



การตรวจหาความเร็วสูงสุดในการวิ่งเรียบ ที่ร่างกายสามารถรักษาระดับแลคเตท ในกระแสเลือดให้คงที่ ในม้าลูกผสมพื้นเมืองของไทย

พัฒนพร ถาวรพัฒน์พงศ์¹ อารีย์ ไหลกุล² ขนิษฐา เพชรอุดมสินสุข² วัชรพล ปฐมสกุลวงศ์²
ณัฐพล ภาณุเสวีกุล² และวรกิจ เชิดชูธรรม^{2, #}

¹สาขาวิชาคลินิกศึกษาทางสัตวแพทย์, ²ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า คณะสัตวแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ: การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเร็วสูงสุดในการวิ่งเรียบที่ร่างกายสามารถรักษาระดับแลคเตทในกระแสเลือดให้คงที่ (Maximal Lactate Steady State Speed; MLSS) ในม้าลูกผสมพื้นเมืองของไทย (crossbred native Thai ponies; CNTP) 6 ตัว โดยทำการประเมินจากระดับแลคเตทในกระแสเลือดที่มีการเปลี่ยนแปลงขณะที่ม้าทำการวิ่งตามวิธีการทดสอบที่ความเร็วระดับต่างๆพบว่าค่า MLSS ของม้ากลุ่มนี้คือ 15 ± 1.1 km/h ซึ่งเป็นความเร็วที่ม้าใช้แล้วไม่เกิดการสะสมของแลคเตทในกระแสเลือด เปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยที่แลคเตทต่ำที่สุด (lactate minimum speed; LMS) และความเร็วที่สูงขึ้นอีก 10% ของ LMS (10%LMS) พบว่าที่ระยะ 4, 6, 8 และ 10 กิโลเมตร มีความแตกต่างกันของระดับแลคเตทของม้าทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) บ่งชี้ว่าความเร็วในการวิ่งที่ระดับ LMS คือค่า MLSS จริง ระดับแลคเตทเฉลี่ยที่ความเร็ว MLSS เท่ากับ 1.8 ± 0.2 mmol/L การสะสมของแลคเตทที่สูงสุด (เฉลี่ยที่ 8.0 ± 1.1 mmol/L) ใช้เวลาสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 1 ± 0 นาที และใช้เวลาเฉลี่ยในการกำจัดแลคเตทให้กลับเข้าสู่ระดับระดับพื้นฐานเท่ากับ 71.6 ± 9.8 นาที สรุปได้ว่าจากผลงานวิจัยนี้ค่า MLSS ในม้า CNTP อยู่ที่ 15.0 ± 1.1 km/h ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดโปรแกรมออกกำลังกายของม้าในประเทศไทยต่อไป

คำสำคัญ: ม้าลูกผสมพื้นเมืองของไทย แลคเตทในกระแสเลือด ความเร็วสูงสุดในการวิ่งเรียบที่ร่างกายสามารถรักษาระดับแลคเตทในกระแสเลือดให้คงที่

Determination of the Maximal Lactate Steady State Speed of Trotting in Crossbred Native Thai Ponies

Pattanaporn Thawornpattanapong¹, Aree Laikul², Kanittha Phetudomsinsuk²,
Watcharapol Pathomsakulwong², Nuttapon Phanusaweekul² and
Worakij Cherdchutham^{2,#}

¹Department of Veterinary Clinical Studies, ²Department of Large Animal and Wildlife Clinical science, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakhon Pathom 73140, Thailand

Abstract: The purpose of this study aimed to determined maximal lactate steady state speed (MLSS) of the 6 crossbred native Thai ponies (CNTP). Blood lactate concentrations during different velocity of protocols were evaluated. The MLSS in CNTP was 15±1.1 km/h which did not accumulate of blood lactate. Compared mean lactate minimum speed (LMS) and comparison with 10% above LMS, found significant different lactate concentration ($P<0.05$) at 4, 6, 8 and 10 km. distance indicating that LMS was absolute MLSS (mean MLSS lactate was 1.8±0.2 mmol/L). The average peak blood lactate (LP) was 8.0±1.1 mmol/L. The mean of lactate peak time was 1±0 min. after the exercise test, and mean of the time to base lactate was 71.7±9.8 min. In conclusion, the MLSS of CNTP (15±1.1 km/h) was proposed from this study that would be beneficial for tailoring the exercise program of this type of equids in Thailand.

Keywords: Crossbred native Thai ponies, Blood lactate, Maximal lactate steady state speed (MLSS)

#Corresponding author

J. Mahanakorn Vet. Med. 2016. 11(1): 11-21.

E-mail address: fvetwkc@ku.ac.th

บทนำ

การแข่งขันกีฬาขี่ม้ามาราธอน (endurance) เป็นการแข่งขันเพื่อทดสอบทั้งในด้านความเร็ว (speed) และความแข็งแรง (stamina หรือ endurance ability) ของม้าโดยใช้การวิ่งเรียบ (trotting) เป็นท่าวิ่งหลัก เป็นการทดสอบ

ความสามารถของผู้ขี่ในการวางแผนการขี่ด้วยความเร็วที่เหมาะสมกับสภาพร่างกายของม้าและวางแผนการเดินทางผ่านภูมิประเทศ ม้าที่เหมาะสมกับการแข่งขันกีฬาประเภทนี้มากที่สุดได้แก่ม้าพันธุ์อาราเบียน (Arabian) ซึ่งมีลักษณะทางสรีระวิทยาที่เหมาะสมกับการแข่งขันกีฬาประเภทนี้ (Prince *et al.*, 2001)

