การใช้พลังงานในขณะเล่นแอ็กทีฟวีดีโอเกม

ENERGY EXPENDITURE DURING ACTIVE VIDEO GAMES

ถนอมศักดิ์ เสนาคำ* Tanormsak Senakham*

เกริกวิทย์ พงศ์ศรี* Krirkwit Phongri*

ศิริเชษฐ์ พูลทิพายานนท์* Sirichet Punthipayanon*

ประสิทธิ์ ปีปทุม* Prasit Peepathum*

Abstract

Purposes: The purposes of this research were to evaluate and to compare energy expenditure and intensity level of activity during playing active video games.

Methods: Thirty healthy male students [age 19.43±0.57 years, body mass index 22.95±3.20 kg/m^2, maximal oxygen consumption (VO_{2max}) 31.29±3.29 ml/kg/minute] were selected into this study by purposive sampling. Each participant was randomly assigned to play 5 active video games for 1 game each day and 30 minutes per game. These games were baseball, tennis, bowling, boxing and golf (Wii Sports). Heart rate (HR) and rating of perceived exertion (RPE) of each participant were monitored in the resting period and during playing the video games. Average HR during playing the video games was utilized to determine oxygen consumption (VO_2), using HR-VO_2 linear regression equation obtained during the VO_{2max} test prior to the start of the video games. This VO_2 was subsequently utilized to determine rates of energy expenditure during playing the video games, and to estimate metabolic equivalents (METs), using rate of resting energy expenditure assessed by an automatic gas analyzer. Intensity levels of the video games were also calculated as percent HR at VO_{2max}, using average HR during playing the video games, and as average RPE during playing the video games. Data were statistically analyzed by one-way ANOVA with repeated measures. Bonferroni test was also used for pair wise difference comparisons. Statistical significance was set at 0.05 levels.

Results: Average rates of energy expenditure during the video game baseball, tennis, bowling, boxing and golf were 0.21±0.09, 0.38±0.10, 0.24±0.09, 0.58±0.13, and 0.11±0.06 kJ/kg/minute, respectively. These values were significantly higher (p < 0.05) compared to the resting value (0.07±0.02 kJ/kg/minute). They also significantly differed (p < 0.05) compared between each video game, excepted for the video game baseball and bowling that were similar. The average resting HR

* อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

was 63.00±7.00 beats/minute. This value increased to 97±11, 111±17, 102±14, 148 ±16, and 84±10 beats/minute during the video game baseball, tennis, bowling, boxing and golf, respectively. The values of HR during playing the video game correspond to intensity level of 48.47±5.32, 55.32±8.26, 50.98±6.84, 73.87±7.90, and 42.12±4.95 percent of HR at VO_{2max}, and of 4.18±1.7, 5.69±1.9, 4.78±1.9, 9.82±3.1, and 2.79±1.07 METs, respectively. In addition, the average RPE values during the game baseball, tennis, bowling, boxing and golf were 9.03±1.45, 9.97±1.25, 9.8±0.97, 12.23±1.55, and 7.80±0.93, respectively. The intensity level of these video games measured as HR at VO_{2max}, METs, and RPE were also significantly higher ($p < 0.05$) compared to the resting values (34±4.05 percent, 1.00, and 6.00, respectively), and significantly differed ($p < 0.05$) compared between each video game, excepted for the video game baseball and bowling that were similar.

Conclusion: These active video games significantly increase energy expenditure. While intensity level of the video game baseball, tennis, bowling, and golf are moderate (3.0-6.0 METs), that of the video game boxing is vigorous (> 6 METs). Therefore, these active video games can be used as alternative activity for the health promotion and weight control programs.

