ผลของการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางและส่วนปลายของร่างกายภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดของนักกีฬาเทควันโดชาย

Effects of Central and Peripheral Body Cooling after Exercise on Blood Lactate Level in Male Tae Kwon Do Players

จิตรดา ผ่องกุหลาบ[1,2] ราตรี เรืองไทย[2] และจักรพงษ์ ขาวถิ่น[2]

Jitrada Phomgularb[1,2], Ratree Ruangthai[2] and Jakapong Khaewthin[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังออกกำลังกายตามโปรแกรมเตะตวัดระหว่างการนั่งพัก การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกาย และการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทควันโด เพศชาย สังกัดชมรมเทควันโด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุระหว่าง18–22 ปี จำนวน 10 คน โดยกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายตามโปรแกรมการเตะตวัด ที่ความหนักในช่วง 85-90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จำนวน 3 ยก ยกละ 2 นาที พักระหว่างยก 1 นาที หลังจากนั้นผู้เข้ารับการทดลองจะได้รับการพักโดยวิธีการใดวิธีการหนึ่งใน 3 วิธีได้แก่ การนั่งพัก การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง หรือการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายของร่างกายเป็นเวลา 15 นาที ทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ อุณหภูมิแกนกลางทางหู (tympanic temperature) และระดับกรดแลคติกในเลือดก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย และหลังพักฟื้น 15 นาที นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการวัดซ้ำมิติเดียวและเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ภายหลังด้วยวิธีการของ Tukey

ผลการวิจัยพบว่าระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจก่อนออกกำลังกายแตกต่างจากหลังออกกำลังกาย และหลังพักฟื้น 15 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจหลังออกกำลังกายมีแนวโน้มสูงกว่าก่อนออกกำลังกายและหลังจากพัก 15 นาที โดยพบความแตกต่างของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจหลังพักฟื้น 15 นาทีระหว่างวิธีการทั้งสามแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยระดับกรดแลคติกในเลือดหลังจากพักด้วยการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกาย 15 นาทีมีแนวโน้มต่ำกว่าการนั่งพัก ขณะที่อัตราการเต้นหัวใจหลังจากพักด้วยการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกาย 15 นาทีมีแนวโน้มต่ำกว่าการนั่งพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอุณหภูมิแกนกลางหลังพักฟื้นด้วยการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางและการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกายเป็นเวลา 15 นาทีมีแนวโน้มต่ำกว่าหลังออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่พบความแตกต่างของอุณหภูมิแกนกลางหลังพักฟื้น 15 นาทีระหว่างวิธีการทั้ง 3 วิธี จากการศึกษาสรุปได้ว่าการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกายช่วยลดระดับกรดแลคติก ในขณะที่การใช้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกายช่วยลดอัตราการเต้นหัวใจเมื่อเทียบกับการนั่งพัก และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแกนกลาง

[1] หน่วยงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ จ. นครนายก โทรศัพท์ 037-395085-7

[2] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

คำสำคัญ : ความเย็นบริเวณส่วนกลางของร่างกาย ความเย็นบริเวณส่วนปลายของร่างกาย การออกกำลังกาย กรดแลคติก นักกีฬาเทควันโด

ABSTRACT

The purpose of this research is to compare the effect of passive recovery central body cooling and peripheral body cooling after round kick exercise program on blood lactate concentration. The study group consisted of 10 males who were between 18–22 years old from Tae Kwon Do Sports Club of Kasetsert University. All subjects performed round kick exercise program consisting of exercise two minutes and rest between bouts one minute for three bouts at 85-90 percent of maximal heart rate. At first visit, they were experimented with one type of treatment and perform another treatment in next visit for three visits. Heart rate, tympanic temperature and blood lactate concentration during pre-exercise, post-exercise and 15 minute post-recovery have been recorded. Also, all recorded-data were statistically analyzed using repeated measure in one-dimension design and multiple comparison (Tukey's method) testing procedure.