ประเทศไทยมีการเลี้ยงม้าลูกผสมพื้นเมือง (crossbred native Thai ponies; CNTP) โดยเกษตรกรเพื่อใช้ในงานต่างๆ รวมถึงม้าขี่เล่นเพื่อออกกำลังกาย ม้าลูกผสมพื้นเมืองของไทยเหล่านี้มีการเลี้ยงดูไม่ยุ่งยากและไม่ต้องใช้ต้นทุนสูงนัก โดยมีขนาดร่างกายไม่สูงใหญ่มาก สามารถฝึกหัดได้ง่าย น่าจะเหมาะสมสำหรับผู้ที่เป็นเยาวชนหรือผู้หัดขี่ม้าใหม่ และใช้ในการแข่งขันขี่ม้ามาราธอนในระดับเบื้องต้นหรือระดับฝึกหัดก่อนที่จะพัฒนาไปสู่การแข่งขันขี่ม้ามาราธอนในระดับสูงต่อไป

การก้าวอย่างหรือการวิ่งของม้าในลักษณะต่างๆ เช่นการเดิน (walk) การวิ่งเรียบ (trotting) จะมีรูปแบบการสร้างพลังงาน 2 รูปแบบหลักคือแบบใช้ออกซิเจน (aerobic) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) ซึ่งอัตราส่วนของการใช้พลังงานของสองรูปแบบดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความหนักเบา (intensity) และระยะเวลา (duration) ของการออกกำลังกาย (exercise) เป็นส่วนใหญ่ (Desmecht *et al.*, 1996) โดยม้าที่มีการออกกำลังกายอย่างหนักในช่วงเวลาสั้น มักจำเป็นต้องการพลังงานในรูปแบบของ Adenosine triphosphate (ATP) อย่างมากและรวดเร็วเพื่อนำไปใช้ในการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการก้าวอย่างมีประสิทธิภาพ (efficient gait) (Evans, 2000) ดังนั้นม้าจึงต้องการใช้การสร้างพลังงานในรูปแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นหลักเพราะสามารถให้พลังงานในรูปแบบของ ATP ได้ปริมาณมากและรวดเร็วการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะเกิดในไซโตพลาสซึมของเซลล์ โดยการนำกลูโคสเข้ามาใช้ในเซลล์กล้ามเนื้อจะมี glucose transporter-4 (GLUT4) (Richter *et al.*, 2013) ซึ่งจะเป็นตัวส่งกลูโคสผ่าน plasma membrane ไปยัง T-tubules ในขณะที่กล้ามเนื้อ

การหดตัว ซึ่งกลูโคสนี้มาจากการขบวนการสลายไกลโคเจน (glycolytic pathway) ของกล้ามเนื้อหรือเป็นกลูโคสที่อยู่ในกระแสเลือดที่มาจากขบวนการเมแทบอลิซึมจากอวัยวะอื่นของร่างกาย และผลผลิตอย่างหนึ่งของการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็คือเกิดการสร้างและการสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) หรืออีกรูปแบบหนึ่งก็คือแลคเตท (lactate) โดยแลคเตทจะได้จากขบวนการสร้างพลังงาน (ATP) จากกลูโคส โดยเกิดจากการเปลี่ยนไพรูเวท (pyruvate) ไปเป็นแลคเตทโดยเอนไซม์แลคเตทดีไฮโดรจีเนส (lactate dehydrogenase; LDH) ซึ่งการจัดแลคเตทออกจากเซลล์จะมีโปรตีนที่เรียกว่า monocarboxylate transporters (MCT) เป็นตัวขนส่งแลคเตทผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่กระแสเลือด (Revold *et al.*, 2010) ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการกำจัดกรดแลคติก เช่น มวลกล้ามเนื้อ การไหลเวียนของกระแสเลือด และปริมาณเส้นเลือดฝอยในกล้ามเนื้อ เป็นต้น (Gollnick *et al.*, 1986; Brooks, 1991)

ความเร็วที่ทำให้ระดับแลคเตทในกระแสเลือดเท่ากับ 4 mmol/L (V4) ซึ่งหมายความว่าร่างกายต้องการพลังงานมากขึ้นจึงเริ่มมีการเปลี่ยนไปใช้การสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic threshold; AT) จึงทำให้มีการสร้างและสะสมของแลคเตทในกระแสเลือดค่า V4 นี้จึงถูกใช้อย่างแพร่หลายในการนำมาตัดสินสมรรถภาพของม้ากีฬา (Lindner *et al.*, 2009)

การทดสอบการออกกำลังกายมาตรฐาน (Standardized exercise testing; SET) ถูกนำมาใช้ในการศึกษาเพื่อตัดสินระดับความสมบูรณ์ของม้า โดยการประเมินสมรรถนะทางด้านการออกกำลังกายในม้า โดยมีการใช้พารามิเตอร์หลายชนิดในการ

