

12-1-2003

## EXERCISE AND DEHYDRATION IN THE HORSE

Prawit Butudom

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/tjvm>



Part of the [Veterinary Medicine Commons](#)

---

### Recommended Citation

Butudom, Prawit (2003) "EXERCISE AND DEHYDRATION IN THE HORSE," *The Thai Journal of Veterinary Medicine*: Vol. 33: Iss. 4, Article 5.

DOI: <https://doi.org/10.56808/2985-1130.1940>

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/tjvm/vol33/iss4/5>

This Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in The Thai Journal of Veterinary Medicine by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact [ChulaDC@car.chula.ac.th](mailto:ChulaDC@car.chula.ac.th).

# การออกกำลังกายกับภาวะขาดน้ำในม้า

ประวิทย์ บุตรอุดม\*

## Abstract

Prawit Butudom\*

## EXERCISE AND DEHYDRATION IN THE HORSE

The intensity and duration of exercise has a major impact on fluid levels, electrolytes and acid-base balance in the horse. The changes range from rapid fluid and electrolyte shifts which accompany high-intensity exercise ( $\dot{V}O_2 \text{ max} \geq 100\%$ ) (i.e., racehorse) to substantial fluid and electrolyte depletion during Speed and Endurance Tests as seen at Three-day events. Depletion is also seen during prolonged endurance exercise, in which the horse performs a low-intensity form of exercise (30-60%  $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ). These fluctuations of fluid and electrolyte homeostasis have been implicated in the development of fatigue and can lead to medical problems when exercise is continued to a state of exhaustion. In racehorses, a rapidly increasing body temperature, an accumulation of acid, and associated electrolyte changes, specifically hyperkalemia, may be more important in contributing to fatigue than body fluid shifts. During prolonged, low-intensity exercise, fluid loss through sweating is a likely factor in limiting performance as it contributes to fatigue and heat-related medical problems, such adverse effects being greater when the horse exercises under hot and humid conditions. Treatments that aim to improve speed performance in race horses include dietary cation-anion balance (DCAB), furosemide and sodium bicarbonate loading. Offering an initial drink of salt water (0.9% NaCl) at 20°C after a few minutes of exercise (or at rest stops during the exercise bout or competition) is a strategy for rehydrating the horse which may be useful in hot and humid weather.

---

**Keywords :** horse, exercise, dehydration, rehydration fluid, electrolyte, NaCl

---

Department of Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

\*Corresponding author

---

ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

\*ผู้รับผิดชอบบทความ

## บทคัดย่อ

ประวิทย์ บุตรอุดม\*

### การออกกำลังกับภาวะขาดน้ำในม้า

ระดับความหนักและเวลาที่ใช้ในการออกกำลังเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำ อิเล็กโตรลัยต์และดุลกรดต่างในร่างกายม้า การเปลี่ยนแปลงเป็นไปได้ตั้งแต่มีการเคลื่อนย้ายของน้ำจากหลอดเลือดเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อในม้าแข่งที่มีการออกกำลังอย่างหนัก ( $\dot{V}O_2 \text{ max} \geq 100\%$ ) ไปจนถึงการสูญเสียน้ำและอิเล็กโตรลัยต์ในปริมาณที่มากจากการออกกำลังในระดับที่ต่ำ ( $\dot{V}O_2 \text{ max} 30-60\%$ ) และใช้เวลานานในการออกกำลัง เช่น ในม้านักกีฬาที่แข่งขัน speed and endurance test ในวันที่สองของ Three-day event หรือในม้าประเภทมาราธอน ดุลน้ำและอิเล็กโตรลัยต์ที่เสียไปจากการออกกำลังนี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดภาวะเมื่อยล้าและทำให้ความสามารถทางการกีฬาตกลงและโน้มนำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพที่รุนแรงหากมีการออกกำลังต่อไป ซึ่งในม้าแข่งปัญหาของภาวะขาดน้ำและอิเล็กโตรลัยต์ไม่ใช่อันตรายที่เด่นชัดแต่พบว่าภาวะความเป็นกรดในเซลล์กล้ามเนื้อ ภาวะระดับโปแทสเซียมในเลือดสูงและภาวะอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการวิ่ง ส่วนในม้านักกีฬาภาวะขาดน้ำและการสูญเสียอิเล็กโตรลัยต์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดภาวะเมื่อยล้าและทำให้เกิดการบกพร่องในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายซึ่งจะโน้มนำให้เกิดภาวะ heat exhaustion ภาวะขาดน้ำและอิเล็กโตรลัยต์นี้จะมากขึ้นเมื่อมีการออกกำลังในสภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูง วิธีการที่จะลดการเกิดภาวะเมื่อยล้าและป้องกันภาวะขาดน้ำได้แก่ การใช้อาหารที่มีความสมดุลของกรดต่าง การให้ยาขับปัสสาวะฟูโรซีไมด์ (furosemide) และการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งในม้าแข่ง แต่ผลที่ได้ยังไม่เด่นชัดนัก ส่วนในม้ามักมีการให้เกลือ (0.9% NaCl) ที่อุณหภูมิ 20°C. ในระหว่างหยุดพักและหลังจากการออกกำลังอาจเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันภาวะขาดน้ำและอิเล็กโตรลัยต์ในระหว่างและหลังจากการออกกำลังโดยเฉพาะการออกกำลังในสภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสูง

คำสำคัญ: ม้า การออกกำลัง ภาวะขาดน้ำ สารน้ำทดแทน อิเล็กโตรลัยต์ โซเดียมคลอไรด์

### บทนำ

การออกกำลังของม้าไม่ว่าจะเป็นม้าแข่ง (racing) หรือ ม้ากีฬาประเภทต่างๆ ซึ่งได้แก่ การแข่งขันม้าข้ามเครื่องกีดขวาง (show jumping) โปโล (polo) ศิลปะบังคับม้า (dressage) การแข่งขันขี่ม้าสามวันหรือม้าวิบาก (three-day event) และม้ามาราธอน (endurance) การเสียน้ำและอิเล็กโตรลัยต์ในร่างกายจากการเสียน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถทางการกีฬาของม้า (Schott and Hinchcliff, 1993; Schott et al., 1997) การเสียน้ำและอิเล็กโตรลัยต์จากร่างกายที่รุนแรงในระหว่างการออกกำลังจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและความผิดปกติของร่างกายอันเนื่องมาจากการขาดน้ำและการเสียน้ำอิเล็กโตรลัยต์ในร่างกาย (Carlson, 1985)

ซึ่งการขาดน้ำและการเสียน้ำอิเล็กโตรลัยต์นี้จะมากขึ้นในม้าที่มีการออกกำลังหรือแข่งขันภายใต้สภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยพบว่าม้าจะเสียน้ำและอิเล็กโตรลัยต์จากร่างกายอย่างมากจากการเสียน้ำมากขึ้นและมีความบกพร่องของการควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย (Harris et al., 1995; McCutcheon et al., 1995) ความสำคัญของผลกระทบของภาวะขาดน้ำและการเสียน้ำอิเล็กโตรลัยต์ในการแข่งขันกีฬาขี่ม้าภายใต้สภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูงได้เริ่มมีตั้งแต่ในการแข่งขันกีฬาขี่ม้า World Equestrian Games (WEG) ที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ในปี พ.ศ. 2537 (Jeffcott, 1995) และในการแข่งขันกีฬาขี่ม้าประจำโอลิมปิกที่เมืองแอตแลนต้า สหรัฐอเมริกา ประเทศสหรัฐอเมริกา

เมื่อปี พ.ศ. 2539 จากที่มีการศึกษาวิจัยถึงผลกระทบของอากาศที่มีต่อการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์และการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายม้าในม้ากีฬาเพื่อที่จะหาแนวทางที่เหมาะสมในการลดปัญหาทางสุขภาพที่จะเกิดขึ้นกับม้าในระหว่างและหลังจากการแข่งขัน (Jeffcott and Kohn, 1999) บทความนี้ได้เขียนขึ้นเพื่อนำเสนอข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังในม้าและภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์รวมทั้งแนวทางในการป้องกันภาวะขาดน้ำในรูปแบบที่น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับสัตวแพทย์และผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับม้า อันจะนำไปสู่การจัดการที่เหมาะสมต่อตัวม้าเพื่อป้องกันหรือลดปัญหาทางสุขภาพในระหว่างและหลังจากการแข่งขัน