Keywords: Active video game, Energy expenditure, Intensity level of activity

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรมในขณะเล่นแอ็กทีฟวีดีโอเกม

การเก็บรวบรวมข้อมูล: นิสิตชาย ที่สุขภาพดี จำนวน 30 คน [อายุ 19.43±0.57 ปี ดัชนีมวลกาย 22.95±3.20 กก./ม^2 และความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) 31.29±3.29 มล./กก./นาที) ได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจงให้เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนได้รับการสุ่มให้เล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม (Wii Sports) วันละเกม ๆ ละ 30 นาที จำนวน 5 เกม ได้แก่ เบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ ทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ (HR) และระดับความรู้สึกเหนื่อยสัมพัทธ์ (RPE) ของกลุ่มตัวอย่างในขณะพักและขณะเล่นเกม นำค่าเฉลี่ย HR ในขณะเล่นเกมไปหาค่าปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO_2) โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง HR-VO_2 ที่ได้จากการทดสอบ VO_{2max} ก่อนการเล่นเกม หลังจากนั้น นำค่า VO_2 ไปคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นเกมและจำนวนเท่าของอัตราการใช้พลังงานในขณะพัก (Metabolic equivalents: METs) ซึ่งได้มาจากวิธีการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สอัตโนมัติ ยังทำการประเมินระดับความหนักของกิจกรรมโดยการคำนวณค่าเฉลี่ย HR ในขณะเล่นเกมเป็นร้อยละของ HR ณ VO_{2max} และการใช้ค่า RPE เฉลี่ยในขณะเล่นเกม วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีการวัดความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) แบบวัดซ้ำ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni และกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย: อัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ เท่ากับ 0.21±0.09 0.38±0.10 0.24±0.09 0.58±0.13 และ 0.11±0.06 กิโลจูล/กก./นาที ตามลำดับ ค่าดังกล่าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าในขณะพัก (0.07±0.02 กิโลจูล/กก./นาที) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเล่นเกมแต่ละเกม ยกเว้นการเล่นเกมเบสบอลและโบว์ลิ่งที่มีค่าใกล้เคียงกัน ค่า HR ในขณะพัก เท่ากับ 63.00±7.00 ครั้ง/นาที และเพิ่มขึ้นในขณะเล่นเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ เป็น 97±11 111±17 102±14 148 ±16 และ 84±10 ครั้ง/นาที ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับความหนักของกิจกรรม ร้อยละ 48.47±5.32 55.32±8.26 50.98±6.84 73.87±7.90 และ 42.12±4.95 ของ HR ณ VO_{2max} และ 4.18±1.7 5.69±1.9 4.78±1.9 9.82±3.1 และ 2.79±1.07 METs ตามลำดับ นอกจากนี้ ค่า RPE ในขณะเล่นเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ เท่ากับ 9.03±1.45 9.97±1.25 9.8±0.97 12.23±1.55 และ 7.80±0.93 ตามลำดับ ค่าระดับความหนักของกิจกรรมทั้ง 3 แบบ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าในขณะพัก (ร้อยละ 34±4.05 ของ HR ณ VO_{2max} 1.00 METs และ RPE 6.00) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเล่นเกมแต่ละเกม ยกเว้นการเล่นเกมเบสบอลและโบว์ลิ่งที่มีค่าใกล้เคียง

สรุป: การเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกมทั้ง 5 เกม ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง และกอล์ฟ มีระดับความหนักปานกลาง (3.0-6.0 METs) ส่วนเกมมวยสากลมีระดับความหนักมาก (> 6.0 METs) ดังนั้น สามารถใช้แอ็กทีฟวิดีโอเกมเป็นกิจกรรมเลือกในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและเพื่อควบคุมน้ำหนักตัว

คำสำคัญ: แอ็กทีฟวีดีโอเกม การใช้พลังงาน ระดับความหนักของกิจกรรม

บทนำ

การเคลื่อนไหวร่างกาย (Physical activity) และการออกกำลังกาย (Exercise) ของประชาชนไทยได้ถูกจัดเป็นวาระสุขภาพแห่งชาติ อีกทั้ง มีการส่งเสริมและสนับสนุนอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 (กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ, 2552) แต่กลับปรากฏว่าสัดส่วนของคนไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป ที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายไม่เพียงพอ โดยความชุกของการเคลื่อนไหวร่างกายไม่เพียงพอมีมากที่สุดในกลุ่มอายุ 70 ปีขึ้นไป รองลงมาคือกลุ่มอายุ 15-29 ปี (วิชัย เอกพลากร, 2552) สิ่งนี้เป็นประเด็นที่ต้องร่วมมือกันแก้ไขโดยเร่งด่วน เพราะการเคลื่อนไหวร่างกายหรือการใช้พลังงาน (Energy expenditure) จากร่างกายไม่เพียงพอ ไม่เพียงแต่ส่งผลให้สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) ของประชาชนลดลงเท่านั้น หากเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของโรคเรื้อรัง (Chronic diseases) อีกหลายชนิด เช่น มะเร็ง โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคของหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น (Church TS, et al., 2004, Wei M, et al., 2000, Hu FB, et al., 2001) ซึ่งเป็นสาเหตุอันดับต้นๆ ของความพิการ คุณภาพชีวิตที่ลดลง และการเสียชีวิตก่อนวัยของประชาชนไทยในปัจจุบัน อีกทั้ง ส่งผลกระทบอย่างมากทางเศรษฐกิจ (Abegunde DO, et al., 2007, Society of Actuaries, 2010, ไพบูลย์ พิทยาเธียรอนันต์ และคณะ, 2554) จนอาจขัดขวางต่อการพัฒนาประเทศ (World Health Organization, 2005)

