

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*

การออกกำลังกายกับภาวะขาดน้ำในม้า

ระดับความหนักและเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของน้ำ อิเล็กโทรลัยต์และ คุลกรดต่างในร่างกายม้า การเปลี่ยนแปลงเป็นไปได้ตั้งแต่มีการเคลื่อนย้ายของน้ำจากหลอดเลือดเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อในม้าแข่งที่มีการออกกำลังกายอย่างหนัก ($\text{VO}_2 \text{ max} \geq 100\%$) ไปจนถึงการสูญเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ในปริมาณที่มากจากการออกกำลังกายในระดับที่ต่ำ ($\text{VO}_2 \text{ max} 30\text{-}60\%$) และใช้เวลานานในการออกกำลังกาย เช่น ในม้านักกีฬาที่แข่งขัน speed and endurance test ในวันที่สองของ Three-day event หรือในม้าประเภทมาราธอน คุลน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ที่เสียไปจากการออกกำลังกายนี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดภาวะเมื่อยล้าและทำให้ความสามารถทางการกีฬาตกลงและโน้มนำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพที่รุนแรงหากมีการออกกำลังกายต่อไป ซึ่งในม้าแข่งปัญหาของภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ไม่ใช่ว่าเป็นปัญหาที่เด่นชัดแต่พบว่าภาวะความเป็นกรดในเซลล์กล้ามเนื้อ โปแทสเซียมในเลือดสูงและภาวะอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการวิ่ง ส่วนในม้านักกีฬาภาวะขาดน้ำและการสูญเสียอิเล็กโทรลัยต์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดภาวะเมื่อยล้าและทำให้เกิดการบกพร่องในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายซึ่งจะโน้มนำให้เกิดภาวะ heat exhaustion ภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์นี้จะมากขึ้นเมื่อมีการออกกำลังกายในสภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูง วิธีการที่จะลดการเกิดภาวะเมื่อยล้าและป้องกันภาวะขาดน้ำได้แก่ การใช้ อาหารที่มีความสมดุลของกรดต่าง การใช้ยาขับปัสสาวะฟูโรซีไมด์ (furosemide) และการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งในม้าแข่ง แต่ผลที่ได้ยังไม่เด่นชัดนัก ส่วนในม้ากีฬาการให้น้ำเกลือ (0.9% NaCl) ที่อุณหภูมิ 20°C. ในระหว่างหยุดพักและหลังจากการออกกำลังกายอาจเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ในระหว่างและหลังจากการออกกำลังกายโดยเฉพาะการออกกำลังกายในสภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสูง

คำสำคัญ: ม้า การออกกำลังกาย ภาวะขาดน้ำ สารน้ำทดแทน อิเล็กโทรลัยต์ โซเดียมคลอไรด์

บทนำ

การออกกำลังกายของม้าไม่ว่าจะเป็นม้าแข่ง (racing) หรือ ม้ากีฬาประเภทต่างๆ ซึ่งได้แก่ การแข่งขี่ม้าข้ามเครื่องกีดขวาง (show jumping) โปโล (polo) ศิลปะบังคับม้า (dressage) การแข่งขันขี่ม้าสามวันหรือม้าวิบาก (three-day event) และม้ามาราธอน (endurance) การเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ในร่างกายจากการเสียน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถทางการกีฬาของม้า (Schott and Hinchcliff, 1993; Schott et al., 1997) การเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากร่างกายที่รุนแรงในระหว่างการออกกำลังกายจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและความผิดปกติของร่างกายอันเนื่องมาจากการขาดน้ำและการเสียน้ำอิเล็กโทรลัยต์ในร่างกาย (Carlson, 1985)

ซึ่งการขาดน้ำและการเสียน้ำอิเล็กโทรลัยต์นี้จะมากขึ้นในม้าที่มีการออกกำลังกายหรือแข่งขันภายใต้สภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยพบว่าม้าจะเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากร่างกายอย่างมากจากการเสียน้ำมากและมีความบกพร่องของการควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกาย (Harris et al., 1995; McCutcheon et al., 1995) ความสำคัญของผลกระทบของภาวะขาดน้ำและการเสียน้ำอิเล็กโทรลัยต์ในการแข่งขันกีฬาม้าภายใต้สภาพอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูงได้เริ่มมีตั้งแต่ในการแข่งขันกีฬาม้า World Equestrian Games (WEG) ที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ในปี พ.ศ. 2537 (Jeffcott, 1995) และในการแข่งขันกีฬาม้าประจำโอลิมปิกที่เมืองแอตแลนต้า มลรัฐจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา

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

การสร้างพลังงานและความสามารถในการทางกีฬา

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) การใช้พลังงานจากขบวนการสร้างพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจนนี้จะพบในม้าที่วิ่งด้วยความเร็วสูงในเวลาสั้นๆ 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) ระดับของการสร้างพลังงานจากขบวนการไม่ใช้ออกซิเจนพบว่ามิได้ตั้งแต่วัยละ 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

ในขณะออกกำลัง 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) ระดับความหนักและระยะเวลาหรือความนานในการออกกำลังเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายม้าซึ่งจะต่างกันไปในแต่ละชนิดกีฬาที่ม้าออกกำลัง (Harris and Snow, 1988, 1992; Andrews et al., 1994; Schott et al., 1997) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของน้ำ อิเล็กโทรลัยต์และดุลกรดด่างในร่างกายยังขึ้นอยู่กับสุขภาพของม้า การฝึก อาหาร ยาและสภาพภูมิอากาศ (McCutcheon and Geor, 1996; Hyypä 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

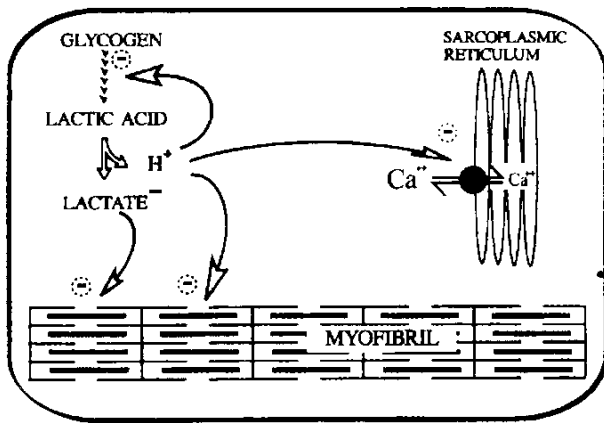
มีอัตราการขับเหงื่อในช่วง 6-40 มล. ต่อตารางเมตรของพื้นที่ผิวตัวต่อนาที่ และเสียน้ำหนักตัวเพียงร้อยละ 1.7 จากการเสียน้ำ (Hodgson et al., 1993) ซึ่งอัตราการขับเหงื่อนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกกำลัง (Hodgson et al., 1993; Scott et al., 1999) ในการออกกำลังในระดับนี้พบว่าการเคลื่อนย้ายของน้ำและอิเล็กโทรไลต์จากน้ำนอกเซลล์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

สิ่งที่น่าจะเป็นปัญหามากกว่าภาวน้ำในเลือดลดลงในม้าแข่งที่ออกกำลังในระดับที่หนักก็คือ ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของระดับอิเล็กโทรไลต์โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของกรดแลคติกในเซลล์กล้ามเนื้อและในเลือดจากระบวนการสร้างพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งทำให้เกิดภาวะความเป็นกรดในเซลล์กล้ามเนื้อ (Lovell et al., 1987) และเกิดภาวะเลือด

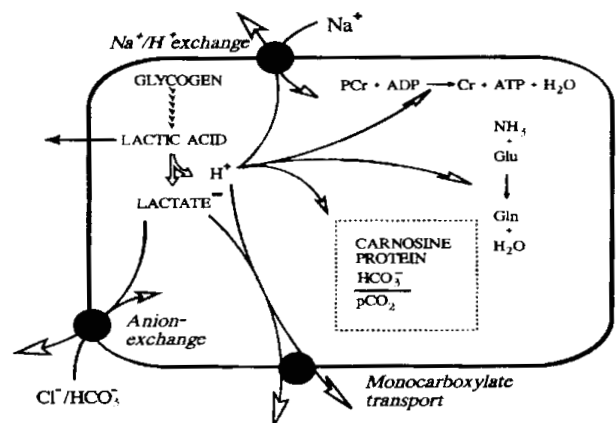
เป็นกรดจากการมีระดับของกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้นในเลือดพบว่ากรดแลคติกในเลือดสูงขึ้นถึงประมาณ 25-32 มิลลิโมลต่อลิตรในม้าที่ออกกำลังอย่างหนัก (Bayly et al., 1987; Harris and Snow, 1988) นอกจากนั้นยังพบว่าในม้าแข่งที่มีการออกกำลังอย่างหนัก ระดับของโปแทสเซียมในเลือดจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับความหนักของการออกกำลัง โดยที่ระดับของโปแทสเซียมในเลือดอาจจะสูงขึ้นจากระดับปกติในม้าขณะพัก (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^a; Coffman et al., 1978; Schott et al., 2002) ในม้าแข่งที่ออกกำลังในระดับหนักพบว่าจะมีการลดลงเล็กน้อยของโซเดียมกับคลอไรด์และมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของแคลเซียมกับฟอสเฟตในเลือดจากการเสียน้ำ และการเคลื่อนย้ายของน้ำเข้าสู่เซลล์และการแลกเปลี่ยนไอออนแต่ละชนิดระหว่างเลือดและเซลล์กล้ามเนื้อ แต่การเปลี่ยนแปลงของอิเล็กโทรไลต์เหล่านี้เกิดขึ้นเพียงชั่วคราวเท่านั้น (Harris and Snow, 1988; Snow et al., 1983)