### การสร้างพลังงานและความสามารถในทางกีฬา

การวัดอัตราการใช้ออกซิเจนของร่างกาย (oxygen consumption;  $\dot{V}O_2$ ) มีหน่วยเป็น ลิตรต่อนาที หรือ มล. ต่อ กก. น้ำหนักตัวต่อนาที เป็นวิธีที่นำมาใช้ในการประเมินระดับของการออกกำลังซึ่งพบว่า  $\dot{V}O_2$  มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับการออกกำลังทั้งความเร็ว และความหนัก (Eaton, 1994) ในระยะแรกของการออกกำลัง การสร้างพลังงานโดยการใช้ออกซิเจน (aerobic energy production) เพียงพอต่อความต้องการพลังงานของกล้ามเนื้อ แต่เมื่อระดับความเร็วของการวิ่งเพิ่มขึ้นหรือม้าออกกำลังในระดับที่หนักขึ้นจนถึงระดับที่มีการใช้ออกซิเจนอย่างสูงสุด ( $\dot{V}O_{2\max}$  = maximal aerobic power)  $\dot{V}O_2$  จะไม่เพิ่มขึ้นอีกถึงแม้ว่าระดับความเร็วจะเพิ่มขึ้นก็ตาม พบว่าเมื่อม้าวิ่งด้วยความเร็วในระดับอย่างน้อย 12 เมตรต่อวินาที การสร้างพลังงานโดยการใช้ออกซิเจนจะไม่เพียงพอต่อระดับความหนักของการออกกำลัง ดังนั้นกล้ามเนื้อจำเป็นต้องใช้พลังงานจากขบวนการสร้างพลังงานทดแทนโดยไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy production) (Eaton, 1994) การใช้พลังงานจากขบวนการสร้างพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจนนี้จะพบในม้าที่วิ่งด้วยความเร็วสูงในระยะเวลาสั้นๆ เช่น ม้าแข่ง หรือในม้าประเภทที่กล้ามเนื้อต้องออกกำลังอย่างหนักเป็นช่วงๆ เพื่อการแสดงความสามารถทางการกีฬา เช่น โปโล ม้ากระโดดข้ามเครื่องกีดขวาง ในม้าเหล่านี้พบว่าจะมีระดับของการออกกำลังที่หนักที่ระดับ  $\dot{V}O_{2\max}$  มากกว่าร้อยละ 60 ในโปโลหรือม้ากระโดดข้ามเครื่องกีดขวางจนถึงมากกว่าร้อยละ 100 ในม้าแข่ง (Rose et al., 1988; Art et al., 1990;

Eaton et al., 1992; Barrey and Valette, 1993; Aguilera-Tejero et al., 1998; Marlin and Allen, 1999) ระดับของการสร้างพลังงานจากขบวนการไม่ใช้ออกซิเจนพบว่ามีได้ตั้งแต่ร้อยละ 20-60 ในม้าแข่งที่วิ่งในระยะ 400-1,600 เมตร ส่วนในม้าประเภทอื่นๆ เช่น การแข่งขันม้าวิบาก (speed and endurance test ของการแข่งขัน Three-Day Event) และการแข่งม้ามาราธอน ม้าจะออกกำลังในระดับประมาณร้อยละ 30-60 ของ  $\dot{V}O_{2\max}$  (ความเร็วตั้งแต่ 2 ถึง 7 เมตรต่อวินาที) ซึ่งอาศัยพลังงานส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 90 จากการสร้างพลังงานโดยขบวนการที่ใช้ออกซิเจน (Eaton, 1994; Marlin et al., 1995; Sosa LeOn et al., 2002)

### การเปลี่ยนแปลงของน้ำ อิเล็กโทรลัยต์และสมดุลกรด-ด่างในร่างกายจากการออกกำลัง

ในขณะที่ออกกำลัง เมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนพลังงานเคมีไปเป็นพลังงานจลน์เพื่อการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ สิ่งที่ได้จากการเพิ่มขึ้นของเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อก็คือ กรด ความร้อนจากเมตาบอลิซึม คาร์บอน-ไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งเขียนเป็นสมการง่ายๆ ได้ดังนี้คือ  $\text{fuel} + \text{oxygen} \rightarrow \text{work} + \text{acid} + \text{heat} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (McMiken, 1983) ระดับความหนักและระยะเวลาหรือความนานในการออกกำลังเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายม้าซึ่งจะต่างกันไปในแต่ละชนิดกีฬาที่มีออกกำลัง (Harris and Snow, 1988, 1992; Andrews et al., 1994; Schott et al., 1997) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของน้ำ อิเล็กโทรลัยต์และดุลกรดด่างในร่างกายยังขึ้นอยู่กับสุขภาพของม้า การฝึก อาหาร ยาและสภาพภูมิอากาศ (McCutcheon and Geor, 1996; Hyypää S. and Pösö, 1993; Greenhaff et al., 1990; Hinchcliff and Muir, 1991; Harris et al., 1995; McCutcheon et al., 1995) การเปลี่ยนแปลงของน้ำ อิเล็กโทรลัยต์และดุลกรดด่างจากการออกกำลังในรูปแบบต่างๆ มีดังต่อไปนี้

### การออกกำลังในระดับที่หนัก (high-intensity exercise)

โดยทั่วไปแล้วม้าที่วิ่งเร็วมากในเวลาสั้นๆ โดยเฉพาะม้าแข่ง การเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากร่างกายไม่ได้เป็นปัญหาหลัก พบว่าม้าที่ออกกำลังในระดับร้อยละ 90 ของ  $\dot{V}O_{2\max}$  ที่ 20-23°C. และ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 ม้า

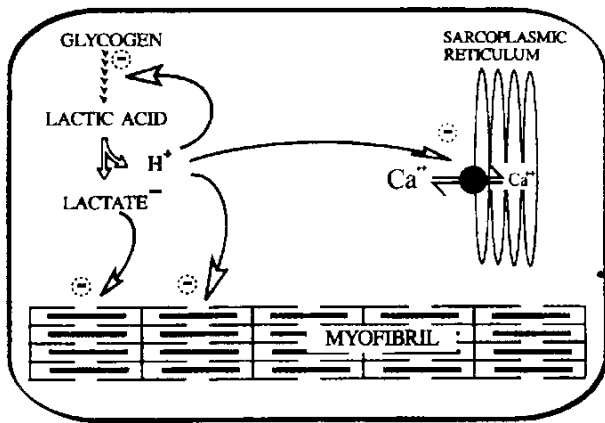
มีอัตราการขับเหงื่อในช่วง 6-40 มล. ต่อตารางเมตรของพื้นที่ผิวตัวต่ออนาที และเสียน้ำหนักตัวเพียงร้อยละ 1.7 จากการเสียน้ำเหงื่อ (Hodgson et al., 1993) ซึ่งอัตราการขับเหงื่อนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกกำลัง (Hodgson et al., 1993; Scott et al., 1999) ในการออกกำลังในระดับนี้พบว่าการเคลื่อนย้ายของน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากน้ำนอกเซลล์ (extracellular fluid; ECF) โดยเฉพาะน้ำจากหลอดเลือด (intravascular fluid) และน้ำระหว่างเซลล์ (interstitial fluid; ISF) เข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อเนื่องจากความเข้มข้นของออสโมลาลิตีในเซลล์กล้ามเนื้อสูงกว่าความเข้มข้นของออสโมลาลิตีที่มีในหลอดเลือดและน้ำระหว่างเซลล์ ระดับของออสโมลาลิตีที่สูงขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของ กรดแลคติก ฟอสเฟต และสารอื่น ๆ จากเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อในขณะที่ออกกำลัง (Hyypä and Pösö, 1993) ผลจากการเคลื่อนย้ายของน้ำเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อทำให้เกิดการลดลงของปริมาณเลือดในเส้นเลือด (hypovolemia) และมีการเพิ่มขึ้นของระดับออสโมลาลิตีและพลาสมาโปรตีนในเลือด จากการศึกษาในม้าแข่งพันธุ์โรโรเบรดที่วิ่งแข่งในระยะ 1,000 เมตร พบว่าปริมาณเลือดลดลงร้อยละ 13 และระดับพลาสมาโปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 23 (Masri et al., 1990) นอกจากนี้ยังพบว่าม้าที่ออกกำลังในระดับที่หนัก ระดับของพลาสมาออสโมลาลิตีจะเพิ่มขึ้นจากประมาณ 280 มิลลิออสโมลต่อลิตรในขณะพักเป็น 315 มิลลิออสโมลต่อลิตร และ พลาสมาโปรตีนจะเพิ่มจากระดับประมาณ 6.0-6.5 กรัมต่อเดซิลิตร เป็น 7.5-8.0 กรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่พักจนถึงสิ้นสุดการออกกำลัง (Schott and Hinchcliff, 1993) ผลของการเคลื่อนย้ายของน้ำเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อในขณะที่ออกกำลังกายอย่างหนักทำให้เกิดภาวะเลือดข้น (hemoconcentration: PCV > 60%) แต่ยังไม่มียาแรงที่ชัดเจนที่บ่งชี้ถึงผลกระทบของภาวะเลือดข้นต่อความสามารถทางการวิ่งในม้าแข่ง โดยทั่วไปแล้วผลจากการเคลื่อนย้ายของน้ำเข้าสู่เซลล์จากการออกกำลังในระดับที่หนักนี้จะกลับสู่ระดับปกติภายใน 30 นาทีหลังจากหยุดการออกกำลัง (Judson et al., 1983)