การเคลื่อนไหวร่างกายหรือการออกกำลังกายไม่เพียงพอเกิดจากอุปสรรคหลายประการ (O'Dea JA, 2003, Burdette HL, et al., 2005, Norman GJ, et al., 2005, Spear BA, et al., 2007, Ansari WEI & Lovell G, 2009) แต่อุปสรรคสำคัญที่พบ โดยเฉพาะในกลุ่มเยาวชน คือ การออกกำลังกายหรือกีฬามีเวลาตรงกับกิจกรรมชนิดอื่น มีความน่าเบื่อหน่าย และมีความสนุกสนานน้อยกว่าการทำกิจกรรมชนิดอื่น (Department of Sport and Recreation, 2012) มีรายงานว่า การเล่นเกมคอมพิวเตอร์และวิดีโอเกมเป็นกิจกรรมที่ทำให้เยาวชนมีการเคลื่อนไหวร่างกายลดลง (Meier M, et al., 2007) อย่างไรก็ตาม กิจกรรมดังกล่าวเป็นสื่อบันเทิงประเภทหนึ่งที่เยาวชนของไทยปรารถนาจะเข้าไปสัมผัส และได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นในปัจจุบัน (วนิพพล มหาอาชา, 2554) ดังผลการสำรวจของนักวิจัยเอแบคโพลล์ที่แสดงว่า เยาวชนไทยอายุ 10-24 ปี ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ชอบเล่นเกมต่อสู้ร้อยละ 53 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 40 ในปี 2548 และร้อยละ 24 ของกลุ่มตัวอย่าง มีความถี่ในการเล่นเกมทุกวัน โดยแต่ละวันใช้เวลาเล่นเกมถึง 3 ชั่วโมง (หนังสือพิมพ์คมชัดลึก, 2550) การสำรวจพฤติกรรมการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยพบด้วยว่า กลุ่มตัวอย่างเล่นเกมถึงร้อยละ 82.3โดยลักษณะของเกมที่เล่น คือ เกมคอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต รองลงมา คือ เกมจากเครื่องเล่นเกม ส่วนประเภทของเกมที่เล่นมากที่สุดสองอันดับแรก คือ เกมแข่งรถและเกมประเภทลับสมอง สำหรับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม คือ บ้านและที่พักอาศัย ส่วนระยะเวลาที่ใช้เล่นเกมในช่วงเปิดเรียน คือ 1-2 ชั่วโมง/วัน ช่วงปิดเทอม จะเล่นเกมเพิ่มขึ้นเป็น 3-4 ชั่วโมง/วัน (อุไร จักษ์ตรีมงคล, 2546) นอกจากนี้ มีสถิติร้านเกมที่จดทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มโอกาสการเข้าถึงเกมคอมพิวเตอร์ของเยาวชน รวมทั้ง เพิ่มจำนวนเยาวชนที่เล่นเกมและเพิ่มความถี่ในการเล่นเกมอีกด้วย (วนิพพล มหาอาชา, 2554) จากกระแสความนิยมเล่นเกมดังกล่าวอาจจะเป็นไปได้ว่า หากมีการปรับเปลี่ยนลักษณะการเล่นเกมจากที่ผู้เล่นต้องนั่งอยู่กับหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ ให้ไปเป็นรูปแบบที่มีเคลื่อนไหวร่างกายมากขึ้น จะช่วยให้ผู้เล่นมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายที่ตรงกับความชอบและความต้องการของตนเอง และส่งผลให้ผู้เล่นมีการเคลื่อนไหวร่างกายนานขึ้นสอดคล้องกับนโยบายที่รัฐบาลได้กำหนดไว้

แอ็กทีฟวิดีโอเกม (Active video game) เป็นเกมชนิดใหม่ที่มีวางจำหน่ายอยู่ทั่วโลกและในประเทศไทย การเล่นเกมชนิดนี้อาจจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว เนื่องจากใช้ระบบควบคุมด้วยกล้อง (Cameras) และตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวชนิดใช้มือถือ (Handheld motion sensors) จึงทำให้ผู้เล่นเคลื่อนไหวร่างกายได้เสมือนจริง เช่น การหวดลูกเทนนิส การโยนลูกบอล เป็นต้น (White K, et al. 2009) ซึ่งแตกต่างจากการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ในอดีตและเกมส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม แอ็กทีฟวิดีโอเกมที่มีจำหน่ายมีหลายชนิดกิจกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกมชนิดนี้ยังมีไม่มาก นอกจากนี้ แม้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการเล่นเกมชนิดนี้ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้น แต่งานวิจัยดังกล่าวได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ในด้านของกลุ่มตัวอย่าง ชนิดของเกมที่ทดสอบ ระยะเวลาที่ทดสอบ วิธีการทดสอบ เป็นต้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจเป็นอย่างยิ่งที่จะศึกษาว่าแอ็กทีฟวิดีโอเกมที่มีจำหน่ายอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน ได้แก่ เกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้นหรือไม่และเพิ่มขึ้นเท่าใด และเกมแต่ละชนิดมีความหนักอยู่ในระดับใด ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางการให้คำแนะนำกิจกรรมการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพหรือเพื่อควบคุมน้ำหนักตัว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม
2. เพื่อศึกษาระดับความหนักของกิจกรรมในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม
3. เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรมในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างและประชากร: กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นชาย จำนวน 30 คน ซึ่งได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากรที่ศึกษาระดับปริญญาตรี คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 500 คน เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย (1) มีอายุระหว่าง 19-25 ปี (2) ออกกำลังกายเป็นประจำ อย่างน้อยเฉลี่ย 3 ครั้ง/สัปดาห์ (3) มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัว โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติของระบบเมตาบอลิซึมและต่อมไร้ท่อ (4) ไม่รับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบของคาเฟอีนเป็นประจำ (5) ไม่มีข้อห้ามทางการแพทย์ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย และ (6) ไม่เคยมีประสบการณ์ในการเล่นวิดีโอเกมชนิดนี้มาก่อน

กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของการวิจัย ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย และความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น ก่อนการลงนามรับรองในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลังจากนั้น กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถาม Physical Activity Readiness Questionnaires (PAR-Q) ซึ่งดัดแปลงจาก ACSM (2010) เพื่อประเมินความพร้อมสำหรับกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายก่อนเริ่มการทดลอง นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนมารายงานตัวที่ห้องปฏิบัติการ เวลา 16.00 น. จำนวน 6 ครั้ง โดยแต่ละครั้งรายงานตัว กลุ่มตัวอย่างจะต้องงดกิจกรรมที่ใช้แรงมากๆ อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และงดอาหาร แอลกอฮอล์ บุหรี่ และเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน อย่างน้อย 3-5 ชั่วโมง