ประเมิน ค่าความเข้มข้นของแลคเตทในกระแสเลือด (blood lactate concentration; LA) ก็เป็นอีกค่าหนึ่งที่ยิยมใช้ในการประเมินสภาพร่างกายทั้งของคนและม้าในการออกกำลังกายหรือในการแข่งขัน (Kobayachi, 2007; Lindner *et al.*, 2009) LA ถูกนำมาใช้ในการประเมินความหนักของการออกกำลังกายในม้ากีฬาอย่างแพร่หลาย (Foreman *et al.*, 1990, McGowan *et al.*, 2002, Serrano *et al.*, 2002)

ในปี ค.ศ. 1994 มีการศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ม้าเกี่ยวกับระดับ LA เมื่อให้ม้าวิ่งที่ความเร็ว 15, 20 และ 25 km/h พบว่า ม้าพันธุ์อาราเบียนและพันธุ์แองโกลอาหรับมีระดับ LA ต่ำกว่า ม้าพันธุ์อันดาลูเซียนส์ (Castejon *et al.*, 1994) ในงานวิจัยเดียวกันนี้ ยังพบว่า เมื่อให้ม้าวิ่งที่ความเร็ว 20 km/h ม้าพันธุ์อันดาลูเซียนส์ มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าม้าอีก 2 สายพันธุ์ที่เหลือซึ่งถึงความสามารถในการปรับตัวต่อการขึ้นระยะทางไกลของม้าพันธุ์อาราเบียนและพันธุ์แองโกลอาหรับ แต่เมื่อวิ่งที่ความเร็ว 30 km/h พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างม้า 3 สายพันธุ์ ทั้งระดับ LA และอัตราการเต้นของหัวใจ (Castejon *et al.*, 1994) ระดับแลคเตทคงที่สูงสุด (maximum lactate steady state, MLSS) แสดงให้เห็นการทำงานที่สูงที่สุด ที่สามารถรักษาระดับแลคเตทให้คงที่ ก่อนที่จะมีการสะสมเกิดขึ้น ซึ่งหมายถึงการเริ่มที่จะเกิดการสร้างแลคเตทจากการไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้น (Mader *et al.*, 1976, cited in Lindner, 2010)

จุดประสงค์ของการศึกษาคั้งนี้คือการประเมินหาความเร็วสูงสุดในการวิ่งเรียบที่ร่างกายสามารถรักษาระดับแลคเตทในกระแสเลือดให้คงที่ (MLSS) ของม้าลูกผสมพื้นเมืองของไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

การศึกษาคั้งนี้จะใช้ม้าลูกผสมพื้นเมืองของไทย เพศผู้ตอน อายุ 4-12 ปี น้ำหนักระหว่าง 180-230 กิโลกรัม คะแนนสภาพร่างกายเฉลี่ย 3.5 จากคะแนนเต็ม 5 (Carroll and Huntington, 1988) จำนวน 6 ตัว ที่มีสุขภาพแข็งแรง และถูกเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน ม้าทุกตัวที่เข้าร่วมการทดลองต้องผ่านการตรวจร่างกายภาวะขากระดูก การตรวจความสมบูรณ์ของเลือด (complete blood count) และค่าเคมีโลหิต (blood chemistry) คือ เอ็นไซม์ Aspartate aminotransferase (AST), Alkaline phosphatase (ALP), Creatine kinase (CK), Blood urea nitrogen (BUN), Creatinine และ Total protein ว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติก่อนนำมาทำการศึกษา ม้าที่ใช้เป็นม้าของหน่วยงานสัตว์ทดลอง คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งผ่านขั้นตอนเตรียมการวิจัยในระยะเวลา 1 ปีโดยเป็นม้าที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาขี่ม้ามาราธอนในระดับฟิฟท์ ระยะทาง 20-40 กิโลเมตร ทั้งนี้ในช่วงก่อนการทดลอง 6 เดือน ม้าจะไม่ได้เข้าร่วมการแข่งขัน จะมีเพียงถูกใช้ในการสอนขี่ม้าตามโปรแกรมการขี่ปกติเท่านั้น และพื้นที่ที่ใช้ในการวิ่งทดสอบเป็นพื้นดินอัดแน่น (turf surface) เหมือนกับที่ใช้ตามโปรแกรมการขี่ปกติ

การเตรียมม้าก่อนการศึกษา

ม้าทั้ง 6 ตัว ในหนึ่งสัปดาห์จะมีโปรแกรมการออกกำลังกาย (ตามโปรแกรมการขี่ปกติ) ดังนี้

วันที่ 1: พักม้า

วันที่ 2-5: อบอุ่นร่างกายโดยการเดิน (walk) ระยะทาง 300 เมตรใช้เวลา 5 นาที (ความเร็วเฉลี่ย

1 เมตรต่อวินาที) และวิ่งเรียบ (trotting) ระยะทาง 9400 เมตรนาน 45 นาที (ความเร็วเฉลี่ย 3.48 เมตรต่อวินาที) และเดินคลายอ่อนอีกประมาณ 300 เมตร โดยใช้เวลา 5 นาที (ความเร็วเฉลี่ย 1 เมตรต่อวินาที) รวมเป็นระยะทางทั้งสิ้น 10 กม. วันละ 1 ครั้ง (ตอนเย็น)

วันที่ 6-7: ใช้การออกกำลังกายตามขั้นตอนเหมือนวันที่ 2-5 แต่ปฏิบัติวันละ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น) รวมเป็นระยะทาง 20 กม.ต่อวัน

