



ผลทันทีของการแช่น้ำเย็นก่อนการวิ่งต่ออัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าวในนักวิ่ง มินิมารathonสมัครเล่นผู้ใหญ่วัยตอนต้น

รินนา ไอนุล มัทธิโร^{1,3} สาวิตรี วันเพ็ญ^{1,3} อรรพรรณ บุราณรักษ์^{1,3} อธิพงศ์ พิมพ์ดี¹
รวยริน ขนาวิรัตน์¹ อุดมวิทย์ ศรีคำสุข¹ ธนารักษ์ ปุณณศิริ¹
กมลรัตน์ นาทองหล่อ¹ ปริมาภรณ์ แสงภรา²
และศุภศาสตร์ คนหาญ^{1,3}

¹สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²สาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

³ศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่น ๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาผลทันทีของการแช่น้ำเย็น (cold water immersion: CWI) ต่ออัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าวในนักวิ่งมินิมารathonสมัครเล่นผู้ใหญ่วัยตอนต้น โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม (non - CWI) และกลุ่มทดลอง (CWI) จำนวนกลุ่มละ 15 คน กลุ่มควบคุมจะได้รับการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) และกลุ่มทดลองจะได้รับการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 8 - 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 5 นาทีเท่ากัน โดยวัดอัตราการใช้พลังงานของร่างกายและจำนวนก้าวด้วยเครื่องวัดความเคลื่อนไหวร่างกายแบบพกพา (accelerometer) ขณะวิ่งบนลู่วิ่งเป็นระยะเวลา 16 นาที วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired sample t - test และ Independent sample t - test ผลการวิจัยพบว่า อัตราการใช้พลังงานของร่างกายหลังยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวลดลง (49.34 vs. 44.23 kcal, $p < 0.001$) แต่ไม่พบความแตกต่างของจำนวนก้าว ($p = 0.57$) ส่วนอัตราการใช้พลังงานของกลุ่มที่ได้รับการแช่น้ำเย็นไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ผลรวมของจำนวนก้าวหลังการแช่น้ำเย็นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2041.79 vs. 2165.64, $p = 0.02$) การศึกษาครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า การแช่น้ำเย็นเพิ่มจำนวนก้าวของการวิ่ง ซึ่งน่าจะสัมพันธ์กับความเร็วของการวิ่งที่ลดลง แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการใช้พลังงานของร่างกาย

คำสำคัญ: การให้ความเย็นก่อนการออกกำลังกาย; การใช้พลังงาน; การวิ่งระยะไกล



IMMEDIATE EFFECT OF ICE WATER IMMERSION AS PRE - COOLING ON ENERGY EXPENDITURE AND STEP COUNT AMONG AMATEUR YOUNG - ADULT MINIMARATHON RUNNERS

Rinna Ainul Maghfiroh^{1,3}, Sawitri Wanpen^{1,3}, Orawan Buranruk^{1,3}, Atipong Pimdee¹,
Raoyrin Chanavirut¹, Udomvit Srikamsuk¹, Tanarak Punnasiri¹,
Kamonrat Nathonglor¹, Paramaporn Sangpara²,
and Kurusart Konharn^{1,3*}

¹School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences,
Khon Kaen University

²Program in Applied Statistics, Faculty of Science and Technology,
Rajabhat Mahasarakham University

³Research Center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance (BNOJPH),
Khon Kaen University

Abstract

This study aimed to investigate the immediate effect of ice water immersion (CWI) on energy expenditure (EE) and step count among amateur young - adult mini marathon runners. They were recruited and divided into 2 groups equally (n = 15), the non - CWI group and the CWI group (n = 15). Non - CWI as the control group performed dynamic stretching and the CWI group were applied by 8 - 10°C cold water immersion for 5 minutes equally. EE and step count were carried out by ActiGraph accelerometer during 16 - minute running on a treadmill. Data analysis was performed by using Paired sample t - test and an independent sample t - test. Results showed a significant decrease in EE of the control group (49.34 vs. 44.23 kcal, $p < 0.001$) but there was no significant difference in step count ($p = 0.57$). While it did not find any significant difference in EE among the CWI group ($p > 0.05$) but in this group, there was a considerable increase in step count (2041.79 vs. 2165.64, $p = 0.02$). The findings of this study conclude that CWI increased step count which would be associated with the reduction of running speed. But it did not affect any changes in EE.

Keywords: Pre – cooling, Energy consumption, Long - distance running



บทนำ

ปัจจุบันการวิ่งเป็นการออกกำลังกายที่ได้รับความนิยมอย่างมาก ทั้งในแง่ของการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและการแข่งขัน จึงมีการจัดการแข่งขันขึ้นมากมายทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับนานาชาติ ทำให้มีจำนวนนักวิ่งเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Rakpuang, 2019) การวิ่งเพื่อการแข่งขันสามารถแบ่งประเภทการแข่งขันได้ตามระยะทางเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การแข่งขันประเภทมินิมาราธอน (mini marathon) ประเภทฮาล์ฟมาราธอน (half marathon) และประเภทฟูลมาราธอน (full marathon) โดยเฉพาะการวิ่งมินิมาราธอนเป็นประเภทการแข่งขันที่นิยมสูงสุด เนื่องจากเป็นประเภทการแข่งขันที่ใช้ระยะทางที่ไม่มากหรือน้อยจนเกินไปและเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นการวิ่งระยะไกล จากสถิติการแข่งขันขอนแก่นมาราธอนนานาชาติ ครั้งที่ 14 ปี พ.ศ. 2560 (Khonkaenlink.info, 2017) พบว่า การแข่งขันวิ่งประเภทมินิมาราธอนมีจำนวนผู้เข้าร่วมมากที่สุดถึงร้อยละ 63.98 ของนักวิ่งระยะไกลทั้ง 3 ประเภท ขณะที่การวิ่งเป็นการออกกำลังกายที่ทำได้ง่าย ใช้อุปกรณ์น้อย กติกาไม่ซับซ้อน จากสถิติผู้ออกกำลังกายด้วยการวิ่งในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2554 พบว่า มีจำนวนนักวิ่งประมาณ 5.5 ล้านคน และในปี พ.ศ. 2559 เพิ่มขึ้นเป็น 11.96 ล้านคน โดยแบ่งเป็นเพศหญิง จำนวน 7.4 ล้านคน และเป็นเพศชาย 4.56 ล้านคน และพบว่าโดยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มวัยทำงานหรือผู้ใหญ่วัยตอนต้น อายุ 20 - 39 ปี คิดเป็น 57.53% และเป็นนักวิ่งในเมือง คิดเป็นร้อยละ 67.6 (Rakpuang, 2019; Mongkonpattasaruk, et al., 2018)