สิ่งที่น่าจะเป็นปัญหามากกว่าภาวะน้ำในเลือดลดลงในม้าแข่งที่ออกกำลังในระดับที่หนักก็คือ ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของระดับอิเล็กโทรลัยต์โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของกรดแลคติกในเซลล์กล้ามเนื้อและในเลือดจากระบวนการสร้างพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งทำให้เกิดภาวะความเป็นกรดในเซลล์กล้ามเนื้อ (Lovell et al., 1987) และเกิดภาวะเลือด

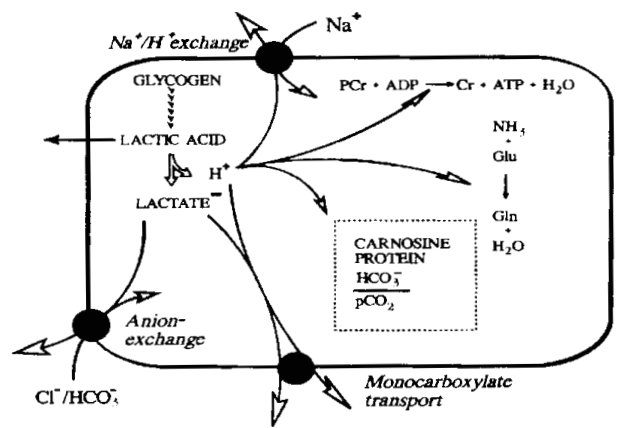
เป็นกรดจากการมีระดับของกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้นในเลือดพบว่ากรดแลคติกในเลือดสูงขึ้นถึงประมาณ 25-32 มิลลิโมลต่อลิตรในม้าที่ออกกำลังอย่างหนัก (Bayly et al., 1987; Harris and Snow, 1988) นอกจากนั้นยังพบว่าในม้าแข่งที่มีการออกกำลังอย่างหนัก ระดับของโปแทสเซียมในเลือดจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับความหนักของการออกกำลัง โดยที่ระดับของโปแทสเซียมในเลือดอาจสูงขึ้นไปจากระดับปกติในม้าขณะพัก (3.2-4.2 มิลลิโมลต่อลิตร) ถึง 10 มิลลิโมลต่อลิตร (Harris and Snow, 1988; Harris and Snow, 1992) เนื่องจากมีการสูญเสียโปแทสเซียมออกจากเซลล์กล้ามเนื้อในขณะที่ออกกำลัง (Schott et al., 2002) ภาวะระดับโปแทสเซียมในเลือดสูงร่วมกับการที่ระดับของโปแทสเซียมในเซลล์ลดลงอาจจะโน้มนำทำให้เกิดความผิดปกติในการหดตัวของกล้ามเนื้อเนื่องจากระดับโปแทสเซียมที่ลดลงจะขัดขวางขบวนการ depolarization ที่เซลล์กล้ามเนื้อ (Carlson, 1987; Coffman et al., 1978; Schott et al., 2002) ในม้าแข่งที่ออกกำลังในระดับหนักพบว่าจะมีการลดลงเล็กน้อยของโซเดียมกับคลอไรด์และมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของแคลเซียมกับฟอสเฟตในเลือดจากการเสียน้ำ และจากการเคลื่อนย้ายของน้ำเข้าสู่เซลล์และการแลกเปลี่ยนไอออนแต่ละชนิดระหว่างเลือดและเซลล์กล้ามเนื้อ แต่การเปลี่ยนแปลงของอิเล็กโทรลัยต์เหล่านี้เกิดขึ้นเพียงชั่วคราวเท่านั้น (Harris and Snow, 1988; Snow et al., 1983)

ในม้าที่ออกกำลังอย่างหนัก ความเป็นกรดในกล้ามเนื้อและการเปลี่ยนแปลงของอิเล็กโทรลัยต์โดยเฉพาะภาวะโปแทสเซียมสูงในเลือดอาจจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะเมื่อยล้าและความสามารถในการวิ่งลดลง โดยโปรตอน ( $H^+$ ) และแลคเตตไอออน ( $Lac^-$ ) ที่แตกตัวจากกรดแลคติกจะไปขัดขวางการหดตัวของไมโอไฟบริลในเซลล์กล้ามเนื้อและความเป็นกรดในกล้ามเนื้อยังขัดขวางเมตาบอลิซึมของแคลเซียมในเซลล์กล้ามเนื้อ (Hyypä and Pösö, 1993, รูปที่ 1) อย่างไรก็ตามร่างกายมีกลไกควบคุมความเป็นกรดของกล้ามเนื้อโดยขบวนการบัฟเฟอร์และการนำ  $H^+$  และ  $Lac^-$  ออกจากเซลล์ (Hyypä and Pösö, 1993, รูปที่ 2) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าความสามารถในการวิ่งหรือความสามารถในการลดการเกิดความเมื่อยล้าในม้าแข่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของขบวนการบัฟเฟอร์และการขจัด  $H^+$  และ  $Lac^-$  ออกจากเซลล์

ในม้าแข่งได้มีการนำวิธีการหลายวิธีที่เชื่อว่าจะมีผลในการลดความเป็นกรดในกล้ามเนื้อและในเลือด เพื่อที่จะ



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งที่เกิดการขัดขวาง โดย H<sup>+</sup> และ Lac<sup>-</sup> ในเซลล์กล้ามเนื้อ เครื่องหมาย (-) แสดงการขัดขวางการทำงาน (ที่มา: Hyypä and Pösö, 1993)



รูปที่ 2 แสดงกลไกการควบคุมความเป็นกรดในเซลล์กล้ามเนื้อ Pcr = Phosphocreatine; Cr = creatine; NH<sub>3</sub> = ammonia; Glu = glutamic acid; Gln = glutamine (ที่มา: Hyypä and Pösö, 1993)

ป้องกันการเกิดความเมื่อยล้าและเพิ่มความสามารถทางกรวิง ซึ่งมีทั้งการให้อาหารเสริมและการให้ยาหรือสารน้ำบางชนิดที่เชื่อว่าจะมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่ง ได้แก่ การให้อาหารที่มีความสมดุลของอออนบวกและอออนลบ (dietary cation-anion balance; DCAB) เพื่อปรับสมดุลของกรดต่าง (Cooper et al., 1998) การให้ Creatine โดยการกินเพื่อเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ได้ในทันทีในม้าแข่ง (Sewell and Harris, 1995) การให้โซเดียมไบคาร์บอเนตในรูปแบบการกินหรือที่เรียกว่า “Milkshake” ก่อนการแข่งขันเพื่อเพิ่มการจัดไฮโดรเนียมอออนจากเซลล์กล้ามเนื้อ (Greenhaff et al., 1990; Harkins et al., 1994) และการให้ยาขับปัสสาวะชนิดฟูโรซีไมด์เพื่อป้องกันภาวะ exercise induced pulmonary haemorrhage (EIPH) และเพื่อลดน้ำหนักของม้าก่อนการแข่งขัน (Gross et al., 1999) อย่างไรก็ตามผลของการให้สิ่งต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นนี้ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของม้าแข่งยังไม่เด่นชัดนัก สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงก็คือ ผลกระทบที่เกิดจากการสูญเสียน้ำและอิเล็กโตรลัยต์จากการให้ยาขับปัสสาวะ (Hyypä et al., 1996) และผลเสียจากการให้ฟูโรซีไมด์และโซเดียมไบคาร์บอเนตควบคู่กันเนื่องจากจะทำให้เกิดการเสียอิเล็กโตรไลต์และเกิดภาวะเลือดเป็นด่างอย่างรุนแรง (Freestone et al., 1989)