As a result, The data revealed that blood lactate concentration and heart rate in post-exercise and 15 minute post-recovery showed significant changes ($P<.05$) comparing with pre-exercise. Moreover, blood lactate and heart rate during post-exercise were higher than pre-exercise and 15 minute post-recovery in both control and conditioned groups. In addition, the result demonstrated that passive recovery peripheral body cooling group had statistically lower blood lactate concentration than control group ($p<0.5$) whereas heart rate in passive recovery central body cooling were significantly lower than those in control group ($p<0.5$). On the other hand, tympanic temperatures in conditioned groups during 15 minutes post-recovery were significantly lower than those during pre-exercise. However, there was no statistical difference noticed in tympanic temperature among 3 groups.

In conclusion, this study suggests that passive recovery peripheral body cooling helps reducing blood lactate concentration in post-exercise. Conversely, passive recovery central body cooling can decrease heart rate during post-exercise. Nevertheless, tympanic temperatures among 3 groups are not statistically different.

Keywords : central body cooling, peripheral body cooling, exercise, lactic acid, Tae Kwon Do players

คำนำ

เทควันโดเป็นกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ที่มีลักษณะการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิก แลคติก (anaerobic lactic) เป็นหลัก (วัยวุฒิ, 2549; Bouhlel *et. al*., 2006; Lin *et. al*., 2006 and Heller *et al*., 1998) ประกอบกับรูปแบบของการจัดการแข่งขันที่นักกีฬาต้องทำการแข่งขันหลายรอบ บางครั้งอาจสูงถึง 6 รอบภายในวันเดียว ด้วยระยะเวลาการแข่งขันที่มีอยู่อย่างจำกัดนี้ทำให้นักกีฬามีระยะเวลาพักระหว่างการแข่งขันแต่ละรอบ

น้อย สถานการณ์เหล่านี้นำไปสู่การสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) ทั้งในกล้ามเนื้อและกระแสเลือดซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ขัดขวางกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถหดตัวได้เต็มที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้า นอกจากนี้กีฬาเทควันโดเน้นความคล่องแคล่วว่องไวในการเข้าทำคะแนนรวมทั้งหลบหลีกคู่ต่อสู้ (วัยวุฒิ, 2549) จึงมีการสะสมของความร้อนที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมเป็นเหตุให้อุณหภูมิแกนกลาง (core temperature) เพิ่มสูงขึ้น หากความร้อนที่เกิดขึ้นนี้มีมากกว่าความสามารถในการขับออกจะนำไปสู่ภาวะหมดแรงและเป็นข้อจำกัดของการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก (anaerobic) (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536) ตามปกติแล้วร่างกายสามารถกำจัดกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อและระบายความร้อนได้เองผ่านทางระบบไหลเวียนโลหิตแต่อาศัยระยะเวลานาน (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536 ; พิชิต, 2535; ราตรี, 2548; Astrand, 2003; Foss, 1998; Gladden, 2004) และหากออกกำลังกายในสภาวะอากาศร้อนโดยที่ระยะเวลาพักน้อยจะทำให้ร่างกายไม่สามารถระบายความร้อนได้เต็มที่ (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536; สุพัตรา, 2544; Astrand, 2003 and Foss, 1998) ดังนั้นหากนักกีฬาสามารถฟื้นสภาพร่างกายได้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัดจะเป็นฝ่ายได้เปรียบ และมีโอกาสชนะการแข่งขันสูง (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536; พิชิต, 2535; Calder, 2003; Sesboue and Guincestre, 2006 and Wilcock *et al*., 2006)