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

ในม้าแข่งได้มีการนำวิธีการหลายวิธีที่เชื่อว่าจะมีผลในการลดความเป็นกรดในกล้ามเนื้อและในเลือด เพื่อที่จะ



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



รูปที่ 2 แสดงกลไกการควบคุมความเป็นกรดในเซลล์กล้ามเนื้อ Pcr = Phosphocreatine; Cr = creatine; NH_3 = ammonia; Glu = glutamic acid; Gln = glutamine
(ที่มา: Hyypä and Pösö, 1993)

ป้องกันการเกิดความเมื่อยล้าและเพิ่มความสามารถทางกรวิ่ง 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 ผลกระทบที่เกิดจากการสูญเสียน้ำและอิเล็กโตรไลต์จากการให้ยาขับปัสสาวะ (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 สิ่งที่แตกต่างกันเด่นชัดและจัดเป็นปัญหาที่สำคัญจากการออกกำลังกายในม้าประเภทนี้ก็คือ มีการเสียน้ำและอิเล็กโตรไลต์อันเนื่องมาจากการเสียเหงื่ออย่างมากในขณะออกกำลังกาย (Schott and Hinchcliff, 1993) การเสียเหงื่อเป็นกระบวนการตอบสนองที่สำคัญอย่างหนึ่งของม้าในขณะออกกำลังกายเนื่องจากการสร้างความร้อนขึ้นในกล้ามเนื้อจากเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อ ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในร่างกาย (body core temperature: T_c) และเมื่ออุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้นถึงประมาณ $38.5^{\circ}C$ จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างเหงื่อเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย (Hodgson et al., 1993) ประมาณร้อยละ 70-80 ของความร้อนจากเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายจะถูกกำจัดออกโดยการระเหยเป็นไอของเหงื่อที่หลั่งออกมา ส่วนความร้อนที่เหลือจะถูกกำจัดออกโดย

การเพิ่มขึ้นของการหายใจ (~20-25%) และด้วยวิธีอื่นๆ (~5-10%) (Hodgson et al., 1993) ส่วนประกอบของเหงื่อมีลักษณะใกล้เคียงกับพลาสมา ก็คือจะประกอบไปด้วยโซเดียม (143 ± 9.0 มิลลิโมลต่อลิตร) โพแทสเซียม (28.2 ± 2.1 มิลลิโมลต่อลิตร) และคลอไรด์ (158.0 ± 7.1 มิลลิโมลต่อลิตร) โดยที่มีระดับของโพแทสเซียมและคลอไรด์สูงกว่าในพลาสมาเล็กน้อย (McCutcheon et al., 1995) อัตราการเสียเหงื่อในม้าที่ออกกำลังกายในระดับต่ำนี้พบว่าจะมีประมาณ 10-15 ลิตรต่อชั่วโมง (Carlson, 1987^a; Carlson, 1987^b) และพบว่าม้าก็อาจเสียเหงื่อประมาณ 30-40 กก. หลังการแข่งขันซึ่งความรุนแรงของการเสียเหงื่อนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม (Carlson, 1983; Carlson, 1987^a; Carlson, 1987^b) ในการแข่งขันนั้นนอกจากม้าจะมีการเสียน้ำจากการเสียเหงื่อแล้วม้ายังเสียอิเล็กโทรลัยต์ในปริมาณที่มากด้วย จากการศึกษาโดยการให้ม้าออกกำลังกายบนเครื่องวิ่งออกกำลังกาย (treadmill) เป็นเวลา 2 ชม. โดยใช้การทดสอบที่เหมือนกับการแข่งขันในช่วง speed and endurance test ของ three-day events ในระดับ CCI**** ของมาตรฐานโอลิมปิก ภายใต้สภาพอากาศ 33-35°C. และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 45-50 พบว่าม้ามีการเสียเหงื่อประมาณ 19 ลิตรและมีการสูญเสียอิเล็กโทรลัยต์จากการเสียเหงื่อโดยเฉพาะโซเดียมและคลอไรด์ประมาณ 6500 มิลลิโมลต่อลิตร (McCutcheon and Geor, 1996) นอกจากนั้นการออกกำลังกายในระดับนี้เป็นเวลานานจะทำให้เกิดการเสียคลอไรด์จากการเสียเหงื่ออย่างมากโดยพบว่าในม้ามาราธอนจะเกิดภาวะเลือดเป็นด่างที่เรียกว่า hypochloremic metabolic alkalosis (Schott and Hinchcliff, 1993; Schott et al., 1996; Schott et al., 1997) และพบว่าม้าเกิดภาวะ respiratory alkalosis ร่วมด้วยจากการที่ม้าหายใจเร็ว ถี่ และเกิดภาวะการลดค่าของคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดและมีการเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างในเลือด (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) และยังพบว่าม้ายังเสียน้ำหนักตัวอย่างต่อเนื่องอีกประมาณร้อยละ 3-4 ในช่วงพัก

