัวแปร (Multivariable Analysis) โดยใช้ forward stepwise method เพื่อดูว่าปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง เมื่อควบคุมตัวแปร (adjusted) ด้วยผลของปัจจัยตัวอื่นที่อยู่ในตารางเหล่านี้

Table 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของเสาโทรทัศน์ ($\mu\text{W}/\text{m}^2$) กับการเกิดอาการ ที่ไม่จำเพาะเจาะจง (NSHS)

ปัจจัย	Bivariate analysis		Multivariable	
	Crude (95% CI) OR	p-value	Adjusted (95% CI) OR	p-value
ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ของเสาโทรทัศน์ ($\text{W}/\text{m}^2 \times 10^{-4}$)				
Q2: 2.3-6.1	1.13 (0.48, 2.69)	0.779	0.78 (0.31, 1.95)	0.590
Q3: 6.2-76.1	1.69 (0.76, 3.73)	0.195	1.05 (0.45, 2.47)	0.912
Q4: > 76.1	0.58 (0.21, 1.63)	0.288	0.47 (0.16, 1.37)	0.167
ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทุกความถี่ โดยอิงสถานที่ทำงาน ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)				
Q2: 24.66-67.03	1.55 (0.67, 3.61)	0.306	1.72 (0.68, 4.33)	0.250
Q3: 67.04-300.52	1.44 (0.62, 3.34)	0.398	1.05 (0.42, 2.65)	0.919
Q4: > 300.52	0.74 (0.27, 1.99)	0.551	0.63 (0.22, 1.80)	0.385
สถานที่ทำงาน (ระยะห่าง)				
หน่วยใกล้เสา (น้อยกว่า 600 ม.)				
50-100	0.67 (0.17, 2.53)	0.551	1.01 (0.24, 4.23)	0.995
100-200	0.46 (0.12, 1.72)	0.247	0.55 (0.13, 2.33)	0.414
200-300	0.64 (0.17, 2.41)	0.508	0.77 (0.18, 3.19)	0.713
300-400	0.39 (0.11, 1.46)	0.163	0.48 (0.12, 1.97)	0.306
400-600	0.94 (0.27, 3.32)	0.924	0.89 (0.21, 3.88)	0.883
หน่วยไกลเสา (มากกว่า 600 ม.)	0.50 (0.19, 1.32)	0.162	0.72 (0.25, 2.09)	0.543

*p-value ≤ 0.05

วิเคราะห์ multiple logistic regression (enter method) แต่ละปัจจัยกับ NSHS โดยได้ควบคุมอิทธิพลของปัจจัยรบกวน (confounding factors) คือ เพศ รายได้ การมีโรคประจำตัวเป็นโรคมุมแพ การได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการตั้งเสาโทรทัศน์ การที่ญาติสายตรงมีโรคประจำตัว การสูบบุหรี่เรียบร้อยแล้ว

สำหรับการสัมผัสคลื่นไฟฟ้าแม่เหล็กจากเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง ทั้งการวิเคราะห์เชิงตัวแปรตัวเดียวและการวิเคราะห์เชิงพหุปัจจัย ไม่ว่าจะนำเสนอ ค่าปริมาณการสัมผัสในรูปแบบของความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของเสาโทรทัศน์ ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทุกความถี่ และระยะห่างจากเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์ (Table 4)

วิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้พบว่าทหารสื่อสารที่อยู่ใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์มีความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงเท่ากับร้อยละ 7.96 และ 6.36 ตามลำดับ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง ประกอบด้วย เพศ รายได้ การมีโรคประจำตัวเป็นโรคมุมแพ การได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการตั้งเสาโทรทัศน์ การมีญาติสายตรงมีโรคประจำตัว และ

การสูบบุหรี่ ส่วนการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับความชุกของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง ไม่ว่าจะนำเสนอ ค่าปริมาณการสัมผัสคลื่นในรูปแบบของความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของเสาโทรทัศน์ ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทุกความถี่ หรือ ระยะห่างจากเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์