อย่างไรก็ตามนักวิ่งควรมีสุขภาพและสมรรถภาพร่างกายที่พร้อม โดยเฉพาะความพร้อมด้านความทนทานของระบบหัวใจและปอด (cardiovascular endurance) หรืออัตราการใช้พลังงานของร่างกาย (energy expenditure) เพื่อให้วิ่งได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ นอกจากนี้เพื่อลดโอกาสในการบาดเจ็บและวิ่งให้ได้เต็มประสิทธิภาพ นักวิ่งจะต้องมีรูปแบบการเคลื่อนไหว (gait analysis) ในการวิ่งที่เหมาะสม ซึ่งมีองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความเร็วในการวิ่ง ได้แก่ ความถี่ในการก้าว (cadence) ความยาวในการก้าว (step length) และความกว้างในการก้าว (stride length) ซึ่งทั้งสามองค์ประกอบนี้ส่งผลต่อความเร็วในการวิ่ง (Agresta, et al., 2019) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความถี่ของการก้าวในการวิ่ง (running cadence) หรือจำนวนก้าวทั้งหมดในการวิ่ง 1 นาที

การติดตามหรือประเมินความพร้อมและความก้าวหน้าของร่างกายก่อนการเข้าร่วมการแข่งขันนั้น นักวิ่งจะให้ความสำคัญอย่างมากในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) เพื่อติดตามระดับความหนักของการออกกำลังกาย โดยพิจารณาจากร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจ ต่ออัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (maximum heart rate) นอกจากนี้ในนักวิ่งยังใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวประเมินความหนักของการฝึกซ้อมเพื่อกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจให้อยู่ในช่วงต่าง ๆ ตามความต้องการ ซึ่งการกำหนดช่วงของอัตราการเต้นของหัวใจต้องให้มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ต่างกันของการวิ่ง เรียกว่า heart - rate training zone แบ่งออกเป็น 5 โซน เช่น โซนที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วงร้อยละ 50 - 60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นโซนที่เหมาะสมสำหรับการวิ่งเพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย ใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง โซนที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วงร้อยละ 60 - 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการฝึกซ้อมของนักวิ่งระยะไกลในช่วงนี้ร่างกายจะมีการปรับมาใช้ไขมันเป็นพลังงานหลักจึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการวิ่งเพื่อลดน้ำหนักด้วยเช่นกัน ควรใช้ระยะเวลาไม่เกิน 90 นาที (Carrasco - Poyatos, et al., 2022) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการใช้พลังงานของร่างกาย นอกเหนือจากการใช้อัตราการเต้นของ



หัวใจเป็นตัวกำหนดแล้ว นักวิ่งนั้นมักใช้คำว่า เพซ (running pace) เป็นตัวแปรหลักอีกตัวหนึ่ง ซึ่งเป็นค่าที่คำนวณจากเวลาในการวิ่งต่อระยะทางในการวิ่ง 1 กิโลเมตร นักวิ่งจะใช้เป็นตัวช่วยในการออกแบบและกำหนดเป้าหมายของการฝึกให้เหมาะสม (Casado, et al., 2021) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในการควบคุมอัตราการใช้พลังงานของร่างกายในขณะที่ทำการแข่งขัน (Casado, et al., 2021)

อัตราการใช้พลังงานของร่างกายเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความสามารถในการวิ่งของนักวิ่ง โดยระบบที่ผลิตพลังงานขึ้นอยู่กับความหนักของการทำกิจกรรมระบบพลังงานหลักที่ใช้ ได้แก่ แอนแอโรบิก (anaerobic system) เป็นระบบพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Oxygen) ในการผลิตพลังงาน และระบบแอโรบิก (aerobic system) เป็นระบบที่ใช้ออกซิเจนในการผลิตพลังงานซึ่งให้ปริมาณพลังงานมากกว่าและยาวนานกว่า แบบแอนแอโรบิก อย่างไรก็ตามขณะที่มีการออกกำลังกายอย่างหนักในการวิ่งนั้น กล้ามเนื้อจะมีการดึงเอาออกซิเจนมาใช้เป็นพลังงานในการเคลื่อนไหวและเกิดการเผาผลาญพลังงานมากขึ้นจนทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติก (Lactic acid) ในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการดังกล่าวที่น่าสนใจ คือ กรดแลคติกนี้จะส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า (fatigue) (Lee et al., 2020) ขณะที่อัตราการใช้พลังงานของร่างกายยังมีความแตกต่างกันระหว่างเพศ มวลร่างกาย (body mass) ส่วนประกอบของร่างกาย (body composition) และระดับความหนักของกิจกรรม (exercise intensity) ที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล นักวิ่งหรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำจะมีค่าระดับกิจกรรมทางกาย (physical activity) ที่สูง และสัมพันธ์กับอัตราการใช้พลังงานที่มากขึ้น โดยกิจกรรมทางกายและอัตราการใช้พลังงานของร่างกายสามารถวัดได้โดยทางอ้อมจากการวัดอัตราการเคลื่อนไหวของร่างกาย (accelerometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับและใช้ในวงกว้างในการวิจัยและระบาดวิทยาทางสาธารณสุข (Kiernan et al., 2018; O'Driscoll et al., 2020)