### การออกกำลังกายในระดับต่ำถึงปานกลาง (low to medium-intensity exercise)

ในม้าที่ออกกำลังกายไม่หนักมากในระดับต่ำกว่าร้อยละ 60 ของ  $\dot{V}O_{2max}$  เช่น ในการแข่ง speed and endurance test ในวันที่สองของการแข่งขัน Three-day events หรือในการแข่งม้ามาราธอน พบว่าการมีเปลี่ยนแปลงของน้ำในร่างกายลักษณะเดียวกับในม้าแข่งที่ออกกำลังกายในระดับที่หนักแต่ระดับของการเปลี่ยนแปลงจะมากกว่า สิ่งที่แตกต่างอย่างเด่นชัดและจัดเป็นปัญหาที่สำคัญจากการออกกำลังกายในม้าประเภทนี้ก็คือ มีการเสียน้ำและอิเล็กโตรลัยต์อันเนื่องมาจากการเสียเหงื่ออย่างมากในขณะที่ออกกำลังกาย (Schott and Hinchcliff, 1993) การเสียเหงื่อเป็นกระบวนการตอบสนองที่สำคัญอย่างหนึ่งของม้าในขณะที่ออกกำลังกายเนื่องจากมีการสร้างความร้อนขึ้นในกล้ามเนื้อจากเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อ ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในร่างกาย (body core temperature: Tc) และเมื่ออุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้นถึงประมาณ 38.5°C จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างเหงื่อเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย (Hodgson et al., 1993) ประมาณร้อยละ 70-80 ของความร้อนจากเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายจะถูกกำจัดออกโดยการระเหยเป็นไอของเหงื่อที่หลั่งออกมา ส่วนความร้อนที่เหลือจะถูกกำจัดออกโดย

การเพิ่มขึ้นของการหายใจ (~20-25%) และด้วยวิธีอื่นๆ (~5-10%) (Hodgson et al., 1993) ส่วนประกอบของเหงื่อม้าจะมีลักษณะใกล้เคียงกับพลาสมา ก็คือจะประกอบไปด้วยโซเดียม ( $143 \pm 9.0$  มิลลิโมลต่อลิตร) โปแทสเซียม ( $28.2 \pm 2.1$  มิลลิโมลต่อลิตร) และคลอไรด์ ( $158.0 \pm 7.1$  มิลลิโมลต่อลิตร) โดยที่จะมีระดับของโปแทสเซียมและคลอไรด์สูงกว่าในพลาสมาเล็กน้อย (McCutcheon et al., 1995) อัตราการเสียเหงื่อในม้าที่ออกกำลังกายในระดับต่ำนี้พบว่าจะมีประมาณ 10-15 ลิตรต่อชั่วโมง (Carlson, 1987<sup>a</sup>; Carlson, 1987<sup>b</sup>) และพบว่าม้าก็อาจเสียเหงื่อประมาณ 30-40 กก. หลังการแข่งขันซึ่งความรุนแรงของการเสียเหงื่อนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม (Carlson, 1983; Carlson, 1987<sup>a</sup>; Carlson, 1987<sup>b</sup>) ในการแข่งขันนั้นนอกจากม้าจะมีการเสียน้ำจากการเสียเหงื่อแล้วม้ายังเสียอิเล็กโทรลัยต์ในปริมาณที่มากด้วย จากการศึกษาโดยการให้ม้าออกกำลังกายบนเครื่องวิ่งออกกำลังกาย (treadmill) เป็นเวลา 2 ชม. โดยใช้การทดสอบที่เหมือนกับการแข่งขันในช่วง speed and endurance test ของ three-day events ในระดับ CCI<sup>\*\*\*\*</sup> ของมาตรฐานโอลิมปิก ภายใต้สภาพอากาศ 33-35°C. และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 45-50 พบว่าม้ามีการเสียเหงื่อประมาณ 19 ลิตรและมีการสูญเสียอิเล็กโทรลัยต์จากการเสียเหงื่อโดยเฉพาะโซเดียมและคลอไรด์ประมาณ 6500 มิลลิโมลต่อลิตร (McCutcheon and Geor, 1996) นอกจากนั้นการออกกำลังกายในระดับนี้ก็เป็นเวลานานจะทำให้เกิดการเสียคลอไรด์จากการเสียเหงื่ออย่างมากโดยพบว่าในม้ามาราธอนจะเกิดภาวะเลือดเป็นด่างที่เรียกว่า hypochloremic metabolic alkalosis (Schott and Hinchcliff, 1993; Schott et al., 1996; Schott et al., 1997) และพบว่าม้าเกิดภาวะ respiratory alkalosis ร่วมด้วยจากการที่ม้าหายใจเร็ว ถี่ และเกิดภาวะการลดค่าลงของคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดและมีการเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างในเลือด (Bayly et al., 1995) จากการศึกษาของ Kingston และคณะ (1997) พบว่าการวัดการเสียน้ำหนักตัวหลังจากการแข่งขันเป็นวิธีที่เชื่อถือได้ในการประเมินภาวะขาดน้ำจากการเสียเหงื่อและการออกกำลังกาย โดยทั่วไปแล้วในการแข่งขันม้า Three-day events หรือม้ามาราธอนพบว่าม้าจะเสียน้ำหนักตัวประมาณร้อยละ 3-7 (Lawrence et al., 1992; Ecker and Lindinger, 1993; Andrews et al., 1994; Schott et al., 1996; Schott et al., 1997) และยังคงพบว่าม้ายังเสียน้ำหนักตัวอย่างต่อเนื่องอีกประมาณร้อยละ 3-4 ในช่วงพัก

พื้นหลังการแข่งขันถึงเช้าก่อนแข่งในวันต่อไป (Schott et al., 1996; Schott et al., 1997) โดยสรุปแล้วในม้าที่ออกกำลังกายในระดับต่ำถึงปานกลางการสูญเสียและอิเล็กโทรลัยต์จากการเสียเหงื่ออาจเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดภาวะเมื่อยล้าหรือการลดลงของความสามารถทางการแข่งขันของกีฬาประเภทนี้

### ปัญหาของภาวะขาดน้ำกับการออกกำลังกาย

การเปลี่ยนแปลงของน้ำในร่างกายก่อนการออกกำลังกาย อาจจะมีผลกระทบต่อความสามารถทางการกีฬา ในคนที่เป็ นักกีฬาที่มีภาวะขาดน้ำก่อนการออกกำลังกายจะมีความสามารถทางการวิ่งลดลง เนื่องจากการลดลงของความสามารถในการรับและใช้ออกซิเจน ( $\dot{V}O_2$ ) โดยพบว่าค่าวิกฤตของการลดลงของ  $\dot{V}O_2$  จะอยู่ที่การเสียน้ำหนักตัวประมาณร้อยละ 3 นอกจากนั้นภาวะขาดน้ำทำให้มีการลดอัตราการสร้างเหงื่อ และพบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในร่างกายจะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่เสียไปโดยพบว่าอุณหภูมิภายในร่างกายจะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.15°C. ต่อการเสียน้ำหนักตัวร้อยละ 1 (Sawka and Pandolf, 1990; Sawka, 1992) ในม้าแข่งมักจะพบภาวะขาดน้ำก่อนการแข่งขันเนื่องจากการพยายามที่จะลดน้ำหนักของม้าก่อนแข่งโดยการให้ยาขับปัสสาวะฟูโรซีไมด์ในขนาด 0.5-1.0 มก. ต่อ กก. ทางเส้นเลือดดำ วิธีการปฏิบัตินี้อาจจะมีผลเสียต่อม้าจากการที่ยาขับปัสสาวะทำให้เกิดการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากภายนอกเซลล์ ซึ่งพบว่าม้าเสียน้ำหนักตัวประมาณร้อยละ 2-3 จากการได้รับฟูโรซีไมด์ในปริมาณดังกล่าวข้างต้น (Hinchcliff and Muir, 1991) ระดับการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์อาจจะมากขึ้นถ้าพบว่าม้ามีการเสียน้ำในช่วงของการอบอุ่นตัวหรือซ้อมก่อนแข่งและหลังแข่งร่วมด้วย โดยเฉพาะในการแข่งม้าภายใต้อากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูง อย่างไรก็ตามการเสียน้ำหนักตัวนี้อาจจะมีผลดีในด้านการเพิ่มความสามารถการวิ่งในม้าแข่ง (Gross et al., 1999)