ความเย็นเป็นวิธีหนึ่งที่มีบทบาทในการฟื้นสภาพร่างกายเนื่องจากผลของความเย็นทำให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือด (vasoconstriction) บริเวณผิวหนังที่สัมผัสกับความเย็น ขณะเดียวกันเป็นการเพิ่มอัตราการไหลเวียนเลือดที่กล้ามเนื้อจึงกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนย้ายของกรดแลคติก ลดการผลิตสารเมตาบอไลต์ และเพิ่มการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างเลือดกับกล้ามเนื้อ (กันยา, 2535; Duffield *et al*., 2003; Knight, 1995 and Marsh and Sleivert, 1999) ช่วยรักษาระดับพลังงานสำรอง เช่น ไกลโคเจน เอทีพี เป็นต้น (Cochrane, 2004 and Fournier *et al*., 2004) และยังช่วยส่งเสริมการระบายความร้อนออกจากร่างกายด้วยเพราะการที่ร่างกายได้สัมผัสกับความเย็น จะช่วยลดอุณหภูมิร่างกายภายหลังการแข่งขัน โดยกระตุ้นให้เกิดการระบายความร้อนด้วยวิธีการนำความร้อนจากผิวหนังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่ามายังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าแทนที่การระบายความร้อนด้วยวิธีการหลั่งเหงื่อเพียงอย่างเดียว (ชูศักดิ์และกันยา ,2536; สุพัตรา, 2544; Willmore and Costill, 2004) แต่ผลการศึกษาการใช้ความเย็นด้วยวิธีและบริเวณที่แตกต่างกันในช่วงก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายที่มีต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา การตอบสนองทางด้านจิตใจ และความสามารถในการออกกำลังกายนั้นแตกต่างกัน (Castle *et al*. 2005; Daanen *et al*. 2006; Duffield *et al*. 2003; Marino, 2002 and Marsh and Sleivert,1999) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางและส่วนปลายของร่างกายภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดของนักกีฬาเทควันโดชาย ทั้งนี้ผลจากการวิจัยจะเป็นประโยชน์ในการแข่งขันกีฬาเทควันโดทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการสุ่มจากกลุ่มประชากรเป็นนักกีฬาเทควันโด สังกัดชมรมเทควันโด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพศชาย อายุระหว่าง 18–22 ปี จำนวน 22 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างเฉพาะเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขการมีสุขภาพดี ไม่มีการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อที่เป็นอุปสรรคต่อการทำวิจัย รวมทั้งยินยอมและให้ความร่วมมือได้ตลอดจนสิ้นสุดการวิจัย