อาการล้า (fatigue) เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้นักวิ่งไม่สามารถดำเนินการฝึกซ้อมตามแบบแผนที่วางไว้ และยังอาจส่งผลให้เกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหรือโครงสร้างของร่างกายที่เกี่ยวข้องได้ การป้องกันอาการล้าดังกล่าวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เช่น การนวด การยืดกล้ามเนื้อ รวมไปถึงการใช้ความเย็น (cryotherapy) ซึ่งการแช่น้ำเย็น (ice water immersion) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุด โดยการแช่ส่วนของร่างกายต่าง ๆ เช่น แขน ขา หรือทั้งร่างกายลงในน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 10 - 15 องศาเซลเซียส (°C) เป็นเวลา 10 - 15 นาที ซึ่งสามารถช่วยให้ร่างกายสามารถฟื้นฟูจากอาการล้าได้เร็วขึ้นหรือเกิดอาการล้าน้อยลงได้ภายในระยะเวลา 24 - 72 ชั่วโมง (De Paula et al., 2018) แต่จะทำให้แรงหดตัวสูงสุด (peak power output) ของกล้ามเนื้อลดลง (Chow, Chung, & Fong, 2018) อย่างไรก็ตามงานวิจัยก่อนหน้านี้ชี้ให้เห็นว่าการสวมชุดความเย็น (cooling vest) ในอุณหภูมิ 0 - 5°C เป็นระยะเวลา 20 นาที สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งได้ โดยพบว่าค่าแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อในนักวิ่งเพิ่มขึ้น แต่พบว่าสมรรถภาพด้านความทนทาน (endurance performance) หลังการได้รับความเย็นในอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวมีค่าลดลง (Uckert, & Joch, 2007) แต่บางงานวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างที่เห็นได้ชัดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength) กำลังกล้ามเนื้อ (muscle power) และประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อ (performance) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการแช่น้ำเย็น (ice water immersion) กับการแช่น้ำอุ่น (warm water immersion) (Egaña, Jordan, & Moriarty, 2019)

ขณะที่มีการศึกษาการให้ความเย็นก่อนการออกกำลังกาย (pre - cooling) ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย และมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้อย่างชัดเจน การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า การทำให้อุณหภูมิ

ก่อนการออกกำลังกายลดลงอาจทำให้ร่างกายเกิดการเกิดพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาผลาญพลังงานของร่างกายได้ดีขึ้น จึงลดโอกาสการเกิดภาวะเครียดของร่างกายที่เกิดจากความร้อน (heat stress) ลงได้ (Xu et al., 2021; Cao, Lei, Wang, Yang, & Mündel, 2022) สอดคล้องกับผลการศึกษาของเมื่อไม่นานมานี้ที่พบว่า การให้ความเย็นก่อนการออกกำลังกายในนักวิ่งที่วิ่งแบบเป็นช่วง ๆ (intermittent running) จะช่วยให้ให้นักวิ่งมีสมรรถภาพทางการวิ่ง (running performance) ที่ดีกว่าในกลุ่มที่ไม่ได้รับความเย็นก่อนการออกกำลังกาย และยังช่วยให้อุณหภูมิกล้ามเนื้อขณะทำกิจกรรมเพิ่มขึ้นช้าลงและช่วยรักษาความสามารถสูงสุดของกล้ามเนื้อได้นานขึ้น (Boujezza, Sghaier, Ben Rejeb, Gargouri, Latiri, & Ben Saad, 2018) ขณะที่การศึกษาเมื่อไม่นานมานี้พบว่า ประสิทธิภาพในการออกกำลังกายจะลดลงหลังจากแช่น้ำเย็น 14°C และ 5°C (Anderson, Nunn, & Tyler, 2018) อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษารูปแบบเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในด้านอัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าว การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลทันทีของการแช่น้ำเย็นต่ออัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าวในนักวิ่งมินิมารอนสมัครเล่นผู้ใหญ่วัยตอนต้น เพื่อให้ นักวิ่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายและการวิ่ง เช่น แพทย์ นักกายภาพบำบัด นักวิทยาศาสตร์การกีฬา นักพลศึกษา เป็นต้น พิจารณาประยุกต์ใช้สำหรับนักกีฬาวิ่งมินิมารอนเพื่อเพิ่มความสามารถในการวิ่งของนักวิ่งต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาผลทันทีของการแช่น้ำเย็นต่ออัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าวในนักวิ่งมินิมารอนสมัครเล่นผู้ใหญ่วัยตอนต้น
- 2) เพื่อเปรียบเทียบผลทันทีของการแช่น้ำเย็นในกลุ่มทดลองและการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) ในกลุ่มควบคุมต่ออัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าวในนักวิ่งมินิมารอนสมัครเล่นผู้ใหญ่วัยตอนต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research)

คณะกรรมการจริยธรรม

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการศูนย์จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (เลขที่อ้างอิง: HE642206)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มเป้าหมาย)

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นักวิ่งมินิมารอนสมัครเล่น ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน โดยมีจำนวนเพศชาย และเพศหญิง กลุ่มละเท่า ๆ กัน ผู้วิจัยทำการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (G*Power) รุ่น 3.1.9.7 ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้การทดสอบ 2 - group 2 - tailed t - test และในการคำนวณได้กำหนดค่าอัลฟา (α) เท่ากับ 0.05 ค่าอำนาจการทดสอบ ($1 - \beta$) เท่ากับ 0.95 ค่าขนาดอิทธิพลขนาดใหญ่ (effect size) มีค่าเท่ากับ 1.4 ซึ่งได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่น้อยกว่ากลุ่มละ 15 คน (Choo, et al., 2019)

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย



- 1) นักวิ่งเพศชายและหญิงที่เคยเข้าร่วมแข่งขันมินิมารathonอย่างน้อย 2 ครั้งในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา
- 2) เป็นวัยผู้ใหญ่ตอนต้นอายุระหว่าง 19 - 35 ปี
- 3) ออกกำลังกายโดยการวิ่งหรือออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างสม่ำเสมอ (อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์) ภายในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา
- 4) ต้องเคยมีประสบการณ์การรักษาหรือได้รับการแช่น้ำเย็นมาก่อนอย่างน้อย 1 ครั้ง
- 5) มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ระหว่าง 18 - 24.99 kg / m²
- 6) ไม่มีแผลเปิด ไม่มีโรคประจำตัวที่สัมพันธ์กับความเย็น หรือแพ้ความเย็น
- 7) ไม่มีโรคประจำตัวที่จำกัดการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง (มากกว่า 139 / 89 mmHg.) เป็นต้น
- 8) เพศหญิงต้องไม่อยู่ในช่วงที่มีรอบเดือน