ปริมาณการสัมผัสคลื่นของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ของเสาโทรทัศน์ (average) และค่าของความถี่รวม (integrate) ในหน่วยใกล้และไกลเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์ ไม่พบว่ามีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์การ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)¹⁹ ทั้งค่าที่กำหนดไว้สำหรับกลุ่มคนที่ทำงานเกี่ยวข้องและกลุ่มคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในประเทศของ นิต ชาญประเทศ และคณะ¹⁰ และในต่างประเทศของ Hutter และคณะ¹² Navaro และคณะ¹⁴ และ Oberfeld

และคณะ¹⁵ แต่แตกต่างกับการศึกษาของ Sirav และคณะ⁸ ที่พบว่าความเข้มข้นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงกว่าค่ามาตรฐานถึง 4 เท่า เนื่องจากการศึกษานี้และการศึกษาในไทยวัดความเข้มในพื้นที่ที่อยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณเพียง 1 เสา แต่การศึกษาของ Sirav วัดที่อยู่ในตำแหน่งใกล้เสาหลายเสาอีกทั้งเสาที่อยู่ใกล้เคียงนั้นเป็นเสาที่มีขนาดใหญ่ และกำลังส่งค่อนข้างสูงจึงทำให้ผลการวัดความเข้มมีค่าสูงกว่าการศึกษาที่มาก

การพบว่าทหารสื่อสารที่อยู่ใกล้เสามีความชุกของอาการไม่จำเพาะเจาะจงสูงกว่าใกล้เสานั้นสอดคล้องกับการศึกษาของ Baliatsas และคณะ¹⁶ Shahab และคณะ¹⁸ และ Hutter และคณะ¹² ซึ่งพบว่า ยิ่งใกล้เสามากเพียงไรยิ่งพบความชุกของอาการมากขึ้นเท่านั้น แต่เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยระยะห่างกับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงการศึกษานี้กลับไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Blettner และคณะ¹¹ และของ Berg-Beckhoff และคณะ⁹ แต่แตกต่างกับการศึกษาของ Santini คณะ⁶ Abel-Rassoul และคณะ⁷ Shahab และคณะ¹⁶ ที่พบว่ามีความสัมพันธ์ของระยะห่างกับอาการไม่จำเพาะเจาะจง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการศึกษา 3 ฉบับหลังมีการประเมินระยะทางโดยวิธีการตอบแบบสอบถามไม่ได้มีการวัดระยะทางจริงเหมือนกับการศึกษานี้ อีกทั้งกลุ่มประชากรที่ศึกษามีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบทางสุขภาพอยู่เดิมเนื่องจากอยู่ใกล้เสาทำให้ผลการศึกษาดังกล่าวต่างจากการศึกษานี้

สำหรับปัจจัยที่พบในการศึกษานี้ว่ามีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง อันประกอบด้วย เพศ รายได้ และการได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการตั้งเสาโทรศัพท์นั้น มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Zijlema และคณะ¹³ แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Sirav และคณะ⁸ Oberfeld และคณะ¹⁵ และ Navarro และคณะ²⁸ ที่พบว่าปัจจัยดังกล่าวข้างต้นไม่พบว่ามีสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงเลย อาจเนื่องจากการศึกษาเหล่านี้ทำในกลุ่มประชากรทั่วไปที่อยู่ใกล้เสาไม่ใช่ประชากรที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเสาโทรศัพท์ และมีความแตกต่างกันในเรื่องแบบสอบถามของการวัดผลของอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง

ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่การศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง อันประกอบด้วย การเป็นโรคมะเร็ง การมีญาติสายตรงมีโรคประจำตัว การมีประวัติสูบบุหรี่นั้น ไม่มีการศึกษาใดเลยก่อนหน้านี้ที่พบว่าปัจจัยดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง สาเหตุของความแตกต่างของผลการศึกษาเหล่านี้