ดังนั้นในหนึ่งสัปดาห์ม้าแต่ละตัวจะได้ออกกำลังกายประกอบด้วยเดิน (คิดเป็น 6% ของการออกกำลังกาย) และวิ่งเรียบ (คิดเป็น 94% ของการออกกำลังกาย) รวมเป็นระยะทางตัวละ 80 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ โดยมีการเตรียมร่างกายม้าทั้งหมดเป็นเวลา 6 เดือนจึงนำมาศึกษาตามขั้นตอน ซึ่งผ่านการอนุมัติการใช้สัตว์เพื่องานทดลองจากคณะกรรมการจริยบรรณการใช้สัตว์เพื่องานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการศึกษา (ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ประยุกต์จาก Gondim และคณะ) (Gondim *et al.*, 2007)

1. การประเมินสมรรถภาพทางกายภาพ (fitness) ของม้า

1.1 การหาค่าความเข้มข้นสูงสุดของการสะสมแลคเตทในกระแสเลือด (lactate peak concentration; LP) เวลาที่เกิดการสะสมถึงระดับสูงสุด (time to lactate peak; TLP) และเวลาที่ระดับแลคเตทลดลงสู่ระดับพื้นฐาน (time to baseline lactate; TLB) โดยวัดค่า LA ในขณะพัก (resting state) และกำหนดเป็นระดับพื้นฐาน (baseline value) อบอุ่นร่างกายม้า (warm up) ประกอบด้วยเดิน (walk) 10 นาที วิ่งเรียบ

(trotting) 5 นาที และวิ่งโยยก (canter) 1 นาที จากนั้นจึงขี่ในจังหวะวิ่งห่อ (gallop) เป็นระยะทาง 500 เมตร เพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้างและสะสมของแลคเตท (Gondim *et al.*, 2007) เมื่อหยุดวิ่งทำการเจาะเลือดวัดค่า LA ทุกๆ 2 นาทีจนกว่าค่า LA จะลดลงจนถึงระดับพื้นฐาน (baseline value) โดยเจาะเลือดจากเส้นโลหิตดำที่คอ (jugular vein) เป็นปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร และนำมาวัดตามขั้นตอนด้วยเครื่อง Accutrend®Plus (จากบริษัท Roche ประเทศสหรัฐอเมริกา) (Kullmann *et al.*, 2014)

1.2 การทดสอบเพิ่มการออกกำลังกาย (incremental exercise protocol) โดยจากการทดลองที่ 1.1 จะได้ทราบ ค่า TLP ทำการพักม้าหลังจบการทดลองที่ 1.1 เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง เริ่มการทดลองที่ 1.2 โดยวัดค่า LA และวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพัก (resting state) และกำหนดเป็นระดับพื้นฐาน (baseline value) จากนั้นอบอุ่นร่างกายม้าตามขั้นตอนเดิม แล้วจึงขี่ในจังหวะวิ่งห่อ เป็นระยะทาง 500 เมตร หยุดพักม้าครบตาม TLP ที่ได้จากการทดลองที่ 1.1 (เพื่อรอจนกระทั่งระดับแลคเตทในกระแสเลือดสูงสุด; LP) แล้วขี่ม้าวิ่งเป็นระยะทางรอบละ 1,000 เมตร รอบแรกใช้ความเร็ว 10 km/h เมื่อครบ 1 รอบจึงวัดค่า LA และวัดอัตราการเต้นของหัวใจและพักม้า 1 นาที จึงวิ่งรอบต่อไป โดยเพิ่มความเร็วขึ้นรอบละ 2 km/h เมื่อม้าวิ่งครบรอบจึงปฏิบัติเช่นเดิม ทำเช่นนี้จนค่า LA เริ่มเพิ่มสูงขึ้นจึงหยุดการทดลอง ซึ่งจะทราบความเร็วในการวิ่งที่ระดับแลคเตทในกระแสเลือดมีค่าต่ำสุดหรือ lactate minimum speed (LMS)

1.3 การหาค่าความเร็วสูงสุดในการวิ่งเรียบที่ร่างกายสามารถรักษาระดับแลคเตทในกระแสเลือดให้คงที่หรือที่เรียกว่า Maximal blood lactate

steady state speed (MLSS phase confirmation protocol) ทำการพักม้าหลังจบการทดลองที่ 1.2 เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง เริ่มการทดลองที่ 1.3 โดยวัดค่า LA ในขณะพัก (resting state) และกำหนดเป็นระดับพื้นฐาน (baseline value) อบอุ่นร่างกายม้า (warm up) ตามขั้นตอนเดิม จากนั้นขี่ม้าวิ่งด้วยความเร็ว LMS ของม้าแต่ละตัว เป็นระยะทางทั้งหมด 10 กิโลเมตร โดยหยุดเพื่อเจาะเก็บเลือดและวัดค่า LA ทุก 2 กิโลเมตร หลังจากนั้นพักม้า เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง เจาะเลือดวัดค่า LA เพื่อใช้เป็นค่าพื้นฐาน (baseline value) ทำการอบอุ่นร่างกายม้า จากนั้นวิ่งด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น 10% จาก LMS ของม้าแต่ละตัว เป็นระยะทางทั้งหมด 10 กิโลเมตร โดยหยุดเพื่อเจาะเลือดวัดค่า LA ทุก 2 กิโลเมตร