การดำเนินการเก็บข้อมูล

ผู้เข้าร่วมการทดลองลงนามยินยอมเข้ารับการทดลองและนั่งพักเป็นเวลา 30 นาที บันทึกอัตราการเต้นหัวใจ อุณหภูมิแกนกลาง และระดับกรดแลคติกในเลือด จากนั้นอบอุ่นร่างกายแล้วออกกำลังกายตามโปรแกรมการเตะตวัด (round kick) ความหนักในช่วง 85-90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จำนวน 3 ยก ยกละ 2 นาที พักระหว่างยก 1 นาที บันทึกอัตราการเต้นหัวใจ อุณหภูมิแกนกลางหลังออกกำลังกายทันที และระดับกรดแลคติกในเลือดหลังออกกำลังกาย 5 นาที จากนั้นผู้เข้าร่วมการทดลองปฏิบัติตามวิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งใน 3 วิธีได้แก่ การนั่งพัก การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง และการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายของร่างกายเป็นเวลา 15 นาที บันทึกอัตราการเต้นหัวใจ อุณหภูมิแกนกลาง และระดับกรดแลคติกในเลือดอีกครั้ง โดยวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate monitor, Polar ประเทศฟินแลนด์) อุณหภูมิแกนกลางทางหู (tympanic temperature) ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิทางหู (Microlife Infrared Thermometer ประเทศสวิสเซอร์แลนด์) และวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดด้วย Lactate Analyzer (Accutrend ประเทศเยอรมนี) สำหรับการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางนั้นใช้ผ้าขนหนูที่มีความหนา 2 มิลลิเมตรตัดเป็นเสื้อแขนกุดความยาว 72 เซนติเมตร ใส่ที่ลำตัวของผู้เข้ารับการทดลอง ส่วนการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายนั้นใช้ผ้าขนหนูที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร ตัดเป็นปลอกแขนความยาว 64 เซนติเมตร เพื่อใส่บริเวณแขนทั้ง 2 ข้าง และปลอกขาความยาว 75 เซนติเมตร เพื่อใส่บริเวณขาทั้ง 2 ข้าง ซึ่งทั้งเสื้อและปลอกแขนและปลอกขานี้สามารถปรับความกว้างให้เหมาะสมกับรูปร่างของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละคนเพื่อให้ผ้าแนบกับผิวหนังตลอดระยะเวลาที่ใส่ และวิธีการให้ความเย็นนั้นจะนำผ้าขนหนูที่ผ่านการตัดเย็บแล้วไปแช่ในกระติกน้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส และใส่เป็นช่วง ช่วงละ 4 นาที พัก 1 นาที ซ้ำ 3 ครั้ง จนครบ 15 นาที ซึ่งภายหลังจากการทดลองในครั้งที่ 1 ผู้เข้าร่วมการทดลองมีเวลาพักอย่างน้อย 2 วัน และทดสอบซ้ำจนครบทั้ง 3 วิธีการทดลอง โดยห้องที่ทำการทดสอบมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.4 ± 0.75 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 66 ± 1.64 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษาครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการวัดซ้ำสองมิติโดยใช้สถิติ two-way analysis of variance with repeated measures เพื่อทดสอบผลที่เกิดการมีปฏิสัมพันธ์กัน ระหว่างวิธีการทั้ง 3 กับช่วงเวลาการทดสอบที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดโดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการวัดซ้ำมิติเดียวโดยใช้สถิติ one-way analysis of variance with repeated measures เพื่อทดสอบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจ อุณหภูมิแกนกลาง และระดับกรดแลคติกในเลือด ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย และหลังพักฟื้น 15 นาที ภายในวิธีการทดลองและระหว่างวิธีการทดลองทั้ง 3 วิธีการโดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการวัดซ้ำมิติเดียวด้วยวิธีการของ Tukey ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพ ของผู้เข้าร่วมการทดลองพบว่ามีค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของอายุเท่ากับ 18.90 ± 0.23 ปี น้ำหนักเท่ากับ 72.70 ± 3.93 กิโลกรัม และส่วนสูงเท่ากับ 173.70 ± 2.52 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\overline{X}$ ± S.E.) ของระดับกรดแลคติกในเลือด อุณหภูมิแกนกลางและอัตราการเต้นหัวใจในช่วงก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย และหลังพักฟื้น 15 นาทีของวิธีการนั่งพัก การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง และการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายแสดงในตารางที่ 1

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการวัดซ้ำสองมิติโดยใช้สถิติ two-way analysis of variance with repeated พบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดลองทั้ง 3 กับช่วงเวลาการทดสอบที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทดสอบความแตกต่างของระดับกรดแลคติกในเลือด อุณหภูมิแกนกลางและอัตราการเต้นหัวใจในช่วงก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย และหลังพักฟื้น 15 นาที ภายในวิธีการทดลองทั้ง 3 ผลปรากฏว่าระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจหลังออกกำลังกาย และหลังพักฟื้น 15 นาทีแตกต่างจากช่วงก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของ Tukey พบว่าระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจหลังออกกำลังกายมีแนวโน้มสูงกว่าก่อนออกกำลังกายและหลังพักฟื้น 15 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอุณหภูมิแกนกลางหลังพักฟื้นด้วยการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางและการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย เป็นเวลา 15 นาทีแตกต่างจากหลังออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยอุณหภูมิแกนกลางหลังพักฟื้น 15 นาทีมีแนวโน้มต่ำกว่าหลังออกกำลังกาย นอกจากนี้อุณหภูมิแกนกลางหลังพักฟื้นด้วยการนั่งพัก 15 นาทีมีแนวโน้มสูงกว่าก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยไม่แตกต่างจากหลังออกกำลังกาย (ตารางที่ 1)