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

มีอาการหรือประวัติได้รับบาดเจ็บรุนแรงที่กระดูก ข้อต่อ หรือกล้ามเนื้อทำให้ไม่สามารถวิ่งได้อย่างเต็มที่ในเวลาที่กำหนด

เกณฑ์การถอนอาสาสมัคร

อาสาสมัครเกิดการแพ้ความเย็นอย่างรุนแรง เช่น แสบร้อนอย่างรุนแรง ปัญหาด้านการหายใจ เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) เครื่องวัดความเคลื่อนไหวแบบพกพา (ActiGraph GT9X accelerometer, ActiGraph, LLC., Pensacola, USA) เพื่อใช้วัดอัตราการใช้พลังงานของร่างกายและจำนวนก้าว
- 2) เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar H7 HR Monitor, Polar Electro Inc. / Polar Electro Oy, Finland) ยี่ห้อ Polar H10 เพื่อใช้วัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและประเมินความพร้อมของการออกกำลังกาย
- 3) ลู่วิ่งกล (electrical treadmill, Bolzen EX, Australia) เพื่อใช้ในการกำหนดความเร็วในการวิ่ง
- 4) อ่างแช่น้ำเย็นพลาสติก เพื่อใช้ในการให้ความเย็นแก่อาสาสมัคร
- 5) นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิทัล (Casio HS - 70W STOPWATCH, Casio computer Co., Ltd, Japan) เพื่อใช้ในการจับเวลาของการวิ่งและการพัก
- 6) เครื่องวัดความดันโลหิต (Omron HEM - 7361T, OMRON HEALTHCARE Co., Ltd., Japan) เพื่อใช้ในการวัดความดันโลหิตขณะพักและประเมินความพร้อมของการออกกำลังกาย
- 7) เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง เพื่อใช้ประเมินน้ำหนักและส่วนสูง รวมไปถึงการคำนวณค่าดัชนีมวลกายของอาสาสมัคร
- 8) แบบสอบถาม PAR - Q เพื่อใช้ประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental research) โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ ห้องปฏิบัติการการวิจัยทางกายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิจากห้องที่ 25 องศาเซลเซียส โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนก่อนการทดลอง

1.1 ประชาสัมพันธ์รับอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดไว้ด้วยวิธีประกาศหาอาสาสมัครในกลุ่มนักวิ่งมาราธอนในสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ รวมถึงการติดโปสเตอร์ประกาศในชมรมที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งรวมถึงสถานที่หลัก ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักวิ่งระยะไกล โดยแจ้งความประสงค์เข้าร่วมโครงการวิจัยผ่านระบบ QR code

1.2 ผู้วิจัยทำการนัดหมายและชี้แจงรายละเอียดการเข้าร่วมโครงการวิจัยแก่อาสาสมัคร และลงนามแสดงความยินยอมเป็นอาสาสมัคร

1.3 นัดหมายอาสาสมัครล่วงหน้า เพื่อให้อาสาสมัครสามารถเตรียมร่างกายก่อนเข้ารับการทดลองได้ตามมาตรฐานก่อนออกกำลังกาย

2. ขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยจำนวนเท่า ๆ กัน ด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบ simple random sampling ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2 อาสาสมัครทำการเปลี่ยนเสื้อผ้าที่พร้อมสำหรับการออกกำลังกายซึ่งอาสาสมัครเตรียมมาจากนั้นให้พักเป็นระยะเวลา 15 นาที และวัดความพร้อมของการออกกำลังกายด้วยแบบสอบถาม PAR - Q วัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ไม่เกิน 60 - 100 ครั้งต่อนาที) และความดันโลหิตขณะพัก (น้อยกว่า 139 / 89 mmHg.) ขณะพักตามมาตรฐานของ The American College of Sports Medicine (ACSM) (Whelton et al., 2018)

2.3 ติดตั้งอุปกรณ์วัดตัวแปรที่ต้องการศึกษาให้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยการติดเครื่องวัดความเคลื่อนไหว แบบพกพา (accelerometer) โดยคาดไว้ที่สะโพกด้านขวา (Allahbakhshi, et al., 2020; Kiernan, et al., 2018) เพื่อวัดอัตราการใช้พลังงานของร่างกาย (kcal) และจำนวนก้าว (step count) โดยใช้ cut of point ของงานวิจัยก่อนหน้า (Freedson, Melanson, & Sirard, 1998) รวมถึงติดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ ระดับอกเพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (beats per minute: bpm) เพื่อประเมินความเสี่ยงขณะออกกำลังกาย

2.4 ให้อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มทำการยืดกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งเพื่อเป็นการอบอุ่นร่างกาย ได้แก่ กล้ามเนื้องอและเหยียดสะโพก (Hip flexors and extensor muscles) กล้ามเนื้องอและเหยียดเข่าด้านหน้า (Knee flexor and extensor muscles) และกล้ามเนื้องอและเหยียดข้อเท้า (Ankle flexor and extensor muscles) จำนวน 5 ครั้ง โดยยืดให้รู้สึกตึงแต่ไม่เจ็บ ค้างไว้ท่าละ 10 วินาที จากนั้นอบอุ่นร่างกายด้วยการวิ่งช้า ๆ บนลู่วิ่งกลเป็นเวลา 5 นาที (Dissaphon Boobpachat, 2006)

2.5 จากนั้นวิ่งต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 16 นาที ด้วยความเร็วปกติของอาสาสมัครแต่ละคน (Pace) โดยอ้างอิงจากความเร็วสูงสุดในรอบ 3 เดือนที่ผ่านมา ผู้วิจัยทำการวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ทุก ๆ 2 นาที (Castle, et al., 2006) เมื่อวิ่งเสร็จให้นั่งพัก 30 นาทีทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจนค่าอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตขณะพักใกล้เคียงกับก่อนการวิ่ง บันทึกค่าตัวแปรต่างๆ เป็นค่าก่อนการทดลอง (pre - test)