2. การวิเคราะห์ค่า blood lactate concentration (LA) ที่ได้ในแต่ละการทดลองย่อย

จากการทดลองที่ 1.1 จะได้ค่าเฉลี่ยของค่าแลคเตทพื้นฐานขณะพัก (lactate baseline resting value, baseline lactate) (mmol/L) ค่าเฉลี่ยของค่า TLP (นาทีก่อน) ค่าเฉลี่ยของ TLB (นาทีก่อน) และค่าเฉลี่ยของค่า LP (mmol/L) ของม้าทั้ง 6 ตัว จากการทดลองที่ 1.2 จะได้ค่าเฉลี่ยของ baseline lactate, blood lactate at LMS และ LMS จากการทดลองที่ 1.3 นำค่า LA เฉลี่ยในม้าทั้ง 6 ตัว จากการวิ่ง 2 รอบมาเปรียบเทียบกันและเปรียบเทียบกับค่า baseline lactate หากค่าเฉลี่ยที่วัด ณ จุด 2, 4, 6, 8 และ 10 กิโลเมตร ของการวิ่งด้วยความเร็วที่ระดับ LMS กับ ค่า baseline lactate เฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากการวิ่งด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น 10% จาก LMS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและการวิ่งด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น 10% จาก LMS กับ ค่า baseline lactate เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จะบ่งชี้ว่าความเร็วในการวิ่งที่ระดับ LMS คือค่า MLSS

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี descriptive statistic analysis ถูกนำมาใช้เพื่อหาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD) ของค่าแลคเตทพื้นฐานขณะพัก (baseline lactate) เวลาที่เกิดการสะสมแลคเตทถึงระดับสูงสุด (LTP) ระดับแลคเตทสูงสุดในกระแสเลือด (LP) ความเร็วในการวิ่งที่ระดับแลคเตทในกระแสเลือดมีค่าต่ำสุด (LMS) และความเข้มข้นของแลคเตทในกระแสเลือดที่ LMS (blood lactate concentration at LMS, LMS lactate) การใช้วิธี paired sample t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแลคเตทในกระแสเลือดของม้าทั้ง 6 ตัวหลังจากการวิ่งที่ความเร็วระดับ LMS กับความเร็วที่ระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น 10% ของ LMS ณ ระยะทาง 2, 4, 6, 8 และ 10 กิโลเมตร โดยกำหนดให้ $P\text{-value} < 0.05$ จึงยอมรับว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ใช้โปรแกรม SPSS19 ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยของ LP คือ 8.0 ± 1.1 mmol/L ค่าเฉลี่ยของ TLP คือ 1 ± 0 นาที ค่าเฉลี่ยของ TLB คือ 71.7 ± 9.8 นาที (ตารางที่ 1) ค่าเฉลี่ยของค่า baseline lactate คือ 1.6 ± 0.2 mmol/L ค่าเฉลี่ย LMS คือ 15 ± 1.1 km/h ค่าเฉลี่ยของ LMS lactate คือ 1.8 ± 0.2 mmol/L (ตารางที่ 2)

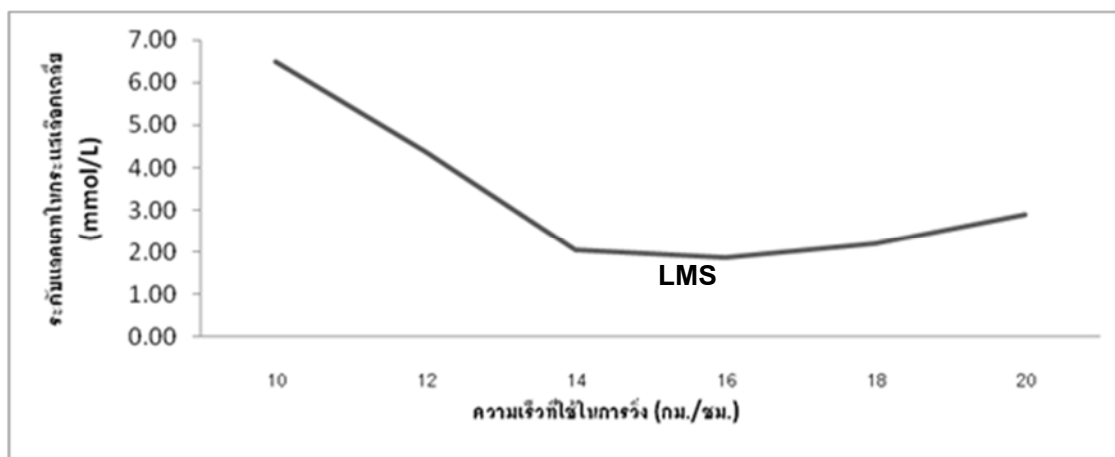
ตัวอย่าง ระดับ LA ที่วัดหลังจากทดสอบของม้า D ที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อวิ่งที่ความเร็วต่างๆ และเมื่อถึงความเร็วที่ LMS ของม้า D จะพบว่าค่า LA ในกระแสเลือดจะเริ่มมีการเพิ่มขึ้น (รูปที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงค่า อายุ น้ำหนัก ค่า LP ค่า TLP และค่า TLB ของม้าแต่ละตัวและค่าเฉลี่ย