การทดสอบก่อนการทดลอง: ผู้วิจัยประเมินคุณลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 3 วัน ก่อนการทดสอบเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม ได้แก่ น้ำหนักตัว ส่วนสูง (วัดโดย Weight and height balance) ค่าดัชนีมวลกาย [ใช้สูตร น้ำหนักตัว (กก.)/ส่วนสูง (ม)^2] HR ในขณะพัก อัตราการใช้พลังงานในขณะพัก และ VO_{2max} การประเมินอัตราการใช้พลังงานในขณะพักใช้วิธีการให้กลุ่มตัวอย่างหายใจผ่านหน้ากากที่ต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (COSMED; Quark PFT Ergo, Italy) ซึ่งจะวัดความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจ แล้วนำไปคำนวณค่าเมตาบอลิกและค่า VO_2 โดยอัตโนมัติ (Automatic computerized metabolic cart) การประเมินค่า VO_{2max} ใช้วิธีการให้กลุ่มตัวอย่างหายใจผ่านหน้ากากที่ต่อกับเครื่องวิเคราะห์แก๊สดังกล่าว ในขณะเดียวกัน ทำการเดินบนลู่กลไฟฟ้า (HPcosmos Mercury; Germany) ที่มีการปรับตั้งไว้ก่อนการทดสอบด้วยวิธีการของบรูซ (Victor F., Jonathan N., 2007) (The Bruce Treadmill Protocol) จนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างมีค่าเป็นตามเกณฑ์ 3 ใน 5 ข้อ คือ (1) HR มีค่าใกล้เคียง ($\pm$ ร้อยละ 5) กับ HR สูงสุด [คำนวณจาก 220 – อายุ (ปี)] (2) VO_2 เพิ่มขึ้น < 150 มล./นาที เมื่อเพิ่มความหนักขึ้นอีกระดับหนึ่ง (3) อัตราส่วนระหว่าง CO_2 ต่อ O_2 (RER) ≥ 1(4) ค่าความเหนื่อยสัมพัทธ์ (RPE) ≥ 18 (5) กลุ่มตัวอย่างหมดแรงหรือไม่สามารถเดินต่อได้ (บันทึก

HR ในขณะพักและในขณะทดสอบ VO_{2max} ด้วยเครื่องมือวัดแบบไร้สาย (Polar Team and Heart rate monitor; T31 Coded, Finland) และนำค่า VO_{2max} ที่ได้มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่าง HR และ VO_2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดจะถูกปรับตั้งค่าให้เป็นมาตรฐาน (Calibration) ก่อนการทดสอบทุกครั้งด้วยวิธีการตามคำแนะนำของผู้ผลิต

การทดสอบเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม: กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่ม (Randomization) ให้เล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม วันละ 1 เกม ๆ ละ 30 นาที คนละ 5 เกม ได้แก่ เบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ (Wii Sports) การเล่นเกมแต่ละเกมปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตและเว้นระยะห่างกัน อย่างน้อย 3 วัน บันทึกค่า HR ในขณะพักก่อนการเล่นเกมและทุกๆ 15 วินาที ในระหว่างการเล่นเกมด้วยเครื่องมือวัดแบบไร้สาย (Polar Team and Heart rate monitor; T31 Coded, Finland) หาค่าเฉลี่ยของ HR ในขณะพักและขณะเล่นเกม แล้วนำค่า HR เฉลี่ยในขณะเล่นเกมไปประเมินค่า VO_2 โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่าง HR-VO_2 (Carl C., et al., 1983) ที่ได้จากการทดสอบ VO_{2max} หลังจากนั้น นำผล VO_2 ไปคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นวิดีโอเกม (1 L O_2 = 21.1 kJ หรือ ~5 kcal) และประเมินระดับความหนักของการเล่นเกมเป็นค่า METs โดยเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานในขณะพักที่ได้มาจากการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สอัตโนมัติ นอกจากนี้ ประเมินระดับความหนักของการเล่นเกมด้วยวิธีการคำนวณค่าเฉลี่ย HR ในขณะเล่นเกมเป็นร้อยละของ HR ณ VO_{2max} และทำการประเมินค่า RPE ในขณะพักก่อนการเล่นวิดีโอเกมและทุกๆ 10 นาที ในระหว่างการเล่นเกมด้วย Borg 6-20 scale (ACSM, 2010) หลังจากนั้น นำค่า RPE ในขณะเล่นเกมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบกับค่าในขณะพัก เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดจะถูกปรับตั้งค่าให้เป็นมาตรฐานก่อนการทดสอบทุกครั้งด้วยวิธีการตามคำแนะนำของผู้ผลิต

การวิเคราะห์ข้อมูล: ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS for window) เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) ของข้อมูลที่ได้ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการใช้พลังงานและระดับความหนักของกิจกรรม (ร้อยละของ HR ณ VO_{2max} METs และ RPE) ระหว่างค่าในขณะพักและในขณะเล่นเกมด้วยสถิติแบบที (Pair sample *t*-test) และระหว่างการเล่นวิดีโอเกมแต่ละเกมด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นค่า Mean$\pm$SD