นี้ ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด จึงอาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากไม่เคยมีการศึกษาใดที่ทำการศึกษาในกลุ่มประชากรทหารมาก่อน โดยเฉพาะทหารสื่อสารรวมทั้งการศึกษารุ่นส่วนใหญ่ทำในประชากรที่พักอาศัยอยู่ใกล้เสา แต่การศึกษานี้ทำกับคนที่ทำงานอยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณ

แม้ว่าการศึกษานี้จะไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่สัมผัสกับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง แต่ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับผลการศึกษาทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ อาทิเช่น การศึกษาของนิต หาญประเทศ และคณะ¹⁹ Baliatsas และคณะ¹⁶ และ Berg-Beckhoff และคณะ⁹ ที่ทำในประชากรจำนวนมากและมีการติดตามศึกษาอาการในระยะยาว ทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-Analysis) ในปี ค.ศ. 2016 ซึ่งได้ให้ข้อสรุปว่าความเข้มข้นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีค่าไม่เกินมาตรฐานนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการทางสุขภาพ¹⁷ ส่วนกรณีที่ผลการศึกษาของ Hutter และคณะ¹² Oberfeld และคณะ¹⁵ และ Navarro และคณะ¹⁴ ที่ให้ผลการศึกษาขัดแย้งกับบทสรุปข้างต้น อาจเนื่องจากการศึกษาในกลุ่มประชากรจำนวนจำกัดที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบโทรคมนาคม สถานที่วัดต่างกันและมีได้ดำเนินการ วัดผลของอาการแต่ละอาการมาวินิจฉัยเป็นกลุ่มอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงเหมือนการศึกษานี้ จึงทำให้ได้ผลที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตาม หน่วยงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ก็ยังคงควรมีการตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในสถานที่ทำงานเป็นระยะ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังและการติดตามปริมาณความเข้มข้นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สัมผัสไม่ให้มีค่าเกินค่ามาตรฐานของ ICNIRP¹⁹ และควรมีการให้ความรู้กับทั้งคนที่ทำงานเกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในหน่วยงานด้านปฏิบัติตัวเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ

ส่วนการศึกษาวิจัยในอนาคตเกี่ยวกับเรื่องนี้ ควรมีการประเมินการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แท้จริงของแต่ละบุคคลโดยใช้เครื่องวัดความสนามแม่เหล็กไฟฟ้าประจำตัวบุคคล (personal dosimeter) หรือมีการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอกอาคารที่ทำงานกับบริเวณบ้านพักด้วย เพื่อจะสามารถประเมินระดับการสัมผัสแท้จริงของแต่ละบุคคลร่วมกับควมมีการเก็บข้อมูลปัจจัยบางปัจจัยเพิ่มเติมซึ่งมีผลต่อการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์

ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆ ภายในหน่วยงาน เป็นต้น ส่วนอิทธิพลของชนิดของเสาโทรศัพท์ในระบบดิจิทัลที่ตั้งในบริเวณชุมชนหรือในบริเวณที่มีคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเสาส่งสัญญาณดังกล่าวต่อการเกิดผลกระทบสุขภาพ ก็ควรทำการศึกษาต่อไปในอนาคตเช่นกัน