Guthrie and Lund (1998) ประเมินว่าความร้อนจากเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายในม้ามาราธอนที่ความเร็วประมาณ 8 เมตรต่อวินาที อาจจะเพิ่มอุณหภูมิภายในร่างกายประมาณ 21°C. ต่อชม. หากความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ถูกกำจัดออกจากร่างกายม้า การเสียน้ำของร่างกายจากการเสียเหงื่อในขณะที่ออกกำลังกายทำให้เกิดการลดลงของปริมาณเลือดในร่างกายและเกิดการใช้ปริมาณเลือดของระบบ

การไหลเวียนเลือดที่กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงผิวหนังลดลงทำให้ลดการสร้างเหงื่อโดยพบว่าภาวะขาดน้ำจากการออกกำลังภายใต้สภาวะอากาศร้อน 32°-34°ซ. ที่ระดับร้อยละ 50 ของ  $\dot{V}O_2$  max เป็นเวลา 90 นาที ทำให้มีอัตราการสร้างเหงื่อลดลง (McCutcheon and Geor, 1996) ดังนั้นภาวะขาดน้ำที่เพิ่มขึ้นในขณะที่ออกกำลังอาจจะจำกัดความสามารถในการออกกำลังในการแข่งขันที่ใช้เวลานานเนื่องจากความบกพร่องในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลัง (Schott and Hinchcliff, 1993; Schott et al., 1997) ในระยะแรกการเสียน้ำหนักตัวเล็กน้อย (~3%) อาจจะมีผลเพียงแค่ลดความสามารถทางการวิ่งลง (Dahlborn et al., 1995) แต่เมื่อระดับการขาดน้ำเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 7-10 ของน้ำหนักตัวพบว่าทำให้เกิดความเมื่อยล้าและมีปัญหาทางสุขภาพอันเนื่องมาจากการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์และจากการมีอุณหภูมิของร่างกายที่สูงขึ้น (Carlson, 1985; McCutcheon and Geor, 1996) กลุ่มอาการของม้าในภาวะเมื่อยล้า (heat exhaustion หรือ exhausted horse syndrome) ได้แก่ ลดความพยายามในการวิ่งและไม่อยากจะวิ่งหรือออกกำลัง อาการของระบบไหลเวียนบกพร่องลงเนื่องจากภาวะปริมาณเลือดต่ำ (capillary refill time; CRT เกิน 2 วินาที ร่วมกับการขยายใหญ่ของเส้นเลือดดำ external jugular) มีการเคลื่อนไหวของลำไส้ลดลง การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิที่ทวารหนักและการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจอย่างถาวร นอกจากนี้พบว่าม้าในภาวะดังกล่าวนี้มีการกินน้ำน้อยลงหรือไม่กินน้ำจากการที่เกิดภาวะ hypo-osmotic dehydration จากการที่เสียน้ำอิเล็กโทรลัยต์โดยเฉพาะ โซเดียมปริมาณมากจากการเสียน้ำเหงื่อ ปัญหาทางสุขภาพที่เกิดขึ้นในขณะที่ออกกำลังหรือหลังออกกำลัง ได้แก่ postexertional ileus (Schott and Charlton, 1996) synchronous diaphragmatic flutter (SDF) (Schott et al., 1997) และ exhaustive horse syndrome (Carlson, 1983; Carlson, 1985) ความผิดปกติดังกล่าวอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ม้าตาย 2 ตัวในระหว่างการแข่งขัน World Equestrian Games (WEG) เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 ที่ประเทศฝรั่งเศส (Rubert and Larsdotter สัตวแพทย์ประจำการแข่งขันของ Federal Equestrian International: ติดต่อบุคคล 2545) โดยสรุปแล้วภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในการเกิดภาวะ heat exhaustion และปัญหาทางสุขภาพในม้าที่ออกกำลังเป็นเวลานาน ข้อมูลจากการแข่งขันม้ามาราธอนในสหรัฐอเมริกาในปี 2539 จาก

American Endurance Ride Conference (AERC) และจากการแข่งขัน Three-day events ของ United State Combined-Training Association (USCTA) ประเมินว่ามีม้าประมาณ 500-1,000 ตัวต่อปีเกิดปัญหา heat exhaustion หรือป่วยจากการออกกำลังภายใต้อุณหภูมิร่างกายสูงจากการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ในขณะที่ออกกำลัง (Schott II, Michigan State University: ติดต่อบุคคล 2545)

### ผลของอากาศร้อนและความชื้นต่อภาวะขาดน้ำและการออกกำลัง

ผลของสภาวะอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูงต่อภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากการแข่งหรือการออกกำลังของม้าได้รับความสนใจจากสัตวแพทย์และนักสรีรวิทยาทางการออกกำลังของม้าเมื่อหลายปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะการแข่งขันกีฬาที่มีม้าในกีฬาโอลิมปิกปี พ.ศ. 2539 ที่เมืองแอตแลนต้า มลรัฐจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยได้มีการศึกษาถึงผลกระทบของสภาวะอากาศที่ร้อนขึ้นต่อการออกกำลังของม้า เพื่อหาแนวทางในการลดการเกิดปัญหาสุขภาพม้าอันเนื่องมาจากภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากการศึกษาที่กีฬาที่แข่งในวันที่สองของการแข่งขัน Three-day events (speed and endurance test) ภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้น (อุณหภูมิมากกว่า 30°ซ. และความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 90) พบว่าม้าเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์และเสียน้ำหนักตัวมากกว่าการออกกำลังภายใต้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่น้อยกว่า (Harris et al., 1995; McCutcheon et al., 1995) และยังพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ทวารหนักมากกว่าและมีการลดลงของการกำจัดความร้อนในช่วงพักฟื้นหลังจากหยุดการออกกำลังน้อยกว่าเมื่อออกกำลังหรือแข่งขันในสภาวะอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (Jones and Carlson, 1995; Kohn and Hinchcliff, 1995) ในด้านผลกระทบที่มีต่อความสามารถทางการวิ่งหรือออกกำลัง พบว่าม้าใช้เวลาวิ่งนานขึ้นจากเดิมประมาณร้อยละ 56 เมื่อออกกำลังในสภาวะอากาศร้อนและมีความชื้นสูง (Geor et al., 1995) ผลจากการศึกษาชุดนี้ได้ให้ข้อมูลพื้นฐานในการเสนอแนวทางในการจัดการแข่งขันกีฬาม้าในกีฬาโอลิมปิกในปี พ.ศ. 2539 ดังต่อไปนี้คือ 1) ให้นำม้ามาปรับตัวก่อนการแข่งขันอย่างน้อย 3 อาทิตย์ 2) ปรับรูปแบบของการแข่งขันโดยให้ลดความหนักของการแข่งขันลงและเพิ่มเวลาและจำนวนครั้งในการให้ม้าหยุดพักระหว่างการแข่งขัน 3) มีการ



ประเมินสถานะของอากาศประจำวันก่อนการแข่งขัน 4) สร้างโรงเรือนพักม้าที่มีการระบายอากาศที่ดีร่วมกับมีการลดอุณหภูมิในระหว่างการแข่งขันโดยการใช้พัดลมไอน้ำ 5) แนะนำให้มีการให้สารน้ำก่อนการแข่งขันเพื่อป้องกันภาวะขาดน้ำ และ 6) แนะนำให้ใช้วิธีการลดอุณหภูมิของม้าด้วยวิธีการอาบน้ำม้าด้วยน้ำเย็น ซึ่งพบว่า การอาบน้ำม้าด้วยน้ำเย็นหรือน้ำแข็งมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิที่ทวารหนักดีกว่าการให้ม้าเย็นนิ่งๆ หลังการออกกำลังกาย (Kohn et al., 1995; Kohn et al., 1999) และพบว่า การอาบน้ำเย็น (9°C) ให้ม้าตัวผู้มีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิที่ทวารหนักในช่วงหลังการออกกำลังกายดีกว่าการราดน้ำเฉพาะที่ (คอ ไหล่ ใต้ท้อง และ ขา) ด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิ 31°C. (Williamson et al., 1995) และไม่พบว่าม้าเกิดปัญหากล้ามเนื้ออักเสบหรือปัญหาสุขภาพใดๆ จากวิธีการข้างต้น ผลจากการแข่งขันกีฬาโอลิมปิกที่แอตแลนต้าในปีดังกล่าวถือว่าเป็นความสำเร็จของงานทางด้านสัตวแพทย์จากการที่ไม่มีม้าที่มีปัญหาสุขภาพและภาวะ heat exhaustion (Jeffcott and Kohn, 1999; Foreman, University of Illinois สัตวแพทย์ประจำโอลิมปิกแอตแลนต้า 2539: ติดต่อบุคคล 2539)