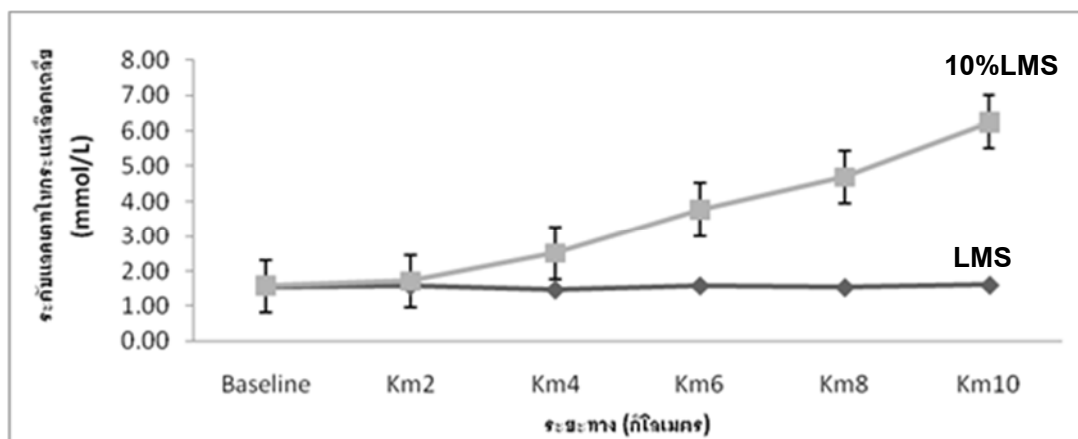
ม้า	อายุ(ปี)	น้ำหนัก(kg)	LP(mmol/L)	TLP(นาทื)	TLB(นาทื)
A	4	195	8.9	1	65
B	8	230	8.9	1	65
C	6	210	8.3	1	80
D	5	205	5.9	1	60
E	4	180	8.8	1	85
F	6	190	7.3	1	75
ค่าเฉลี่ย±SD	5.5±1.5	201.7±17.5	8.0±1.1	1±0	71.7±9.8

ตารางที่ 2 แสดงค่า LMS ค่า LMS lactate และค่า baseline lactate ของม้าแต่ละตัวและค่าเฉลี่ย

ม้า	LMS (km/h)	LMS lactate (mmol/L)	Baseline lactate (mmol/L)
A	14	1.8	1.4
B	14	1.5	1.9
C	16	1.8	1.7
D	16	1.7	1.4
E	14	2.0	1.7
F	16	2.2	1.4
ค่าเฉลี่ย±SD	15.0±1.1	1.8±0.2	1.6±0.2



รูปที่ 1 ลักษณะกราฟของระดับแลคเตทของม้า D กับความเร็วที่ใช้ในการวิ่ง



รูปที่ 2 เปรียบเทียบระดับแลคเตทเฉลี่ยของกลุ่มม้าทั้งหมด ในระหว่างม้าที่วิ่งด้วยความเร็วที่ระดับแลคเตทน้อยที่สุด (LMS) กับม้าที่วิ่งด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นอีก 10% ของความเร็วที่ระดับแลคเตทน้อยที่สุด (10%LMS) ที่ระยะทางต่างๆ

วิจารณ์ผลการวิจัย

ม้าทุกตัวที่ใช้ทดสอบหา MLSS ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ปรากฏพบการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ หรือภาวะขาดน้ำระหว่างการฝึกซ้อม ซึ่งอาจเป็นเพราะการฝึกซ้อมครั้งนี้ใช้โปรแกรมการฝึกซ้อมม้า (training exercise) ที่มีการออกกำลังกายอยู่ในระดับที่ต่ำ (low intensity) ก่อนนำม้ามาทดสอบหา MLSS

ความเร็วในระดับ LMS ที่ได้จากการทดสอบเป็นค่า LMS ที่แท้จริง เนื่องจากเมื่อมีการเพิ่มระดับความเร็วขึ้นจากระดับ LMS ของม้าแต่ละตัว จะพบว่าการเพิ่มขึ้นหรือมีการสะสมของแลคเตทในกระแสเลือด โดยที่ระดับพื้นฐานและระยะทางที่ 2 กิโลเมตร ของทั้งสองกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ที่ระยะ 4, 6, 8 และ 10 กิโลเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันของระดับแลคเตทในกระแสเลือดของม้าทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (รูปที่ 2)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าม้าลูกผสมพันธุ์เมืองของไทยจะมี LMS เฉลี่ยที่ 15 ± 1.1 km/h ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Gondim และ