2.6 อาสาสมัครแต่ละกลุ่มได้รับวิธีการทดลองหลัก ดังนี้ 1) กลุ่มทดลอง ทำการแช่น้ำเย็นถึงระดับเอวที่อุณหภูมิ 12 - 15 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิปกติในการรักษาด้วยความเย็น) เป็นเวลา 2 นาที เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยและลดอันตรายจากการได้รับความเย็นมากเกินไป จากนั้นแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 8 - 10 องศาเซลเซียส (Burke, et al., 2000) ต่อเนื่อง 5 นาที โดย ผู้วิจัยควบคุมและติดตามอุณหภูมิน้ำให้คงที่ด้วย Thermometer ที่ถูกจุ่มลงในน้ำตลอดเวลา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองการควบคุมอุณหภูมิน้ำให้เชี่ยวชาญก่อนนำมาปรับใช้ในการทดลองจริง 2) กลุ่มควบคุม ทำการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) เป็นระยะเวลา 5 นาที ตามวิธีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีกล้ามเนื้อเป้าหมาย 5 ส่วน ได้แก่ hip extensors และ flexors, knee extensors และ flexors, และ ankle plantar flexor และ dorsi - flexor muscles) จากนั้นอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มทำการอบอุ่นร่างกายหลังออกกำลังกาย (cooling down)

2.7 อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มทำการนั่งพักเป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นให้ทำการอบอุ่นร่างกายแล้ววิ่งบนลู่วิ่งอีกครั้งเป็นเวลา 16 นาทีอีกครั้ง บันทึกค่าตัวแปรต่าง ๆ เหมือนก่อนการทดลอง แล้วอบอุ่นร่างกายหลังออกกำลังกายอีกครั้ง และเสร็จสิ้นการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล โดยใช้ Shapiro - Wilk test
2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังทดลองของอัตราการใช้พลังงานของร่างกายและจำนวนก้าวโดยใช้ Paired sample t - test
3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังทดลองของอัตราการใช้พลังงานของร่างกายและจำนวนก้าวโดยใช้ Independent sample t - test
4. กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า 0.05 ($p < 0.05$)
5. วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, USA) เวอร์ชัน 27



ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร (n = 30)

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง (n=15)	กลุ่มควบคุม (n=15)	p- value	ทั้งหมด (n=30)
	9 males 6 females (mean ± S.D.)	7 males 8 females (mean ± S.D.)		16 males 14 females (mean ± S.D.)
อายุ (ปี)	22.5 ± 4.0	21.9 ± 2.1	0.65	22.2 ± 3.1
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	60.6 ± 15.0	53.0 ± 8.2	0.14	57.2 ± 12.4
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	168.0 ± 10.7	164.1 ± 9.3	0.21	166.5 ± 10.1
BMI (กิโลกรัม/เมตร ²)	20.9 ± 2.7	19.9 ± 1.4	0.20	20.4 ± 2.4
ความเร็วในการวิ่ง (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	7.1 ± 1.0	6.3 ± 1.0	0.05	6.7 ± 1.0
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที่)	84.2 ± 15.1	82.5 ± 11.7	0.73	83.3 ± 13.3
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (mmHg)	118.6 ± 15.2	117.1 ± 15.3	0.79	117.8 ± 15.0
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (mmHg)	75.9 ± 12.6	71.6 ± 10.8	0.33	73.7 ± 11.8

หมายเหตุ BMI: body mass index, *p-value <0.05, สถิติที่ใช้: Independent sample t-test

จากตารางที่ 1 พบว่า อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ของข้อมูลพื้นฐานทั่วไป โดยอาสาสมัครทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยอายุเท่ากับ 22.2 ± 3.1 ปี ดัชนีมวลกายเท่ากับ 20.4 ± 2.4 กิโลกรัม / เซนติเมตร² ความเร็วในการวิ่งเท่ากับ 6.7 ± 1.0 กิโลเมตร / ชั่วโมง อัตราการเต้นหัวใจขณะพักเท่ากับ 83.3 ± 13.3 ครั้ง / นาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure) เท่ากับ 117.8 ± 15.0 มิลลิเมตรปรอท ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (diastolic blood pressure) เท่ากับ 73.7 ± 11.8 มิลลิเมตรปรอท





ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าวเปลี่ยนนาฬิกาที่ 2 กับนาฬิกาที่ 16 ภายในกลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุม	ก่อนได้รับ dynamic stretching				หลังได้รับ dynamic stretching			
	mean $\pm$ SD	% difference	p-value	effect size	mean $\pm$ SD	% difference	p-value	effect size
อัตราการใช้พลังงาน								
(kcal) นาฬิกาที่ 2	2.94 $\pm$ 0.6	7.48	0.16	0.37	2.70 $\pm$ 0.2	2.27	0.78	0.25
นาฬิกาที่ 16	3.16 $\pm$ 0.6				2.64 $\pm$ 0.2			
รวมนาฬิกาที่ 2-16	49.34 $\pm$ 22.2				44.23 $\pm$ 22.2	11.55	<0.001*	10.34
จำนวนก้าว								
(ก้าว) นาฬิกาที่ 2	146.60 $\pm$ 15.9	1.29	0.66	0.12	149.47 $\pm$ 29.9	6.76	0.24	0.32
นาฬิกาที่ 16	144.73 $\pm$ 15.9				140.00 $\pm$ 29.9			
รวมนาฬิกาที่ 2-16	2345.20 $\pm$ 357.6				2399.67 $\pm$ 357.6	2.32	0.57	0.15