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง: ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม PAR-Q แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างไม่มีประวัติของโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง การบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อ การใช้ยา การสูบบุหรี่ รวมทั้งการติดแอลกอฮอล์ และคาเฟอีน การทดสอบก่อนการทดลอง (**ตาราง 1**) พบด้วยว่า กลุ่มตัวอย่างมีดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.95±3.20 กก./ม^2 แสดงว่ามีน้ำหนักตัวปกติถึงอ้วนระดับ 1 ตามเกณฑ์สำหรับชาวเอเชีย (Steering Committee, 2000) นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานและ HR ในขณะพัก 0.07±0.02

กิโลจูล/กก./นาที และ 63.00±7.00 ครั้ง/นาที ตามลำดับ และมีค่า VO_{2max} เฉลี่ย 31.29±3.29 มล./กก./นาที แสดงว่าสมรรถภาพทางกายอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (Low to moderate) ตามเกณฑ์ของ ACSM (2010)

ตาราง 1 คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

สิ่งที่ประเมิน	ค่าที่วัดได้
อายุ (ปี)	19.43±0.57
น้ำหนัก (กก.)	69.83±12.26
ส่วนสูง (ซ.ม.)	174.07±5.13
ดัชนีมวลกาย (กก./ม^2)	22.95±3.20
อัตราการใช้พลังงานในขณะพัก (กิโลจูล/กก./นาที)	0.07±0.02
อัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก (ครั้ง/นาที)	63.00±7.00
อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (ครั้ง/นาที)	184.07±8.34
VO_{2max} (มล./กก./นาที)	31.29±3.29

การใช้พลังงานในขณะเล่นเกม: ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานในขณะพักและขณะเล่นวิดีโอเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ เท่ากับ 0.07±0.02 0.21±0.09 0.38±0.10 0.24±0.09 0.58±0.13 และ 0.11±0.06 กิโลจูล/กก./นาที ตามลำดับ (**ตาราง 2**) ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นวิดีโอเกมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าในขณะพัก และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเล่นเกมแต่ละเกม ยกเว้นการเล่นเกมเบสบอลและโบว์ลิ่งที่มีค่าใกล้เคียงกัน

ระดับความหนักของกิจกรรม: ค่าเฉลี่ยของ HR ในขณะพัก เท่ากับ 63.00±7.00 ครั้ง/นาที และเพิ่มขึ้นเป็น 97±11 111±17 102±14 148 ±16 และ 84±10 ครั้ง/นาที ในขณะเล่นวิดีโอเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับความหนักของกิจกรรม ร้อยละ 48.47±5.32 55.32±8.26 50.98±6.84 73.87±7.90 และ 42.12±4.95 ของ HR ณ VO_{2max} และ 4.18±1.7 5.69±1.9 4.78±1.9 9.82±3.1 และ 2.79±1.07 METs ตามลำดับ โดยระดับความหนักในการเล่นวิดีโอเกมทั้ง 2 รูปแบบ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าในขณะพัก (ร้อยละ 34±4.05 ของ HR ณ VO_{2max} และ 1.00 METs) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเล่นเกมแต่ละเกม ยกเว้นการเล่นเกมเบสบอลและโบว์ลิ่งที่มีค่าใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยของ RPE ในขณะเล่นวิดีโอเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง มวยสากล และกอล์ฟ เท่ากับ 9.03±1.45 9.97±1.25 9.8±0.97 12.23±1.55 และ 7.80±0.93 ตามลำดับ ค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นจากขณะพัก (6.00) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเล่นเกมแต่ละเกม ยกเว้นการเล่นเกมเบสบอลและโบว์ลิ่งที่มีค่าใกล้เคียงกัน (**ตาราง 2**)

ตาราง 2 อัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นวิดีโอเกมของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และระดับความหนักของกิจกรรม

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้		HR (ครั้ง/นาที)	ระดับความหนัก		
	กิโลจูล/นาที	กิโลจูล/กก./นาที		ร้อยละของ HR ณ VO_{2max}	METs	RPE
ขณะพัก	4.99±1.6	0.07±0.02^{bcdef}	63±9	34±4.05^{bcdef}	1.00^{bcdef}	6.00^{bcdef}
เบสบอล	14.13±5.9	0.21±0.09^{acef}	97±11	48.47±5.32^{acef}	4.18±1.70^{acef}	9.03±1.35^{adef}
เทนนิส	26.10±6.4	0.38±0.10^{abdef}	111±17	55.32±8.26^{abdef}	5.69±1.99^{abdef}	9.97±1.25^{adf}
โบว์ลิ่ง	16.45±5.9	0.24±0.09^{acef}	102±14	50.98±6.84^{acef}	4.76±1.92^{acef}	9.08±0.96^{abcef}
มวยสากล	39.64±7.4	0.58±0.13^{abcdf}	148±16	73.87±7.90^{abcdf}	9.82±3.07^{abcdf}	12.23±1.55^{abdf}
กอล์ฟ	7.74±3.4	0.11±0.06^{abcde}	84±10	42.12±4.95^{abcde}	2.79±1.07^{abcde}	7.80±0.93^{abcde}