คณะในม้าพันธุ์อื่นๆ (อาราเบียน ควอเตอร์ และแองโกลอาหรับ) คือมีความเร็วเฉลี่ยที่ 20.75 km/h และยังพบว่าค่า TLP เฉลี่ยคือ 1 ± 0 นาที ซึ่งต่ำกว่าม้าพันธุ์อื่นๆ (อาราเบียน ควอเตอร์ และแองโกลอาหรับ) ที่ได้ 5.8 ± 6.09 นาที ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อของม้าลูกผสมพันธุ์เมืองของไทยมีความแตกต่างกับม้าพันธุ์อาราเบียน ซึ่งมีสัดส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ใช้พลังงานจากการสลายออกซิเจน (type I) มากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดอื่น ซึ่งเป็นปัจจัยในการสร้างและกำจัดแลคเตทภายในร่างกาย (Gladden, 1996, Votion *et al.*, 2010) แต่พบว่าระดับ LP เฉลี่ยที่ได้ของม้าลูกผสมพันธุ์เมืองของไทย (8.0 ± 1.1 mmol/L) ใกล้เคียงกับม้าพันธุ์อื่น (อาราเบียน ควอเตอร์ และแองโกลอาหรับ) (8.2 ± 0.7 mmol/L) (Gondim *et al.*, 2007) ความเร็วที่ใช้และขนาดกล้ามเนื้อที่ต่างกันของม้าลูกผสมพันธุ์เมืองของไทย และม้าพันธุ์อื่นๆ (อาราเบียน ควอเตอร์ และแองโกลอาหรับ) ตามหลักกายวิภาค ส่งผลต่อปริมาณไกลโคเจนที่อยู่ในกล้ามเนื้อจึงมีผลต่อปริมาณการสร้างแลคเตทที่เกิดขึ้นจากการสร้างพลังงาน และชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่งมี

สัดส่วนที่ต่างกันก็มีผลต่อการทำงานและสร้างแลคเตทได้เช่นเดียวกัน (Snow and Valberg, 1994)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการตรวจหาความเร็วสูงสุดในการวิ่งเรียบที่ร่างกายสามารถรักษาระดับแลคเตทในกระแสเลือดให้คงที่ (MLSS) ในม้าลูกผสมพื้นเมืองของไทย พบว่าความเร็วสูงสุดที่สามารถใช้ได้ ในม้ากลุ่มนี้คือ 15 ± 1.1 km/h ซึ่งจะเป็นความเร็วที่ม้าใช้แล้วจะไม่เกิดการสร้างแลคเตทในร่างกายมากเกินไปกว่าที่จะกำจัดออกได้ทันจนเกิดการสะสมอยู่ในกระแสเลือด และพบว่าม้ากลุ่มทดลองใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1 ± 0 นาที ในการที่เกิดการสะสมของแลคเตทที่สูงสุดหลังจากออกกำลังกายตามโปรแกรมการประเมินสมรรถภาพทางกายภาพ (fitness) ของม้า (ประยุกต์จาก Gondim *et al.*, 2007) และใช้เวลาในการกำจัดแลคเตทที่สร้างขึ้นให้กลับเข้าสู่ระดับปกติ (ระดับพื้นฐานของม้าแต่ละตัว) เฉลี่ย 71.7 ± 9.8 นาที ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดโปรแกรมออกกำลังกายของม้าลูกผสมพื้นเมืองของไทย ในประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้ศึกษาขอขอบคุณ หน่วยงานสัตว์ทดลอง คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์ม้าเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Baldari, C., Bonavolonta, V., Emerenziani, G.P., Gallotta, M.C., Silva, A.J. and Guidetti, L. 2009. Accuracy, reliability, linearity of

Accutrend and Lactate Pro versus EBIO plus analyzer. *Eur. J. Appl. Physiol.* 107: 105-111.

Brooks, G.A. 1991. Current concepts in lactate exchange. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 23 (8): 895-906.

Carroll, C.L. and Huntington P.J. 1988. Body condition scoring and weight estimation of horses. *Equine Vet. J.* 20(1): 41-45.

Castejón, F., Rubio, D., Tovar, P., Vinuesa, M. and Riber, C. 1994. A comparative study of aerobic capacity and fitness in three different horse breeds (Andalusian, Arabian and Anglo-Arabian). *ZentralblVeterinarmed A.* 41 (9): 645-652.

Desmecht, D., Linden, A., Amory, H., Art, T. and Lekeux, P. 1996. Relationship of plasma lactate production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. *Vet. Res. Commun.* 20(4): 371-379.

Evans, D.L. 2000. Training and fitness in athletic horses. Barton, Camberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 64p.

Foreman, J.H., Bayly, W.M., Grant, B.D. and Gollnick, P.D. 1990. Standardized exercise test and daily heart rate response of Thoroughbreds undergoing conventional race training and detraining. *Am. J. Vet. Res.* 51: 914-920.

- Gladden, L.B. 1996. Lactate transport and exchange during exercise. In: Handbook of Physiology. Section 12: Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems, L. B. Rowell and J. T. Shepherd (Eds.). New York: Oxford University Press, pp. 614–648.
- Gollnick, P.D., Bayly, W.M. and Hodgson, D.R., 1986. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 18 (3): 334–340.
- Gondim, F.J., Zoppi, C.C., Pereira-da-Silva, L. and Macedo, D.V. 2007. Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. *Comp. Biochem. Phys. A.* 146: 375-380.
- Kobayashi, M. 2007. Simple lactate measurement in horses using a portable lactate analyzer with lancet skin punctures under field conditions. *J. Equine. Sci.* 18(1): 5-11.
- Kullmann, A., Sanz, M., Fosgate G.T., Sualez, M.N., Page P.C., Rioja, E., 2014. Effects of xylazine, romifidine, or detomidine on hematology, biochemistry and splenic thickness in healthy horses. *Can. Vet. J.* 55: 334–340.
- Lindner, A. 2000. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. *Revue. Med. Vet.* 151: 611-618.
- Lindner, A., Mosen, H., Kissenbeck, S., Fuhrmann, H., and Sallmann, H.P., 2009. Effect of blood lactate-guided conditioning of horses with exercises of differing durations and intensities on heart rate and biochemical blood variables. *J. Anim. Sci.* 87: 3211-3217.
- McGowan, C.M., Golland, L.C., Evans, D.L., Hodson, D.R. and Rose, R.J. 2002. Effects of prolonged training, overtraining and detraining on skeletal muscle metabolites and enzymes. *Equine. Vet. J.* 34: 257-263.
- Mykkanen, A.K., Poso, A.R., McGowan, C.M. and McKane, S.A. 2010. Expression of lactate transporters MCT1, MCT2, and CD147 in the red blood cells of three horse breeds: Finnhorse, Standardbred and Thoroughbred. *Equine. Vet. J.* 42(34): 161-166.
- Perez, E.H., Dawood, H., Chetty, U., Esterhuizen, T.M. and Bizaare, M. 2008. Validation of the Accutrend® lactate meter for hyperlactatemia screening during antiretroviral therapy in a resource-poor setting. *Int. J. Infect. Dis.* 12: 553-556.
- Prince, A., Geor, R., Harris, P., Hoekstra, K., Gardner, S., Hudson, C. and Pagan, J. 2001. Comparison of the metabolic