หมายเหตุ kcal: แคลอรี (kilocalories), *p-value <0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า อัตราการใช้พลังงานในนาฬิกาที่ 2 และนาฬิกาที่ 16 ภายในกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งก่อนและหลังการได้รับการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) ขณะที่พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างหลังได้รับการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว มีแนวโน้มลดลงประมาณ 5.21% เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลรวมของอัตราการใช้พลังงานตั้งแต่นาฬิกาที่ 2 ถึงนาฬิกาที่ 16 พบว่า อัตราการใช้พลังงานของร่างกายหลังได้รับการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (49.34 vs. 44.23, $p < 0.001$) หรือคิดเป็น 11.5% ขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในส่วนของการก้าว (p = 0.57) โดยมีแนวโน้มของการมีจำนวนก้าวที่เพิ่มขึ้นหลังได้รับการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าวเปลี่ยนนาฬิกาที่ 2 กับนาฬิกาที่ 16 ภายในกลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม	ก่อนได้รับ CWI				หลังได้รับ CWI			
	mean $\pm$ SD	% difference	p-value	effect size	mean $\pm$ SD	% difference	p-value	effect size
อัตราการใช้พลังงาน								
(kcal) นาฬิกาที่ 2	7.47 $\pm$ 1.4	1.20	0.37	0.06	7.24 $\pm$ 1.1	9.98	0.08	0.59
นาฬิกาที่ 16	7.56 $\pm$ 1.4				7.89 $\pm$ 1.1			
รวมนาฬิกาที่ 2-16	127.12 $\pm$ 39.4				133.86 $\pm$ 39.4	5.30	0.59	0.17
จำนวนก้าว								
(ก้าว) นาฬิกาที่ 2	136.57 $\pm$ 26.7	11.1	0.36	0.51	129.53 $\pm$ 11.9	6.87	0.73	0.70
นาฬิกาที่ 16	122.93 $\pm$ 26.7				121.20 $\pm$ 11.9			
รวมนาฬิกาที่ 2-16	2041.79 $\pm$ 864.3				2165.64 $\pm$ 864.3	6.07	0.02*	0.14

หมายเหตุ CWI: Cold water immersion, kcal: แคลอรี (kilocalories), *p - value < 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่า อัตราการใช้พลังงานในนาฬิกาที่ 2 และนาฬิกาที่ 16 ภายในกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งก่อนและหลังการได้รับการแช่น้ำเย็น (cold water

immersion) ขณะที่พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างหลังได้รับการแช่น้ำเย็น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 8.78% เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการแช่น้ำเย็น และเมื่อเปรียบเทียบผลรวมของอัตราการใช้พลังงาน ตั้งแต่นาทีที่ 2 ถึงนาทีที่ 16 พบว่า อัตราการใช้พลังงานของร่างกายหลังได้รับการแช่น้ำเย็น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่า ผลรวมของจำนวนก้าว ตั้งแต่นาทีที่ 2 ถึงนาทีที่ 16 หลังการแช่น้ำเย็นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2041.79 vs. 2165.64, $p = 0.02$)

การอภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยซึ่งต้องการศึกษาผลทันทีของการแช่น้ำเย็นต่ออัตราการใช้พลังงานและจำนวนก้าวในนักกีฬามินิมาราธอนสมัครเล่นผู้ใหญ่วัยตอนต้น ซึ่งข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เช่น น้ำหนัก ความสูง ดัชนีมวลกาย เป็นต้น ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 8 - 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 5 นาที ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการใช้พลังงานของร่างกายของนักกีฬามินิมาราธอนสมัครเล่น แม้ว่าศึกษาก่อนหน้านี้ชี้ให้เห็นว่า น้ำหนักและส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้พลังงานของร่างกายที่แตกต่างกัน (Marra, et al., 2021) ในขณะที่อาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักและส่วนสูงไม่แตกต่างกัน แต่ที่น่าสนใจ คือ อัตราการใช้พลังงานของอาสาสมัครกลุ่มที่ได้รับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวลดลง แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงนี้ ในกลุ่มที่ได้รับการแช่น้ำเย็น ขณะที่กลุ่มอาสาสมัครที่ได้รับการแช่น้ำเย็นมีจำนวนก้าวของการวิ่งที่ลดลง ซึ่งเป็นไปได้ว่าการประยุกต์ใช้การแช่น้ำเย็นก่อนการวิ่งจึงอาจมีผลต่อความเร็วของการวิ่งที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ระบุว่า การแช่น้ำเย็นมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความสามารถของนักกีฬา ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการลดลงของความเร็วในการนำของกระแสประสาท ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ (Dantas et al., 2020) อย่างไรก็ตามงานวิจัยก่อนหน้านี้ใช้ Indirect calorimetry และ Doubly labeled water ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำในการวัดอัตราการใช้พลังงานของร่างกายมากกว่าเครื่องวัดการเคลื่อนไหวแบบพกพาซึ่งใช้ในการวัดพลังงานในการวิจัยครั้งนี้ แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้อาสาสมัครเป็นนักกีฬามินิมาราธอนสมัครเล่น ซึ่งอาจมีระบบการให้พลังงานที่มีความเสถียรมากกว่างานวิจัยก่อนหน้านี้ที่เป็นอาสาสมัครสุขภาพดีทั่วไป

ปกติแล้วคนทั่วไปจะมีค่าจำนวนการก้าวในการวิ่งที่ 150 - 170 ก้าวต่อนาที การเพิ่มจำนวนก้าวจะช่วยให้ประสิทธิภาพรูปแบบการวิ่ง ขณะที่อาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้ วิ่งด้วยจำนวนก้าวที่ 123 - 147 ก้าวต่อนาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักวิ่งจะมีความเร็วในการวิ่งมากกว่าและมีจำนวนการก้าวขาที่น้อยกว่าคนทั่วไป เนื่องจากระยะก้าวจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลขึ้นกับความสูง ความอ่อนตัว (flexibility) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength) ของกล้ามเนื้อขา ตลอดจนรูปแบบในการวิ่งและการฝึกฝน นักวิ่งที่มีเพชฌัญญ์จะมีระยะเวลาของเท้าที่สัมผัสพื้น (ground contact time) น้อยเช่นกัน ที่น่าสนใจอีกประเด็น คือ อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มของจำนวนก้าวลดลงเมื่อเวลาของการวิ่งที่เพิ่มขึ้น ในส่วนของจำนวนก้าวพบว่า ผลรวมของจำนวนก้าวก่อนการทดลองระหว่างนาทีที่ 2 กับนาทีที่ 16 ในกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันใกล้เคียงกับกลุ่มทดลอง คือ 6.76% และ 6.87% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการแช่น้ำเย็นก่อนการวิ่งทำให้จำนวนก้าวของการวิ่งไม่แตกต่างจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ ความพยายาม (effort) ในการรักษาความเร็วของการวิ่งของนักวิ่งที่ได้รับที่แตกต่างกันให้ผลไม่ต่างกัน เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้อาสาสมัครถูกกำหนดให้วิ่งด้วยความเร็วที่คงที่ในอีกทางหนึ่งที่เป็นไปได้ จากข้อมูลที่แสดงในการศึกษาครั้งนี้