สำหรับการทดสอบความแตกต่างของระดับกรดแลคติกในเลือด อุณหภูมิแกนกลาง และอัตราการเต้นหัวใจ ในช่วงก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย และหลังพักฟื้น 15 นาทีระหว่างวิธีการนั่งพัก การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง และการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย ผลปรากฏว่าระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจหลังพักฟื้น 15 นาที มีความแตกต่างกันระหว่างวิธีการทั้ง 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่โดยวิธีของ Tukey ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\overline{X} \pm$ S.E.) ของระดับกรดแลคติกในเลือด อุณหภูมิแกนกลาง และอัตราการเต้นหัวใจก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย และหลังพักฟื้น 15 นาที ของวิธีการนั่งพัก การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง และการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย

วิธีการทดลอง	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย	หลังพักฟื้น 15 นาที
ระดับกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร)			
การนั่งพัก	1.98 ± 0.11	9.01 ± 0.20 [a]	6.72 ± 0.56 [b,c]
การให้ความเย็นที่ส่วนกลาง	2.01 ± 0.09	10.30 ± 0.45 [a]	5.20 ± 0.45 [b,c]
การให้ความเย็นที่ส่วนปลาย	2.04 ± 0.07	9.41 ± 0.59 [a]	4.51 ± 0.46 [b,c,*]
อุณหภูมิแกนกลางร่างกาย (องศาเซลเซียส)			
การนั่งพัก	36.88 ± 0.84	37.39 ± 0.14 [a]	37.43 ± 0.14 [b]
การให้ความเย็นที่ส่วนกลาง	37.11 ± 0.13	37.60 ± 0.09 [a]	37.12 ± 0.12 [c]
การให้ความเย็นที่ส่วนปลาย	37.08 ± 0.11	37.43 ± 0.15 [a]	37.02 ± 0.12 [c]
อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้งต่อนาที)			
การนั่งพัก	85.40 ± 2.26	180.40 ± 0.69 [a]	111.30 ± 3.02 [b,c]
การให้ความเย็นที่ส่วนกลาง	85.20 ± 2.76	179.10 ± 0.96 [a,*]	97.00 ± 4.02 [b,c,*]
การให้ความเย็นที่ส่วนปลาย	92.50 ± 2.76	179.90 ± 0.64 [a]	107.30 ± 2.96 [b,c]

* แตกต่างจากวิธีการนั่งพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

[a] ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกาย 5 นาทีแตกต่างจากค่าเฉลี่ยก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

[b] ค่าเฉลี่ยหลังจากพัก 15 นาทีแตกต่างจากค่าเฉลี่ยก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

[c] ค่าเฉลี่ยหลังจากพัก 15 นาทีแตกต่างจากค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกาย 5 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ของค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจหลังจากพัก 15 นาที ระหว่างวิธีการนั่งพัก การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง และการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย โดยวิธีของ Tukey

ช่วงเวลา	วิธีการ	นั่งพัก	การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง	การให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย
ระดับกรดแลคติกในเลือด	การนั่งพัก	-	1.52	2.21*
หลังจากพัก 15 นาที	การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง		-	0.69
(มิลลิโมลต่อลิตร)	การให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย			-
อุณหภูมิแกนกลาง	การนั่งพัก	-	0.31	0.41
หลังจากพัก 15 นาที	การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง		-	0.1
(องศาเซลเซียส)	การให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย			-
อัตราการเต้นหัวใจ	การนั่งพัก	-	14.3*	4
หลังจากพัก 15 นาที	การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง		-	-10.3
(ครั้งต่อนาที)	การให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย			-

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการภายหลังจากพัก 15 นาที พบว่าระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นหัวใจหลังพักฟื้น 15 นาที ของวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกายและวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกายแตกต่างจากวิธีการนั่งพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยระดับกรดแลคติกในเลือดของวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกายมีแนวโน้มต่ำกว่าวิธีการนั่งพัก ขณะที่อัตราการเต้นหัวใจของวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกายมีแนวโน้มต่ำกว่าวิธีการนั่งพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับอุณหภูมิแกนกลางหลังพักฟื้น 15 นาทีไม่พบความแตกต่างระหว่างวิธีการทั้ง 3 แต่พบว่าอุณหภูมิแกนกลางหลังพักฟื้นด้วยการนั่งพักเป็นเวลา 15 นาทีมีแนวโน้มสูงกว่าการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกายและการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกาย โดยที่อุณหภูมิแกนกลางหลังพักฟื้นด้วยการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายเป็นเวลา 15 นาทีมีแนวโน้มต่ำกว่าการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกาย