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปรียบเทียบระหว่าง a ขณะพัก b เบสบอล c เทนนิส d โบว์ลิ่ง e มวยสากล f กอล์ฟ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รายงานผลการใช้พลังงานของร่างกายโดยการเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัวเพราะเกมทั้ง 5 ชนิดที่ใช้ทดสอบ (Wii Sports) มีลักษณะที่ต้องแบกน้ำหนักตัวในขณะเล่น (Weight bearing) ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า อัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกมทั้ง 5 ชนิด เพิ่มขึ้นจากในขณะพัก (0.07±0.02 กิโลจูล/กก./นาที) ร้อยละ 54.00-72.8 และอัตราการใช้พลังงานในขณะเล่นเกมมวยสากลมีค่าสูงที่สุด (0.58±0.13 กิโลจูล/กก./นาที) รองลงมา คือ เทนนิส (0.38±0.10 กิโลจูล/กก./นาที) โบว์ลิ่ง (0.24±0.09 กิโลจูล/กก./นาที) เบสบอล (0.21±0.09 กิโลจูล/กก./นาที) และกอล์ฟ (0.11±0.06 กิโลจูล/กก./นาที) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ White K. และคณะ (2009) และ Graf DL. และคณะ (2012) และผลการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Biddiss E. และ Irwin J. (2010) ที่พบว่า การเล่นแอ็กทีพวิดีโอเกมทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับในขณะพัก ซึ่งค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้นของพลังงานมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับส่วนของร่างกายที่มีการเคลื่อนไหวในขณะเล่นเกมเป็นหลัก โดยมีรายงานว่า เกมที่ต้องใช้ทั้งร่างกายส่วนบน (Upper body) และส่วนล่าง (Lower body) เช่น เกมมวยสากล ทำให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา คือ เกมที่ใช้ร่างกายส่วนล่างเป็นหลัก เช่น การวิ่ง การก้าวเท้า เป็นต้น สำหรับเกมที่ใช้ร่างกายส่วนบนเป็นหลัก เช่น เกมเทนนิส โบว์ลิ่ง เบสบอล และกอล์ฟ ใช้พลังงานน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเกม 2 กลุ่มแรก (Biddiss E & Irwin J, 2010) อย่างไรก็ตาม ค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานในการวิจัยครั้งนี้แตกต่างจากผลการวิจัยที่ได้กล่าวถึง อาจจะเกิดจากความแตกต่างระหว่างการวิจัย เช่น กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ชายที่ออกกำลังกายเป็นประจำ อายุ 18-20 ปี ส่วนงานวิจัยก่อนหน้านี้ ใช้กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงและชายที่มีอายุ 10-15 ปี (Graf DL, et al., 2012, Graves L, et al., 2008) นอกจากนี้ การวัดการใช้พลังงานใน

งานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สอัตโนมัติ (COSMED; Quark PFT Ergo, Italy) ส่วนงานวิจัยก่อนหน้านี้ใช้เครื่องมืออื่นห้อื่น เช่น Ultima Cardio$_2$: MedGraphics, St Paul, MN (Graf DL, et al., 2012) เป็นต้น

การประเมินระดับความหนักของการเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกมในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีประเมิน 3 แบบ คือ เป็นค่าร้อยละของ HR สูงสุด (HR ณ $VO2_{max}$) ค่า METs โดยเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานขณะพักของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน และค่า RPE เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดสอบระดับความหนักของการเล่นเกม และเพื่อให้สอดคล้องกับคำแนะนำโดยทั่วไปสำหรับการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ (ACSM, 2010, Haskell WL, et al., 2007) โดยผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า การเล่นเกมทั้ง 5 ชนิด ทำให้ HR เพิ่มขึ้นมากกว่าในขณะพัก ค่าร้อยละของ HR ณ $VO2_{max}$ ในขณะเล่นเกมกอล์ฟ เบสบอล โบว์ลิ่ง เทนนิส และมวยสากล เท่ากับ 42.12±4.95 48.47±5.32 50.98±6.84 55.32±8.26 และ 73.87±7.90 ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของ HR สัมพันธ์กับปริมาณพลังงานที่ใช้ในขณะเล่นเกม และยังใกล้เคียงกับผลการวิจัยของ White K. และคณะ (2009) และ Biddiss E. และ Irwin J. (2010) ที่พบว่า ค่าร้อยละเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในขณะเล่นเกมที่ใช้ร่างกายส่วนบนเป็นหลัก เท่ากับ 43±10 ส่วนการเล่นเกมที่ใช้ร่างกายส่วนล่างเป็นหลัก เท่ากับ 65±13 ในขณะที่เกมที่ใช้ทั้งส่วนบนและส่วนล่างจะมีค่า เท่ากับ 75±22 ค่าร้อยละของ HR ณ $VO2_{max}$ ในขณะเล่นเกมนี้แสดงว่า สามารถใช้การเล่นเกมนี้เป็นกิจกรรมเลือกเพื่อการพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและหายใจตามคำแนะนำได้ (ACSM, 2010, Haskell WL, et al., 2007) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของ HR ในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกม (Wii Sports) นี้ อาจจะมากกว่าความเป็นจริงได้ เพราะในขณะเล่นผู้เล่นต้องใช้มือจับตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว ซึ่งมือและแขนเป็นกล้ามเนื้อมัดเล็ก จึงอาจจะส่งผลกระตุ้นให้อัตราการเต้นหัวใจสูงขึ้นกว่าปกติ