### การป้องกันและแก้ไขภาวะขาดน้ำจากการออกกำลังกาย

Schott and Hinchcliff (1998) ได้รายงานถึงวิธีการหลายรูปแบบในการพยายามที่จะทดแทนการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ในม้าโดยเฉพาะในม้าประเภทวิบากหรือมาราธอน วิธีการส่วนใหญ่จะเน้นการให้สารน้ำเพื่อป้องกันหรือทดแทนโดยการสอดท่อเข้ากระเพาะในรูปแบบของ hyperhydration ก่อนแข่ง (Sosa LeOn et al., 1995) หรือการให้ม้ากินสารน้ำที่มีส่วนประกอบของอิเล็กโทรลัยต์โดยเฉพาะโซเดียม (Hyypä et al., 1996; Marlin et al., 1998<sup>a</sup>, 1998<sup>b</sup>) และยังมีกรให้อิเล็กโทรลัยต์ในรูปแบบของ electrolyte paste โดยการให้กิน (Coenen et al., 1995; Nyman et al., 1996; Düsterdieck et al., 1999) ถึงแม้วิธีดังกล่าวข้างต้นจะมีประสิทธิภาพในการรักษาระดับน้ำในร่างกายและป้องกันการขาดน้ำและทดแทนการเสียน้ำอิเล็กโทรลัยต์รวมทั้งกระตุ้นให้ม้ากินน้ำมากขึ้นเพื่อทดแทนการขาดน้ำแต่ก็จัดว่าเป็นการทดแทนในรูปแบบที่บังคับให้ม้ากิน (“forced” hyperhydration และ rehydration) จากการศึกษาในม้ากีฬาและในคนที่เป็นนักกีฬาพบว่า การทดแทนการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ของร่างกายจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์

เมื่อมีการให้สารน้ำประเภทที่มีส่วนประกอบของอิเล็กโทรลัยต์ โดยเฉพาะโซเดียมไอออน เปรียบเทียบกับการให้น้ำเปล่า (Maughan and Shirreffs, 1994; Shirreffs et al., 1996; Marlin et al., 1998<sup>a</sup>, 1998<sup>b</sup>; Hyypä et al., 1996) ซึ่งทางวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาของอเมริกาก็ได้แนะนำให้มีการทดแทนการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากการเสียน้ำโดยการให้สารน้ำที่มีโซเดียมในกรณีที่มีการออกกำลังกายมากกว่าหนึ่งชั่วโมง (Convertino et al., 1996) การให้สารน้ำที่มีโซเดียมจะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับโซเดียมในเลือดและเพิ่มความเข้มข้นของออสโมลาลิตี ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการกระหายน้ำและกินน้ำ (Anderson, 1978; Fitzsimmons, 1998) อย่างไรก็ตามจากพื้นฐานความแตกต่างระหว่างคนกับม้าที่ว่าการเรียนรู้ที่จะกินน้ำหรือบังคับตัวเองกินน้ำเพื่อทดแทนการขาดน้ำในขณะที่ออกกำลังกายหรือหลังจากออกกำลังกายแล้วจะไม่รู้สึกกระหายน้ำ แต่ลักษณะแบบนี้จะไม่เกิดขึ้นในม้า โดยจะเห็นได้จากประโยคที่ว่า “You can lead a horse to water, but can't make it drink” ดังนั้นข้อจำกัดของการให้สารน้ำไม่ว่ารูปแบบใดก็คือทำอย่างไรจะให้ม้าสามารถกินน้ำได้เอง (voluntary drinking) หรือกระตุ้นให้ม้ากินน้ำได้อย่างเพียงพอที่จะทดแทนที่เสียไปจากการเสียน้ำมากกว่าการที่จะให้แบบ “forced” hyperhydration และ rehydration โดยการสอดท่อเข้ากระเพาะหรือการให้ม้ากิน electrolyte pastes จากการศึกษาถึงวิธีการที่จะกระตุ้นให้ม้ากินน้ำได้เองโดยการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกินน้ำของม้าที่อยู่ในภาวะขาดน้ำพบว่า การให้น้ำเกลือ (0.9% NaCl) ที่มีอุณหภูมิประมาณ 20°C. เพื่อเป็นสารน้ำทดแทนในม้ามาราธอนพบว่า มีประสิทธิภาพในการลดการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากการเสียน้ำเนื่องจากระดับโซเดียมในเลือดที่สูงขึ้น การที่ม้ากินน้ำเกลือนี้อาจกระตุ้นให้ม้ากินน้ำในระหว่างการแข่งและหลังแข่งมากขึ้นและจะลดการขับน้ำออกจากร่างกายโดยทางปัสสาวะได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการให้ม้ากินน้ำเปล่า (Nyman et al., 1996; Butudom et al., 2002, 2003; Schott et al., 2003) ผลจากศึกษาดังกล่าวข้างต้นเป็นข้อมูลที่สำคัญในการเสนอแนะแนวทางในการป้องกันภาวะขาดน้ำในม้าวิบากหรือม้ามาราธอน ซึ่ง Schott และคณะ (2003) แนะนำให้ใช้น้ำเกลือ (0.9% NaCl ที่อุณหภูมิ 20°C.) ในการป้องกันและทดแทนการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์แทนการให้น้ำเปล่าหลังจากออกกำลังกายหรือในระหว่างหยุดพักในระหว่างการแข่งขัน พบว่าการให้น้ำเกลือเพื่อทดแทนการขาดน้ำใน

การแข่งขันม้าวิบากหรือมารารอนมีประสิทธิภาพในการทดแทนการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ (Davies, University of Melbourne, Australia : ติดต่อบุคคล 2545)

### สรุป

ภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อความสามารถในทางกีฬาของม้า โดยเฉพาะในม้าที่ออกกำลังกายเป็นเวลานาน เช่น ในม้าที่แข่งประเภทวิบากหรือมารารอน จากการที่ภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ทำให้เกิดความเมื่อยล้าแลความบกพร่องในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายในขณะแข่งขันและโน้มนำทำให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย เช่น ในกรณีของ exhausted horse syndrome บทความนี้เน้นถึงความสำคัญของภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ โดยเฉพาะในม้าที่ต้องออกกำลังกายได้สภาพอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงเช่นในประเทศไทย การออกกำลังกายหรือแข่งขันในสภาพอากาศที่ร้อนชื้นจะเพิ่มความเสี่ยงของการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ม้าออกกำลังกายสภาพอากาศที่ไม่ร้อนและมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ นอกจากสภาพอากาศที่รุนแรงของประเทศไทย ข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อระดับการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ก็คือความเชื่อที่ว่าทำให้ม้ากินน้ำเย็นหรือกินน้ำเป็นปริมาณมากทันทีหลังการออกกำลังกายจะทำให้ม้าเกิดปัญหาโรคเสียด (colic) (Hinton, 1978) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานทางวิทยาศาสตร์ที่บ่งชี้ว่าความเชื่อนี้ถูกต้อง การป้องกันและทดแทนการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์อย่างทันทีหลังจากหยุดออกกำลังกายและในช่วงการพักฟื้นหลังออกกำลังกายจะลดความเสี่ยงของการเกิดความผิดปกติอันเนื่องมาจากการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ โดยเฉพาะในม้าที่อาจจะต้องเผชิญกับความเครียดและการขาดน้ำในระหว่างการขนส่งหลังจากสิ้นสุดการแข่งขันหรือออกกำลังกาย

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ. น.สพ. สุชาติ วัฒนชัย ภาควิชาสัตวศาสตร์และวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการเขียนบทความฉบับนี้

### เอกสารอ้างอิง

- Aguilera-Tejero, E., Bar, S., Estepa, J.C. Lopez, I., Mayer-Valor, R. and Rodriguez, M. 1998. Acid-base balance after exercise in show jumpers. Conf. On Equine Sports Medicine and Science. Cordoba, Spain: p. 43-45.
- Andersson, B. 1978. Regulation of water intake. *Physiol. Rev.* 58: 582-603.
- Andrews, F.M., Ralston, S.L. and Sommardahl, C.S. 1994. Weight, water, and cation losses in horses competing in a three-day-event. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 205: 721-724.
- Art, T., Desmecht, D., Amory, H. and Lekeax, P. 1990. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other blood biochemical values. *Equine Vet. J. Suppl.* 9: 78-82.
- Barrey, E. and Valette, J.P. 1993. Exercise-related parameters of horses competing in show jumping events varying from a regional to an international level. *Annales de Zootechnie.* 42 (1): 89-98.
- Bayly, W.M., Grant, B.D. and Pearson, R.C. 1987. Lactate concentrations in Thoroughbred horses following maximal exercise under field conditions. In: *Equine Exercise Physiology 2.* J. R. Gillespie and N. E. Robinson. (eds). California, ICEEP Publication, 426.
- Bayly, W., Schott, H II. and Slocombe, R. 1995. Ventilation responses of horses to prolonged submaximal exercise. *Equine Vet. J. Suppl.* 18: 23-28.
- Butudom, P., Schott, H.C., Davis M.W., Kobe, C.A., Nielsen, B.D. and Eberhart, S.W. 2002. Drinking salt water enhances rehydration in horses dehydrated by furosemide administration and endurance exercise. *Equine Vet. J. Suppl.* 34: 513-518.
- Butudom, P., Barnes, D.J., Davis, M.W., Nielsen, B.D., Eberhart, S.W. and Schott, H.C.II. 2003. Rehydration fluid temperature affects voluntary drinking in horses dehydrated by furosemide administration and endurance exercise. *Vet. J.* (in press).

- Carlson, G.P. 1983. Thermoregulation and fluid balance in the exercising horse. In: Equine Exercise Physiology. D. H. Snow, S. G. B. Persson and R. J. Rose. (eds) Grandta Editions, Cambridge. p. 291-309.
- Carlson, G. P. 1985. Medical problems associated with protracted heat and work stress in horses. *Compend. Cont. Educ. Pract. Vet.* 7: s542-s550.
- Carlson, G.P. 1987a. Exercise physiology of body fluids. In Proceedings of the American Association of Equine Practitioners, New Orleans. p. 271-277.
- Carlson, G.P. 1987b. Haematology and body fluids in the equine athlete: A review. In: Equine Exercise Physiology 2. Eds: J. R. Gillespie and N. E. Robinson. ICEEP Publication, Davis, California, USA. p. 393-425.
- Coffman, J.R., Amend, J.F., Garner, H.E., Johnson, J.H., Traver, D.S., Moore, J.N. and Tritschler, L.G. 1978. A conceptual approach to pathophysiologic evaluation of neuromuscular disorders in the horses. *J. Equine Med. Surg.* 2: 85.
- Conen, M., Meyer, H. and Steinbrener, B. 1995. Effects of NaCl supplementation before exercise on metabolism of water and electrolytes. *Equine Vet. J. Suppl.* 18: 270-273.
- Convertino, V.A., Armstrong, L.A., Coyle, E.F., Mack, G.W., Sawka, M.N., Senay, L.C. and Sherman, W.M. 1996. Position Stand: exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exer.* 28, i-vii.
- Cooper, S.R., Kline, K.H., Foreman, J.H., Brady, H.A. and Frey, L.P. 1998. Effects of dietary cation-anion balance on pH, electrolytes, and lactate in standard-bred horses. *J. Equine Vet. Sci.* 18(10): 662-666.
- Dahlborn, K., Jansson, A., Nyman, S. and Lindolm, A. 1995. Effects of dehydration and hyperhydration on fluid balance in the exercising Standardbred horse. In: On to Atlanta'96. A. F. Clark and L. B. Jeffcott. (eds) Equine Research center. Canada. p. 52-57.
- Düsterdieck, K.F., Schott, H.C., Eberhart, S.W., Woody, K.A. and Coenen, M. 1999. Electrolyte and glycerol supplementation improve water intake by horses performing a simulated 60 km endurance ride. *Equine Vet. J. Suppl.* 30: 418-424.
- Eaton, M.D., Rose, R.J., Evans, D.L. and Hodgson, D.R. 1992. The assessment of anaerobic capacity of thoroughbred horses using accumulated oxygen deficit. *Aust. Equine Vet.* 10: 86.
- Eaton, M.D. 1994. Energetics and Performance In: The Athletic Horses. D. R. Hodgson and R.J. Rose (eds). Philadelphia. W.B. Saunders Company, 55-58.
- Ecker, G. and Lindinger, M. I. 1993. Fluid and electrolyte losses in a 60-mile endurance ride. *Proc 12<sup>th</sup> Meeting Assoc for Equine Sports Med.* p. 19-24.
- Fitzsimmons, J.T. 1998. Angiotensin, thirst, and sodium appetite. *Physio. Rev.* 78: 583-686.
- Freestone, J.F., Carlson, G.P., Harold, D.R. and Church, G. 1989. Furosemide and sodium bicarbonate-induced alkalosis in the horse and response to oral KCl or NaCl therapy. *Am. J. Vet. Res.* 50: 1334-1339.
- Geor, R.J., McCutcheon, L.J., Ecker, G.L. and Lindinger, M.I. 1995. Thermal and cardiorespiratory responses of horses to submaximal exercise under hot and humid conditions. *Equine Vet. J. Suppl.* 20: 125-132.
- Greehaff, P.L., Snow, D.H., Harris, R.C. and Roberts, C.A. 1990. Bicarbonate loading in Thoroughbred: Dose, methods of administration and acid-base changes. *Equine Vet. J. Suppl.* 9: 83-85.
- Gross, D.K., Morley, P.S., Hinchcliff, K.W. and Wittum, T.E. 1999. Effect of furosemide on performance of Thoroughbreds racing in the United States and Canada. *J. Vet. Med. Assoc.* 215 (5): 670-675.
- Guthrie, A.J. and Lund, R.J. 1998. Thermoregulation: base mechanisms and hyperthermia. *Vet. Clin. North America: Equine Prac.* 14: 45-59.
- Harkins, J.D., Lawrence, L.M. and Hintz, H.F. 1994. Effects of supplemental sodium bicarbonate on equine performance. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 16: 200.

- Harris, P. and Snow, D.H. 1988 The effects of high intensity exercise on the plasma concentrations of lactate, potassium, and other electrolytes. *Equine Vet. J.* 20: 109-113.
- Harris, P. and Snow, D.H. 1992. Plasma potassium and lactate concentrations in Thoroughbred horses during exercise at varying intensity. *Equine Vet. J.* 23: 220-225.
- Harris, P.A., Marlin, D.J., Mills, P.C., Roberts, C.A., Scott, C.M., Harris, R.C., Orme, C.E., Schroter, R.C., Marr, C.M. and Barrelet, R. 1995. Clinical observation made in nonheat-acclimated horses performing treadmill exercise in cool (20°C/40%RH), hot, dry (30°C/40%RH) or hot, humid (30°C/80%RH) conditions. *Equine Vet. J. (Suppl.)* 20: 78-84.
- Hinchcliff, K.W. and Muir, W.W. 1991. Pharmacology of furosemide in the horse: A review. *J. Vet. Int. Med.* 5: 211-218.
- Hinton, M. 1978. On the watering of horses: a review. *Equine Vet. J.* 10: 27-31.
- Hodgson, D.R., McCutcheon, L.J., Byrd, S.K., Brown, W.S., Bayly, W.M., Brengelmann, G.L. and Gollnick, P.D. 1993. Dissipation of metabolic heat in the horse during exercise. *J. Apply Physiol.* 74: 1161-1170.
- Hyypä, S. and Pösö, A.R. 1993. Fluid, electrolyte, and acid-base responses to exercise in racehorses. *Vet. Clin. North America.: Equine Pract.* 14: 121-136.
- Hyypä, S., Saastamoinen, M. and Pösö, A.R. 1996. Restoration of water and electrolyte balance in horses after repeated exercise in hot and humid conditions. *Equine Vet. J. Suppl.* 22: 108-113.
- Jeffcott, L.B. 1995. Veterinary aspects of the Three-day-event at the 1994 World Equestrian Games (WEG). *Equine Vet. Educ.* 7 (5): 249-252.
- Jeffcott, L.B. and Kohn, C.W. 1999. Contributions of equine exercise physiology research to the success of the 1996 Equestrian Olympic Games: a review. *Equine Vet. J. Suppl.* 30: 347-355.
- Jones, J.H. and Carlson, G.P. 1995. Estimation of metabolic heat cost and heat production during a 3-day-event. *Equine Vet. J. Suppl.* 20: 23-30.
- Judson, G.J., Frauenfelder, H.C. and Mooney, G.J. 1983. Biochemical changes in Thoroughbred racehorses following submaximal and maximal exercise. In: *Equine Exercise Physiology.* D. H. Snow, S. G. B. Persson and R. J. Rose (eds). Cambridge, Granta Editions: 408.
- Kingston, J.K., Goer, R.J. and McCutcheon, L.J. 1997. Use of dew-point hygrometry, direct sweat collection, and measurement of body water losses to determine sweating rates in exercising horses. *Am. J. Vet. Res.* 58: 175-181.
- Kohn, C.W. and Hinchcliff, K.W. 1995. Physiological responses to the endurance test of a 3-day event during hot and cool weather. *Equine Vet. J. Suppl.* 20: 31-36.
- Kohn, C.W., Hinchcliff, K.W., McCutcheon, L.J., Geor, R.J., Foreman, J.H., Allen, A.K., White, S.L., Maykuth, P.L. and Williamson, L.H. 1995. Physiological response of horses competing at a modified 1 star 3-day-event. *Equine Vet. J. Suppl.* 20: 97-104.
- Kohn, C.W., Hinchcliff, K.W. and McKeever, K.H. 1999. Total body washing with cool water facilitates heat dissipation in horses exercise in hot, humid conditions. *Am. J. Vet. Res.* 60: 299-305.
- Lawrence, L., Jackson, S., Kline, K., Moser, L., Powell, D. and Biel, M. 1992. Observations on body weight and condition of horses in a 150-mile endurance ride. *J. Equine Vet. Sci.* 12: 320-324.
- Sosa LeÓN, L.A., Davie, A.J., Hodgson, D.R., Evans, D.L. and Rose, R.J. 1995. Effects of oral fluid on cardiorespiratory and metabolic responses to prolonged exercise. *Equine Vet. J. Suppl.* 18: 274-278.
- Sosa LeÓN, L.A., Hodgson, D.R., Evans, D.L., Ray, S.P., Carlson, G.P. and Rose, R.J. 2002. Hyperhydration prior to moderate-intensity exercise cause arterial hypoxaemia. *Equine Vet. J. Suppl.* 34: 425-439.