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ความเย็นที่มีต่ออุณหภูมิร่างกายที่ผ่านมามักเป็นการใช้ความเย็นในช่วงก่อนออกกำลังกาย หรือขณะอบอุ่นร่างกายเรียกว่า Precooling ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยลดอุณหภูมิร่างกายเพื่อให้ร่างกายสามารถรับความร้อนที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายได้มากยิ่งขึ้น ช่วยยืดปริมาณการสะสมความร้อนของร่างกาย ช่วยลดอัตรการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายจึงทำให้นักกีฬาทนต่อการออกกำลังกายในสภาวะอากาศร้อนได้นานขึ้น (Marino, 2002) แต่การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้ความเย็นภายหลังการออกกำลังตามโปรแกรมเตะตวัดที่มีต่อระดับกรดแลคติกในร่างกายพบว่าระดับกรดแลคติกในเลือดหลังจากพักโดยวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกาย 15 นาทีแตกต่างจากการนั่งพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีแนวโน้มต่ำกว่าวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกาย สอดคล้องกับ Castle *et al*. (2005) ที่พบว่าวิธีการให้ความเย็นที่ขาระหว่างการปั่นจักรยานสลับช่วงพักช่วยเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ (power output) ได้ดีกว่าการให้ความเย็นทั้งร่างกาย และการให้ความเย็นเฉพาะส่วนลำตัว เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากผิวหนังสัมผัสกับความเย็นส่งผลให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือดและเมื่อต้องสัมผัสกับความเย็นเป็นเวลานานขึ้น หลอดเลือดจะเปลี่ยนจากการหดตัวเป็นคลายตัว ซึ่งส่งผลให้เพิ่มการไหลเวียนของเลือดมายังบริเวณนั้นมากขึ้นเรียกว่า Hunting response ประกอบกับวิธีการให้ความเย็นในงานวิจัยครั้งนี้มีลักษณะการให้ร่างกายสัมผัสอุณหภูมิที่แตกต่างกันวิธีนี้เรียกว่า Contrast therapy ซึ่งทำให้เกิดการหดตัวสลับกับการคลายตัวของหลอดเลือด เกิดการไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้น (Knight, 1995) โดยช่วงที่เกิดการหดตัวของหลอดเลือดผิวหนังบริเวณที่สัมผัสกับความเย็นส่งผลให้มีปริมาณเลือดไปเลี้ยงภายในกล้ามเนื้อมากขึ้นจึงเกิดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างกล้ามเนื้อกับเลือดเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการออกซิไดซ์ในวัฏจักรเครปส์เป็นพลังงานต่อไป (พิชิต, 2535) ในช่วงการขยายตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนังทำให้เลือดกลับมาเลี้ยงบริเวณผิวหนังมากขึ้น กรดแลคติกที่เหลือจากการออกซิไดซ์หรือไม่ได้รวมตัวกับออกซิเจนจะถูกเคลื่อนย้ายออกจากเซลล์กล้ามเนื้อโดยแพร่เข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดเพื่อขับออกจากร่างกายทางเหงื่อ ปัสสาวะ หรือนำไปเปลี่ยนเป็น ไกลโคเจนเพื่อสะสมไว้ใช้เป็นพลังงานต่อไป (Gladden, 2004 and Marsh and Sleivert, 1999)