การเพิ่มขึ้นของ HR ในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกมกอล์ฟ เบสบอล โบว์ลิ่ง เทนนิส และมวยสากล ในการวิจัยครั้งนี้ยังสัมพันธ์กับค่า METs โดยพบว่าการเล่นเกมดังกล่าวมีค่า METs เท่ากับ 2.79±1.07 4.18±1.7 4.78±1.9 5.69±1.9 และ 9.82±3.1 ตามลำดับ แสดงว่า เกมกอล์ฟ เบสบอล โบว์ลิ่ง และเทนนิส มีระดับความหนักของกิจกรรมอยู่ในขั้นปานกลาง (Moderate intensity: 3.0-6.0 METs) ส่วนเกมมวยสากลมีระดับความหนักมาก (Vigorous intensity: > 6.0 METs) ดังนั้น สามารถใช้เกมกอล์ฟ เบสบอล โบว์ลิ่ง และเทนนิส เป็นกิจกรรมเลือกสำหรับการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง เป็นเวลา 30 นาที/ครั้ง ด้วยความบ่อย 5 ครั้ง/สัปดาห์ สำหรับเกมมวยสากลสามารถใช้เป็นกิจกรรมการออกกำลังกายที่ระดับความหนักมาก เป็นเวลา 20 นาที/ครั้ง ด้วยความบ่อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ตามเกณฑ์ของ ACSM (2010) ค่า METs ที่คำนวณได้ในการวิจัยครั้งนี้แตกต่างจากค่าที่ได้จากการวิจัยของ Miyachi M, et al. (2010) ซึ่งพบว่า ค่า METs ในขณะเล่นเกมกอล์ฟ เบสบอล โบว์ลิ่ง เทนนิส และมวยสากล เท่ากับ 2.0±0.3 3.0±0.7 2.7±0.6 3.0±0.8 และ 4.2±0.9 ตามลำดับ อาจจะเกิดจากปัจจัยที่สำคัญ คือ วิธีการวัดค่า VO_2 ที่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยของนักวิจัยดังกล่าวใช้วิธีการวัดใน Metabolic chamber ซึ่งโดยทั่วไปจะวัดค่าแก๊สได้แม่นยำมากกว่าการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สดังเช่นงานวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ การคำนวณค่า METs ในงานวิจัยดังกล่าว ใช้ค่าการใช้พลังงานในขณะเล่นเกมในช่วงคงที่ (Steady state energy expenditure) เป็นเวลา 8 นาที ส่วนการวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการหาค่า VO_2 จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง HR-VO_2 ที่ได้จากการทดสอบ VO_{2max} แล้วจึงนำค่า VO_2 ไปคำนวณค่า METs ต่อไป อย่างไรก็ตาม การวิจัยครั้งนี้และการวิจัยของ Miyachi M, et al. (2010) คำนวณค่า METs ด้วยค่าการใช้พลังงานขณะพักที่วัดจากกลุ่มตัวอย่าง (ไม่ใช่ 3.5 ม.ล./กก./นาที ที่ปฏิบัติกันโดยทั่วไป) ซึ่งอาจจะทำให้ได้ค่า

METs ที่แท้จริง นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของ HR และ METs ในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกมกอล์ฟ เบสบอล โบว์ลิ่ง เทนนิส และมวยสากล ในการวิจัยครั้งนี้สัมพันธ์กับค่า RPE ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.80±0.93 9.03±1.35 9.08±0.96 9.97±1.25 และ 12.23±0.93 ตามลำดับ แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกเหนื่อยน้อยมากในขณะเล่นเกมกอล์ฟ รู้สึกเหนื่อยน้อยถึงเริ่มเหนื่อยในขณะเล่นเกมเบสบอล โบว์ลิ่ง และเทนนิส แต่จะรู้สึกเริ่มเหนื่อยถึงค่อนข้างเหนื่อยในขณะเล่นเกมมวยสากล (ACSM, 2010)

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้สรุปว่า การใช้พลังงานในขณะเล่นแอ็กทีฟวิดีโอเกมทั้ง ถ เกม (Wii Sports) เพิ่มขึ้นสูงกว่าขณะพัก โดยเกมเบสบอล เทนนิส โบว์ลิ่ง และกอล์ฟ มีระดับความหนักปานกลาง (3.0-6.0 METs) ส่วนเกมมวยสากลมีระดับความหนักมาก (> 6.0 METs) ดังนั้น สามารถใช้แอ็กทีฟวิดีโอเกมเป็นกิจกรรมเลือกในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและเพื่อควบคุมน้ำหนักตัว

เอกสารอ้างอิง

กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. **คู่มือเฝ้าระวังการเคลื่อนไหวออกแรง/ออกกำลังในประชากรทั่วไป ระดับจังหวัด โดยวิธีการสำรวจภาคตัดขวาง เดือน มีนาคม 2552**. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน2555: http://advisor.anamai.moph.go.th/conference/ PMQA2552/ index_research.html.

ไพบูลย์ พิทยาเธียรอนันต์, รักมณี บุตรชน, และคณะ. (2554). ผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในประเทศไทย. **วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข**, 5(3): 287-298.