ยังพบอีกว่า กลุ่มที่ได้รับการแช่น้ำเย็นมีการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่มากกว่ากลุ่มควบคุม (6.07% vs. 2.32%) ซึ่งเป็นไปได้ว่าการแช่น้ำเย็นส่งผลให้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในขณะวิ่งที่น้อยกว่ากลุ่มควบคุม (Marino, 2002) และยังเป็นไปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนก้าวในระยะเวลาของการวิ่งที่เท่ากัน อาจทำให้สัมพันธ์กับระยะทางที่ได้เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน หรือกล่าวได้ว่าการแช่น้ำเย็นก่อนการวิ่งอาจส่งผลให้นักวิ่งวิ่งได้ไกลขึ้นในระยะเวลาที่ใช้เท่าเดิม ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพหรือเป้าหมายของการวิ่งเพื่อการแข่งขัน อย่างไรก็ตามประเด็นนี้ยังคงต้องทำการศึกษาให้ชัดเจนต่อไป การศึกษาค้นคว้านี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้เมื่อไม่นานมานี้ ซึ่งพบว่าการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10°C ให้ผลในการฟื้นตัวกลับ (recovery) ในทางคลินิกไม่แตกต่างจากการแช่น้ำอุณหภูมิห้องหรือการพักปกติในนักวิ่งเพื่อสุขภาพทั่วไป (Dantas et al., 2020) และอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการเผาผลาญพลังงาน (metabolic rate) ในบางช่วงเท่านั้น (Cao, et al., 2022) อย่างไรก็ตามความไม่สอดคล้องของผลการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาก่อนหน้านี้ ๆ อาจมีความสัมพันธ์กับวิธีการ ระยะเวลา อุณหภูมิที่กำหนด ความถี่ของการให้ความเย็น วิธีการวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงระดับสมรรถภาพทางร่างกายของนักวิ่งที่อาจแตกต่างกัน อาจส่งผลต่อการศึกษาครั้งนี้ได้เช่นกัน (Dantas et al., 2020)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถเป็นองค์ความรู้สำหรับแพทย์ นักกายภาพบำบัด นักวิทยาศาสตร์การกีฬานักพลศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย โดยเฉพาะบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งมินิมาราธอน รวมถึงนักวิ่งที่เกี่ยวข้องควรพิจารณาการประยุกต์ใช้การแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 8 - 10 องศาเซลเซียส ก่อนการวิ่งเนื่องจากอาจมีผลต่อความเร็วของการวิ่งที่ลดลง แต่อาจจะช่วยเพิ่มระยะทางในการวิ่งได้ดีขึ้นในขณะที่ต้องการพลังงานเท่าเดิม อย่างไรก็ตามความเย็นดังกล่าวอาจสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยอื่น ๆ ทางสรีรวิทยาของร่างกายที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะทางการวิ่งได้ ซึ่งควรทำการศึกษาต่อไป อย่างไรก็ตามเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้การแช่น้ำเย็นเฉพาะส่วนล่างของร่างกาย ซึ่งอาจมีความแตกต่างกับการแช่ทั้งตัว การวิจัยครั้งต่อไปอาจเปรียบเทียบการแช่น้ำเย็นทั้งตัวและการแช่เฉพาะส่วนล่างของร่างกาย อีกทั้งการศึกษาค้นคว้านี้ออกแบบให้อาสาสมัครวิ่งเพียง 16 นาทีหรือประมาณ 25% ของระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการวิ่งมินิมาราธอนเท่านั้น การศึกษาในระยะเวลาที่นานมากขึ้นอาจพบการเปลี่ยนแปลงอื่นที่แตกต่างไปได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก Scholarship for ASEAN & GMS Countries' Personnel และ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์วิจัย ปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่น ๆ และสมรรถนะของมนุษย์ (BNOJPH) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกคนที่เสียสละเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้