อุณหภูมิแกนกลางของวิธีการนั่งพัก การให้ความเย็นบริเวณส่วนกลาง และการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายหลังออกกำลังกายมีแนวโน้มสูงกว่าก่อนออกกำลังกาย เนื่องจากขณะที่กล้ามเนื้อทำงานในการเคลื่อนไหวระหว่างออกกำลังกายจะมีการผลิตความร้อนขึ้น ยิ่งออกกำลังกายหนัก กล้ามเนื้อทำงานมาก อุณหภูมิกายยิ่งเพิ่มขึ้น (สุพัตรา, 2544) แต่หลังจากที่ผู้เข้าร่วมการทดลองพักด้วยวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางและวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายเป็นเวลา 15 นาทีพบว่าอุณหภูมิแกนกลางลดลงเมื่อเทียบกับหลังออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยอุณหภูมิแกนกลางหลังจากพักด้วยวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลาย เป็นเวลา 15 นาทีมีแนวโน้มต่ำกว่าวิธีการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางแต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะเมื่อผิวหนังสัมผัสกับความเย็นโดยตรงจากเสื้อและปลอกแขน-ขาที่ทำจากผ้าขนหนูแล้วนำไปแช่ในกระติกที่บรรจุน้ำและน้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส ความร้อนที่สะสมอยู่ในร่างกายสามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยวิธีการนำความร้อนจากผิวหนังไปยังเสื้อและปลอกแขน-ขาโดยตรงแทนที่การระเหยของเหงื่อเพียงอย่างเดียว (ชูศักดิ์และกันยา, 2536; สุพัตรา, 2544; Willmore and Costill, 2004) แต่การศึกษาของ Duffield *et al*. (2003) พบว่าการใส่คูลลิ่งแจ๊คเกตเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างปั่นจักรยานด้วย

ความเร็วสูงสุดทำให้อุณหภูมิผิวหนังบริเวณหน้าอกลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแกนกลาง ซึ่งอาจเป็นเพราะระยะเวลาที่ร่างกายสัมผัสกับความเย็นสั้นไปทำให้ร่างกายไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการระบายความร้อนจึงทำให้อุณหภูมิแกนกลางที่วัดได้ไม่เปลี่ยนแปลง

สำหรับอัตราการเต้นหัวใจมีค่าเพิ่มขึ้นหลังออกกำลังกายตามโปรแกรมการเตะตวัดที่สร้างขึ้นเพื่อเลียนแบบลักษณะการแข่งขันกีฬาเทควันโดนี้สอดคล้องกับ Bouhlel *et al.* (2006) พบว่าอัตราการเต้นหัวใจระหว่างการแข่งขันเพิ่มขึ้นและเมื่อสิ้นสุดการแข่งขันนักกีฬามีอัตราการเต้นหัวใจเท่ากับ 197 ครั้งต่อนาที และอาจสูงถึง 100% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Heller *et al.*,1998) อัตราการเต้นหัวใจก่อนออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกายระหว่างทั้ง 3 วิธีการไม่แตกต่างกัน ขณะที่อัตราการเต้นหัวใจหลังจากพักด้วยการให้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกายเป็นเวลา 15 นาทีลดลงเมื่อเทียบกับการนั่งพักเพราะเมื่อร่างกายได้รับความเย็นเป็นการกระตุ้นของระบบซิมพาเทติกทำให้หลอดเลือดผิวหนังหดตัวดังนั้นร่างกายจึงมีการปรับตัวโดยการกระตุ้นการทำงานของระบบพาราซิมพาเทติกผ่านบาโรรีเฟลกซ์ (baroreflex) อัตราการเต้นหัวใจจึงลดลง (Westerlund *et al.* 2006)

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการใช้ความเย็นบริเวณส่วนกลางและการใช้ความเย็นบริเวณส่วนปลายของร่างกายที่มีต่อระดับกรดแลคติกในนักกีฬาเทควันโดชาย พบว่าการให้ความเย็นบริเวณส่วนปลายร่างกายช่วยลดระดับกรดแลคติก ในขณะที่การใช้ความเย็นบริเวณส่วนกลางร่างกายช่วยลดอัตราการเต้นหัวใจเมื่อเทียบกับการนั่งพัก สำหรับการศึกษาต่อไปผู้วิจัยเสนอแนะการศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสมรรถภาพทางด้านต่างๆที่สอดคล้องกับกีฬาเทควันโด