วนิพพล มหาอาชา. (2554). เกมคอมพิวเตอร์กับพฤติกรรมก้าวร้าวในเด็กและเยาวชน: ข้อค้นพบจากงานวิจัย. **ประชากรและสังคม**, 301 – 14.

วิชัย เอกพลากร. บรรณาธิการ. (2552). **รายงานการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 4** พ.ศ. 2551-2. นนทบุรี. สำนักพิมพ์เดอะ กราฟิโก ซิสเต็มส์.

หนังสือพิมพ์คมชัดลึก. **“เอแบคโพลล์ชี้เด็กไทยติดเกมต่อสู้รุนแรงมากขึ้น”** ข่าวประจำวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2550. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2555: http://www.eduzones.com/newsview.aspx?zone_ id=1&type=7&id=45483&page=2.

อุไร จักษ์ตรีมงคล. (2546). **การสำรวจพฤติกรรมและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบของการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ**. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2555: http://its.au.edu/joomla/riau/index.php/abstracts/research/35-2010-06-16-03-27-42.html.

Abegunde DO, Mathers CD, et al. (2007). Chronic Diseases 1: The Burden and Costs of Chronic Diseases in Low-income and Middle-income Countries. **Lancet**, 370: 1929 – 38.

American College of Sports Medicine. (2010). **ACSM’s Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Ansari WEI, & Lovell G. (2009). Barriers to Exercise in Younger and Older Non-exercising Adult

Women: A Cross Sectional Study in London, United Kingdom. **Int J Environ Res Public Health**, 6: 1443 – 55.

Biddiss E, & Irwin J. (2010). Active Video Games to Promote Physical Activity in Children and Youth. **Arch Pediate Adolesc Med**, 164(7): 664 – 72.

Burdette HL, & Whitaker RC. (2005). A National Study of Neighborhood Safety, Outdoor Play, Television Viewing, and Obesity in Preschool Children. **Pediatrics**, 116(3): 657 – 62.

Christensen CC, Frey MMH, Foenstelien E, Aadland E, Refsum EH. (1983). A Critical Evaluation of Exepditure Estimates Based on Individual O_2 Consumption/Heart Rate Curves and Averae Daily Heart Rate. Am J Clin Nutr, 37: 468 – 472.

Church TS, Cheng YJ, et al. (2004). Exercise Capacity and Body Composition as Predictors of Mortality among Men with Diabetes. **Diabetes Care**, 27(1): 83 – 8.

Department of Sport and Recreation, Western Australia. Motivators and Barriers of Physical Activity. Retrieved 15 November, 2012, from www.dsr.wa.gov.au/.../Motivators_&_Barriers_in_Physi.

Graf DL, Pratt LV, et al. (2009). Playing Active Video Game increases Energy Expenditure in Children. **Pediatrics**, 124(2): 534 – 40.

Graves L, Stratton G, et al. (2007). Energy Expenditure in Adolescents playing New Generation Computer Games. **Brit Med J**, 335: 1282 – 84.

Haskell WL, Lee IM, et al. (2007). Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation from American College of Sport Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc**, 39(8): 1423 – 34.

Hu FB, Stampfer MJ, et al. (2001). Physical Activity and Risk for Cardiovascular Events in Diabetic Women. **Ann Intern Med,** 134: 96 – 105.

Meier M, Hager R, et al. (2007). The Effects of Leisure Based Screen Time. **Am J Health Ed**, 38(3): 139 – 46.

Miyachi M, Yamamoto K, et al. (2010). METs in Adults while Playing Active Video Games: A Metabolic Chamber Study. **Med Sci Sports Exerc**, 42(6): 1149 – 53.

Norman GJ, Schmid BA, et al. (2005). Psychosocial and Environmental Correlates of Adolescent Sedentary Behaviors. **Pediatrics**, 116(4): 908 – 16.

O'Dea JA. (2003). Why do Kids eat Healthy Foods? Perceived Benefits of and Barriers to Healthful Eating and Physical Activity among Children and Adolescents. **J Am Diet Assoc**, 103(4): 497 – 501.

Society of Actuaries. Obesity and Its Relation to Mortality and Morbidity Costs September 2010. Retrieved 10 November, 2012, from www.soa.org/files/pdf/research-2011-obesity-relation-mortality.pdf.

Spear BA, Barlow SE, et al. (2007). Recommendations for Treatment of Child and Adolescent Overweight and Obesity. **Pediatrics**, 120(Suppl 4): S254 – 88.

Steering Committee. (2000). The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and Its Treatments. Health Communications Australia.

Victor F., Jonathan N. (2007). Manual of Exercise Testing. 3rd ed. Philadelphia: Mosby Inc.

Wei M, Gibbons LW, et al. (2000). Low Cardiorespiratory Fitness and Physical Inactivity as Predictors of Mortality in Men with Type 2 Diabetes. **Ann Intern Med,** 132: 605 – 11.

White K, Kilding AE, et al. (2009). Energy Expenditure and Enyoyment during Nintendo® Wii Active Video Games: How do They compare to Other Sedentary and Physical Activities? Centre for Physical Activity and Nutrition (CPAN). AUT University.

World Health Organization. (2005). Preventing Chronic Diseases: A Vital Investments: WHO Global Report. Geneva. World Health Organization.