ข้อจำกัดของงานวิจัย เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวางจึงไม่สามารถบอกถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างการสัมผัสปัจจัยและการเกิดอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจงได้ ประการต่อมาวิทยาทหารอาจมีผลให้กลุ่มตัวอย่างไม่ได้ตอบตามความเป็นจริง และประการสุดท้ายประเด็นเรื่อง Healthy worker effect อันเป็นปรากฏการณ์ที่ทหารสื่อสารที่มีผลกระทบสุขภาพเมื่ออยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ อาจย้ายหน่วยหรือลาออกไปแล้วอาจส่งผลให้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์กับอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีข้อดี คือ มีการประเมินปัจจัยของการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการวัดระยะห่างจากเสา และการวัดความเข้มข้นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวัดความเข้มข้นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกช่วงความถี่ (integrate) และช่วงความถี่ของเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ (average) ซึ่งการวัดช่วงความถี่แบบหลังนั้นยังไม่มีการศึกษาภายในประเทศมาก่อนที่มีการประเมินค่านี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทัพบก และผู้บัญชาการหน่วยทหารสื่อสารที่เกี่ยวข้องในการทํารายการครั้งนี้ที่กรุณาอนุญาตให้เข้าพื้นที่และเก็บข้อมูลทั้งเจ้าหน้าที่ของ กสทช. ที่ช่วยในการดำเนินงานในการเก็บข้อมูลและวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และเจ้าหน้าที่ของหน่วยทหารสื่อสารทั้ง 2 หน่วย ทั้งที่อยู่ใกล้และไกลเสาที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล ขอขอบพระคุณทหารสื่อสารทั้ง 2 หน่วย ที่กรุณาตอบรับและยินดีเข้าร่วมในงานวิจัยนี้

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. European Cooperation in the Field of Science and Technical Research. *International workshop on electromagnetic fields and non-specific health symptoms*. Graz, Austria: WHO; 1998.

3. ราชกิจจานุเบกษา. ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 132 ตอนพิเศษ 180 ง, 5 สิงหาคม 2558. หน้า 17.
4. International Telecommunication Union. ITU-T K.61 Telecommunication standardization sector of ITU: Guidance on measurement and numerical prediction of electromagnetic fields for compliance with human exposure limits for telecommunication installations. Geneva: ITU; 2008.
5. ราชกิจจานุเบกษา. ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์และมาตรการกำกับดูแลความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 56 ง, 4 พฤษภาคม 2550. หน้า 20-31.
6. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. [Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex]. *Pathol Biol (Paris)* 2002;50:369-73.
7. Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, et al. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology* 2007;28:434-40.
8. Sirav B, Seyhan N. Radio frequency radiation (RFR) from TV and radio transmitters at a pilot region in Turkey. *Radiat Prot Dosimetry* 2009;136:114-7.
9. Berg-Beckhoff G, Blettner M, Kowall B, Breckenkamp J, Schlehofer B, Schmiedel S, et al. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields. *Occup Environ Med* 2009;66:124-30.
10. Hanprated N. Electromagnetic radiation intensity profile from mobile phone base stations and subjective symptoms among office workers [Thesis]. Bangkok: Mahidol University; 2007.
11. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, et al. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occup Environ Med* 2009;66:118-23.
12. Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med* 2006;63:307-13.
13. Zijlema WL, Stolk RP, Lowe B, Rief W, White PD, Rosmalen JG. How to assess common somatic symptoms in large-scale studies: a systematic review of questionnaires. *J Psychosom Res* 2013;74: 459-68.
14. Navarro EA, Segura J, Portotés M, Gomez-Perretta C. The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain. *Electromagnetic Biology & Medicine* 2003;22:161.

15. Oberfeld G. The Microwave Syndrome: Further Aspects of a Spanish Study. *Electromagnetic Biology & Medicine* 2004;24:143.
16. Baliatsas C, Bolte J, Yzermans J, Kelfkens G, Hooiveld M, Lebre E, et al. Actual and perceived exposure to electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: an epidemiological study based on self-reported data and electronic medical records. *Int J Hyg Environ Health* 2015;218:331-44.
17. Klaps A, Ponocny I, Winker R, Kundi M, Auersperg F, Barth A. Mobile phone base stations and well-being--A meta-analysis. *Sci Total Environ* 2016;544:24-30.
18. Alazawi SA. Mobile phone base stations health effects. *Diyala J Med* 2011;1:44-52.
19. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 1998;74:494-522.
20. Yzermans J, Baliatsas C, van Dulmen S, Van Kamp I. Assessing non-specific symptoms in epidemiological studies: Development and validation of the Symptoms and Perceptions (SaP) questionnaire. *Int J Hyg Environ Health* 2016;219:53-65.