- Lovell, D.K., Reid, T.A. and Rose, R.J. 1987. Effects of maximal exercise on equine muscle: Changes in metabolites, pH and temperature. In: *Equine Exercise Physiology 2*. J. R. Gillespie and N. E. Robinson (eds). California, ICEEP Publication. 312.
- Marlin, D.J., Harris, P.A., Schroter, R.C., Harris, R.C., Roberts, C.A., Scott, C.M., Orme, C.E., Dunnet-M, Dyson, S.J., Barrelet, F., Williams, B., Marr, C.M. and Casas, I. 1995. Physiological, metabolic and biochemical responses of horses competing in the speed and endurance phase of a CCI\*\*\* 3-day event. *Equine Vet. J. Suppl. 20*: 37-46.
- Marlin, D.J. Scott, C.M., Mills, P.C., Louwes, H. and Varrten, J. 1998a. Effects of administration of water versus an isotonic oral rehydration (ORS) at rest and changes during exercise and recovery. *Vet. J. 155*: 69-78.
- Marlin, D.J. Scott, C.M., Mills, P.C., Louwes, H. and Varrten, J. 1998b. Rehydration following exercise: Effects of administration of water versus an isotonic oral rehydration solution (ORS). *Vet. J. 156*: 41-49.
- Marlin, D.J. and Allen, J.C.R. 1999. Cardiovascular demands of competition on low-goal (non-elite) polo ponies. *Equine Vet. J. 31(5)*: 378-382.
- Masri, M., Freestone, J.F., Wolfsheimer, K.J. and Shoemaker, K. 1990. Alteration in plasma volume, plasma constituents, renin activity and aldosterone induced by maximal exercise in the horse. *Equine Vet. J. Suppl. 9*: 72-77.
- Maughan, R.J. and Sherreffs, S.M. 1994. Recovery from prolonged exercise: restoration of water and electrolyte balance. *J. Sports Sci. 15*: 297-303.
- McMiken, D. F. 1983. An energetic basis of equine performance. *Equine Vet. J. 15*: 123-133.
- McCutcheon, L.J., Kelso, T.B. and Bertocci, L.A. 1987. Bufferring and aerobic capacity in equine muscle: Variation and effects of training. In: *Equine Exercise Physiology 2*. J. R. Gillespie and N. E. Robinson (eds). California, ICEEP Publication. 348.
- McCutcheon, L.J., Geor, R.J., Hare, J., Ecker, G.L. and Lindinger, M.I. 1995. Sweating rate and sweat composition during exercise and recovery in ambient heat and humidity. *Equine Vet. J. Suppl. 20*: 153-157.
- McCutchoen, L.J. and Geor, R.J. 1996. Sweat fluid and ion losses in horses during training and competition in cool vs hot ambient conditions: implications for ions supplementation. *Equine Vet. J. Suppl. 22*: 54-62.
- Nyman, S., Jansson, A., Dahlborn, K. and Lindholm, A. 1996. Strategies for voluntary dehydration in horses during endurance exercise. *Equine Vet. J. Suppl. 22*: 99-106.
- Rose, R.J., Hodgson, D.R., Kelso, T.B., McCutcheon, L.J., Reid, T.A., Bayly, W.W. and Gollnick, P.D. 1988. Maximum oxygen uptake, oxygen debt and deficit and muscle metabolites in thoroughbred horses. *J Apply Physiol. 64*: 781-788.
- Sawka, M.N. and Pandolf, K.B. 1990. Effects of body water loss on physiologic function and exercise performance. In: *Perspective in exercise science and sports medicine, volume 3. Fluid homeostasis during exercise*. C. V. Gisolfi and D. Lamb. (eds) Benchmark Press, Carmel, Indiana. p. 1-38.
- Sawka, M.N. 1992. Physiological consequence of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med. Sci. Sports Exer. 24*: 657-670.
- Schott, H.C. and Hinchcliff, K.W. 1993. Fluids, electrolytes, and bicarbonate. *Vet Clin. North. Am: Equine Pract. 9*: 577-604.
- Schott, H.C. and Charlton, M.R. 1996. Post-exertional ileus in an Arabian gelding. *Compend. Cont. Educ. Pract. Vet. 18*: 559-563.
- Schott, H.C., McGlade, K.S., Hines, M.T. and Petersen, A. 1996. Bodyweight, Fluid and Electrolyte, and Hormonal Changes in Horses that Successfully Completes a 5 day, 424 Kilometer Endurance Competition. *Pferdeheikunde 12*: 432-442.

- Schott, H.C., McGlade, K.S., Molander, H.A., Leroux, A.J., and Hines, M.T. 1997. Recovery from Endurance Exercise: Bodyweight, Fluid and Electrolyte, and Hormonal Changes in Response to 50 and 100 Mile Endurance Rides. *Am. J. Vet. Res.* 58: 303-309.
- Schott, H. C. and Hinchcliff, K. W. (1998) Treatments affecting fluid and electrolyte status during exercise. *Vet. Clin. North. Am. : Equine Pract.* 14: 175-204.
- Schott, H.C., Bohart, G.V. and Eberhart, S.W. 2002. Potassium and lactate uptake by noncontracting tissue during strenuous exercise. *Equine Vet. J. Suppl.* 34: 532-538.
- Schott, H.C., Butudom, P., Nielsen, B.D. and Eberhart, S.W. 2003. Strategies to increase voluntary drinking following exercise. 49<sup>th</sup> Annual AAEP meeting. In press.
- Scott, C.M., Marlin, D.J. and Schroter, R.C. 1999. Thermoregulatory strategies during short-term exercise at different intensities. *Equine Vet. J. Suppl.* 30: 356-361.
- Sewell, D.A. and Harris, R.C. 1995. Effects of creatine supplementation in the Thoroughbred horse. *Equine Vet. J. Suppl.* 18: 239.
- Shirreffs, S.M., Taylor, A.J., Leiper, J.B. and Maughan, R.J. 1996. Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Med. Sci. Sports Exer.* 28: 1260-1271.
- Snow, D.H., Mason, D.K., Ricketts, S.W. and Douglas, T.A. 1983. Post race blood biochemistry in Thoroughbreds. In: *Equine Exercise Physiology.* D. H., Snow, S. G. B., Persson and Rose, R.J. (eds). Cambridge, Granta Editions: 389-399.
- Williamson, L.H., White, S.L., Maykuth, P.L. and Andrews, F. 1995. Comparison between the two post exercise cooling methods. *Equine Vet. J. Suppl.* 20: 337-340.