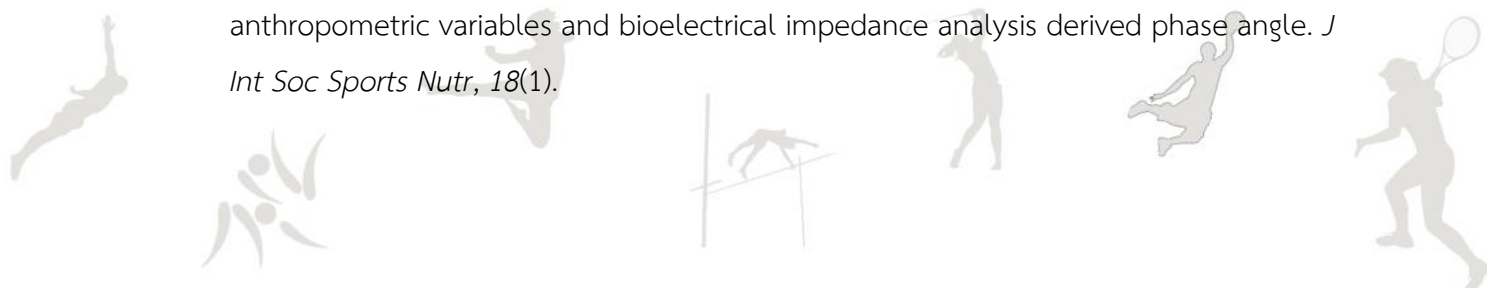
References

- Agresta, C. E, Goulet, G. C., Peacock, J., Housner, J., Zernicke, R. F., & Zendler, J. D. (2019). Years of running experience influences stride – to – stride fluctuations and adaptive response during step frequency perturbations in healthy distance runners. *Gait Posture*, 70, 376 - 382.
- Allahbakhshi, H., Conrow, L., Naimi, B., & Weibel, R. (2020). Using accelerometer and GPS data for real - life physical activity type detection. *Sensors (Basel)*, 20(3). doi: 10.3390/s20030588.
- Anderson, D., Nunn, J., & Tyler, C. J. (2018). Effect of cold (14° c) vs. ice (5° c) water immersion on recovery from intermittent running exercise. *J Strength Cond Res*, 32(3), 764 - 771.
- Boujezza, H., Sghaier, A., Ben Rejeb, M., Gargouri, I., Latiri, I., & Ben Saad, H. (2018). Effects of cold water immersion on aerobic capacity and muscle strength of young footballers. *Tunis Med*, 96(2), 107 - 112.
- Burke, D. G., MacNeil, S., Holt, L., MacKinnon, N., & Rasmussen, R. (2000). The effect of hot or cold water immersion on isometric strength training. *J Strength Cond Res*, 14(1), 21 - 25.
- Cao, Y., Lei, T. H., Wang, F., Yang, B., & Mündel, T. (2022). Head, face and neck cooling as per - cooling (Cooling During Exercise) modalities to improve exercise performance in the heat: a narrative review and practical applications. *Sports Med Open*, 8(1).
- Carrasco - Poyatos, M., González - Quílez, A., Altini, M., & Granero - Gallegos, A. (2022). Heart rate variability - guided training in professional runners: Effects on performance and vagal modulation. *Physiol Behav*, 244, 113654. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113654>
- Casado, A., Hanley, B., Jiménez - Reyes, P., & Renfree, A. (2021). Pacing profiles and tactical behaviors of elite runners. *J Sport Health Sci*, 10(5), 537 - 549.
- Castle, P. C., Macdonald, A. L., Philp, A., Webborn, A., Watt, P. W., & Maxwell, N. S. (2006). Precooling leg muscle improves intermittent sprint exercise performance in hot, humid conditions. *J Appl Physiol*, 100(4), 1377 - 1384.
- Choo, H. C., Peiffer, J. J., Lopes - Silva, J. P., Mesquita, R. N. O., Amano, T., Kondo, N., & Abbiss, C. R. (2019). Effect of ice slushy ingestion and cold water immersion on thermoregulatory behavior. *PLoS One*, 14(2), e0212966. doi: 10.1371/journal.pone.0212966.





- Chow, G.C.C., Chung, J.W.Y., & Fong S.S.M. (2018). Differential effects of post-exercise ice water immersion and room temperature water immersion on muscular performance, vertical jump, and agility in amateur rugby players: A randomized controlled trial. *Sci Sports*, 33(6), e271 - e279.
- Dantas, G., Barros, A., Silva, B., Belém, L., Ferreira, V., Fonseca, A., ... & Héricksen, W. (2020). Cold-water immersion does not accelerate performance recovery after 10 - km street run: Randomized controlled clinical trial. *Res Q Exerc Sport*, 91(2), 228 - 238.
- De Paula, F., Escobar, K., Ottone, V., Aguiar, P., de Matos, M. A., Duarte, T., ... & Amorim, F. (2018). Post - exercise cold - water immersion improves the performance in a subsequent 5 - km running trial. *Temperature (Austin)*, 5(4), 359 - 370.
- Dissaphon Boobpachat. (2006). *Effects of three different warm ups on leg muscle power, flexibility, range of motion, and reaction time* (Master's thesis), Srinakharinwirot University. Retrieved from http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Spo_Coa/Dissaphon_B.pdf
- Egaña, M., Jordan, L., & Moriarty, T. (2019). A 2.5 min cold water immersion improves prolonged intermittent sprint performance. *J Sci Med Sport*, 22(12), 1349 - 1354.
- Freedson, P. S., Melanson, E., & Sirard, J. (1998). Calibration of the computer science and applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, 30(5), 777 - 781.
- Greenwood, A., & Gillette, C. (2017). Effect of cold water immersion on metabolic rate in humans. *Int J Kinesiol Sports Sci*, 5(2), 1 - 6.
- Khonkaenlink. (2017). *Khon Kaen news*. Retrieved from <https://www.khonkaenlink.info/home/news/3706.html>
- Kiernan, D., Hawkins, D. A., Manoukian, M. A. C., McKallip, M., Oelsner, L., Caskey, C. F., & Coolbaugh, C. L. (2018). Accelerometer - based prediction of running injury in National Collegiate Athletic Association track athletes. *J Biomech*, 73, 201 - 209.
- Lee, S., Hong, G., Park, W., Lee, J., Kim, N., Park, H., & Park, J. (2020). The effect of short - term creatine intake on blood lactic acid and muscle fatigue measured by accelerometer - based tremor response to acute resistance exercise. *Phys Act Nutr*, 24(1), 29 - 36.
- Marino, F. E. (2002). Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. *Br J Sports Med*, 36(2), 89 - 94.
- Marra, M., Di Vincenzo, O., Cioffi, I., Sammarco, R., Morlino, D., & Scalfi, L. (2021). Resting energy expenditure in elite athletes: Development of new predictive equations based on anthropometric variables and bioelectrical impedance analysis derived phase angle. *J Int Soc Sports Nutr*, 18(1).





- Mongkonpattasarak, A., Sinsurin, K., Warathanagassame, P., Sunnak, P., & Suttiwiriyaikul, L. (2018). Lower extremity injuries and associated factors in marathon runners: A survey study in Bangkok marathon 2013. *J Sports Sci Technol*, 18(2), 73 - 80.
- O'Driscoll, R., Turicchi, J., Beaulieu, K., Scott, S., Matu, J., Deighton, K., ... & Stubbs, J. (2020). How well do activity monitors estimate energy expenditure? A systematic review and meta - analysis of the validity of current technologies. *Br J Sports Med*, 54(6), 332 - 340.
- Rakpuang S. (2019). Marathon in Thailand: Social network and challenges in 21st century. *RPJ*, 37(1), 7 - 17.
- Uckert, S., & Joch, W. (2007). Effects of warm - up and precooling on endurance performance in the heat. *Br J Sports Med*, 41(6), 380 - 384.
- Whelton, P.K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E. Jr, Collins, K. J., Dennison Himmelfarb, C., ... & Wright, J. T. Jr. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults. *J Am Coll Cardiol*, 71(19), e127 – e248.
- Xu, M., Wu, Z., Dong, Y., Qu, C., Xu, Y., Qin, F., ... & Zhao, J. (2021). A mixed - method approach of pre - cooling enhances high - intensity running performance in the heat. *J Sports Sci Med*, 20(1), 26 - 34.

Received: July 18, 2022

Revised: September 6, 2022

Accepted: September 8, 2022



Academic Journal of Thailand National Sports University