- responses of trained Arabian and Thoroughbred horses during high and low intensity exercise. Proceedings 17th Symposium of the Equine Nutrition and Physiology Society, Lexington, Kentucky, USA. pp. 267– 272.
- Revolv, T., Mykkanen, A.K., Karlstrom, K., Ihler, C.F., Poso, A.R. and Essen-Gustavsson, B. 2010. Effects of training on equine muscle fibres and monocarboxylate transporters in young Coldblooded Trotters. *Equine Vet. J.* 42(38): 289-295.
- Richter, E.A. and Hargreaves, M. 2013. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol. Rev.* 93: 993-1017.
- Serrano, M.G., Evans, D.L. and Hodgson, J.L. 2002. Heart rate and blood lactate responses during exercise in preparation for eventing competition. *Equine Vet. J.* 34: 135-139.
- Votion, D.M., Fraipont, A., Goachet, A.G., Rorert, C., VanErck, E., Amory, H., Ceusters, J., DeLaRebière DePouyade, G., Franck, T., Mouithys-mickalad, A., Niesten, A. and Serteyn, D. 2010. Alterations in mitochondrial respiratory function in response to endurance training and endurance racing. *Equine Vet. J.* 42(38): 268-274.
- Werkmann, J., Lindner, A. and Sasse, H.H.L. 1996. Conditioning effects in horses of exercise of a 5, 15 or 20 minutes duration at two blood lactate concentrations. *Pferdeheikunde.* 12: 474-479.





โรงพยาบาลเพื่อการสอนด้านสัตว์เล็ก

คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

The Small Animal Teaching Hospital
Faculty of Veterinary Medicine, Mahanakorn University of Technology

เปิดให้บริการตรวจ วินิจฉัย และ รักษาสัตว์

ด้านอายุรกรรม (Medicine)

- ตรวจรักษาโรคทั่วไป
- การให้เลือด (Blood Transfusion)
- ฉีดวัคซีนป้องกันโรค
- ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยงดูสัตว์เลี้ยง



ด้านทันตกรรม (Dentistry)

- บริการตรวจและรักษาโรคภายในช่องปากของสุนัขและแมว
- บริการขูดหินปูน



ด้านศัลยกรรม (Surgery)

- ศัลยกรรมเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue Surgery)
- ศัลยกรรมกระดูก (Orthopedic Surgery)
- ผ่าตัดทำหมัน (OVH & Castration)
- ผ่าตัดทำคลอด (Caesarean section)

ตรวจวินิจฉัยพิเศษ (Special Diagnostic)

- รังสีวินิจฉัย (X-ray)
- คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG)
- อัลตราซาวด์ (Ultrasonography)
- กล้องส่องตรวจภายใน (Endoscope)
- ระบบประสาท
- โรคตา
- โรคหัวใจ
- โรคผิวหนัง
- โรคฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ เช่น เบาหวาน ฯลฯ
- สัตว์เลี้ยงชนิดพิเศษ (Exotic Pets)
เช่น กระต่าย สัตว์ฟันแทะ นกสวยงาม ปลาสวยงาม
เม่นแคระ เฟอเรต เต่า เป็นต้น



ตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory Diagnostic)

- ตรวจทางโลหิตวิทยา (Hematology)
- ตรวจน้ำเลือดทางชีวเคมี (Serum Biochemistry)
- ตรวจวิเคราะห์ก๊าซในเลือด (Blood Gas)
- ตรวจปัสสาวะ (Urinalysis)
- ตรวจจุลชีววิทยา (Microbiology)
- ตรวจเซลล์วิทยาวินิจฉัย (Diagnostic Cytology)
- ฯลฯ



เวลาทำการ

จันทร์ - ศุกร์ เข้า 09.00 - 11.30 น., บ่าย 13.00 - 20.00 น.

เสาร์ - อาทิตย์ เข้า 09.00 - 11.30 น., บ่าย 13.00 - 17.30 น.

หยุดทุกวันหยุดนักขัตฤกษ์

140 ถ.เชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

โทรศัพท์ 02- 9883655 ต่อ 5202,5203 หรือ 084 - 4550925