เอกสารอ้างอิง

กันยา ปาละวิวัธน์. 2543. **การรักษาด้วยคลื่นไฟฟ้าทางกายภาพบำบัด**. เดอะบุคส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. 2536. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. ธรรกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

พิชิต ภูติจันทร์. 2539. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ราตรี เรืองไทย. 2548. **สรีรวิทยาการออกกำลังกายขั้นสูง**. (เอกสารประกอบการเรียน.) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัยวุฒิ นิมมิตร. 2549. **ผลของการฝึกความคล่องตัวและการฝึกพลังกล้ามเนื้อที่มีต่ออัตราเร็วในการเตะท่าราวนด์คิกของกีฬาเทควันโด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุพัตรา โล่สิริวัฒน์. 2544. อุณหภูมิกาย. ใน สุพรพิมพ์ เจียสกุล และคณะ. บรรณาธิการ. **สรีรวิทยา 2**. ครั้งที่พิมพ์ 4. เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ. หน้า 566-579.

Bouhlel. E., A. Jouini, N. Gmada, A. Nefzi, K.B. Abdallah and Z. Tabka. 2006. Heart rate and blood lactate responses during taekwondo training and competition. **Journal of Science and Sports**. 21: 285-290.

Castle, P.C., A.L. Macdonald, A. Philp, A. Webborn, P.W. Watt and N.S. Maxwell. 2005. Pre-cooling leg muscle improves intermittent sprint exercise performance in hot, humid conditions. **Journal of Apply Physiology**. 100: 1377-1384.

Cochrane, D.J. 2004. Alternating hot and cold water imersion for athlete recovery: a review. **Physical Therapy in Sport**. 5: 26-32.

Daanen, H.A., E.M. van Es and de Graaf J.L. 2006. Heat strain and gross efficiency during endurance exercise after lower, upper, or whole body precooling in the heat. **Journal of Sports Medicine**. 27: 379-388.

Duffield, R., B. Dawson, D. Bishop, M. Fitzsimons and S. Lawrence. 2003. Effect of wearing an ice cooling jacket on repeat sprint Performance in warm/humid conditions. **British Journal of Sports Medicine**. 37: 164-169.

Fournier, P.A., T.J. Fairchild, L. D. Ferreira and L. Brau. 2004. Post - exercise muscle glycogen repletion in the extreme: effect of food absence and active recovery. **Journal of Sports Science and Medicine**. 3: 139-146.

Gladden, L.B. 2004. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. **Journal of Physiology**. 1: 5-30.

Heller, J., T. Peric, R. Dlouha, E. Kohlikova, J. Melichna and H. Novakova. 1998. Physiological profiles of male and female Taekwondo Black Belts. **Journal of Sports Sciences**. 16: 243-249.

Knight, K.L. 1995. **Cryotherapy in Sport Injury Management**. Champaign. Human Kinetics. USA.

Lin, W.L.,K.T. Yen, C.Y.D. Lu, Y.H. Huang and C.K. Chang. 2006. Anaerobic capacity of Elite Taiwanese Taekwondo Athletes. **Journal of Science and Sports**. 21: 291-293.

Marino, F.E. 2002. Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. **British Journal of Sports Medicine**. 36: 89-94.

Marsh, D. and G. Sleivert. 1999. Effect of precooling on high Intensity cycling performance. **British Journal of Sports Medicine**. 33: 393-397.

Westerlund, T.; A. Uusitalo; J. Samolander and M. Mikkelsson. 2006. Heart rate variability in women exposed to very cold air (-110 C) during whole-body cryotherapy. **Journal of Thermal Biology**. 31: 342–346.

Wilcock, I.M. 2005. **The Effect of Water Immersion , Active Recovery and Passive Recovery on Repeated Bouts of Explosive Exercise and Blood Plasma Fraction**. M.S.Thesis, Auckland University of Technology.

Willmore, J.H. and D.L. Costill. 2004. **Physiology of Sport and Exercise**. 3rd ed. Human Kinetics, Illinosis.