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

ปัญหาของภาวะขาดน้ำกับการออกกำลังกาย

การเปลี่ยนแปลงของน้ำในร่างกายก่อนการออกกำลังกายอาจจะมีผลกระทบต่อความสามารถทางการกีฬา ในคนที่เป็ นักกีฬาที่มีภาวะขาดน้ำก่อนการออกกำลังกายจะมีความสามารถทางการวิ่งลดลง เนื่องจากการลดลงของความสามารถในการรับและใช้ออกซิเจน ($\dot{V}O_2$) โดยพบว่าค่าวิกฤตของการลดลงของ $\dot{V}O_2$ จะอยู่ที่การเสียน้ำหนักตัวประมาณร้อยละ 3 นอกจากนั้นภาวะขาดน้ำทำให้มีการลดอัตราการสร้างเหงื่อ และพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในร่างกายจะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่เสียไปโดยพบว่าอุณหภูมิภายในร่างกายจะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.15°C. ต่อการเสียน้ำหนักตัวร้อยละ 1 (Sawka and Pandolf, 1990; Sawka, 1992) ในม้าแข่งมักจะพบภาวะขาดน้ำก่อนการแข่งขันเนื่องจากการพยายามที่จะลดน้ำหนักของม้าก่อนแข่งโดยการให้ยาลดน้ำปัสสาวะฟูโรซีไมด์ในขนาด 0.5-1.0 มก. ต่อ กก. ทางเส้นเลือดดำ วิธีการปฏิบัตินี้อาจจะมีผลเสียต่อม้าจากการที่ยาลดน้ำปัสสาวะทำให้เกิดการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากภายนอกเซลล์ ซึ่งพบว่าม้าเสียน้ำหนักตัวประมาณร้อยละ 2-3 จากการได้รับฟูโรซีไมด์ในปริมาณดังกล่าวข้างต้น (Hinchcliff and Muir, 1991) ระดับการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์อาจจะมากขึ้นถ้าพบว่าม้ามีการเสียน้ำในช่วงของการอบอุ่นตัวหรือซ้อมก่อนแข่งและหลังแข่งร่วมด้วย โดยเฉพาะในการแข่งม้าภายใต้อากาศที่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์สูง อย่างไรก็ตามการเสียน้ำหนักตัวนี้อาจจะมีผลดีในด้านการเพิ่มความสามารถทางการวิ่งในม้าแข่ง (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 $\dot{V}O_2\text{max}$ เป็นเวลา 90 นาที ทำให้มีอัตราการสร้างเหงื่อลดลง (McCutcheon and Geor, 1996) ดังนั้นภาวะขาดน้ำที่เพิ่มขึ้นในขณะที่ออกกำลังอาจจะจำกัดความสามารถในการออกกำลังในการแข่งขันที่ใช้เวลานานเนื่องจากความบกพร่องในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลัง (Schott and Hinchcliff, 1993; Schott et al., 1997) ในระยะแรกการเสียน้ำหนักตัวเล็กน้อย (~3%) อาจจะมีผลเพียงแค่ลดความสามารถทางวิ่งลง (Dahlborn et al., 1995) แต่เมื่อระดับการขาดน้ำเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 7-10 ของน้ำหนักตัวพบว่าทำให้เกิดความเมื่อยล้าและมีปัญหาทางสุขภาพอันเนื่องมาจากการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์และจากการมีอุณหภูมิของร่างกายที่สูงขึ้น (Carlson, 1985; McCutcheon and Geor, 1996) กลุ่มอาการของม้าในภาวะเมื่อยล้า (heat exhaustion หรือ exhausted horse syndrome) ได้แก่ ลดความพยายามในการวิ่งและไม่อยากวิ่งหรือออกกำลัง อาการของระบบไหลเวียนบกพร่องลงเนื่องจากภาวะปริมาณเลือดต่ำ (capillary refill time; CRT เกิน 2 วินาที ร่วมกับการขยายใหญ่ของเส้นเลือดดำ external jugular) มีการเคลื่อนไหวของลำไส้ลดลง การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิที่ทวารหนักและการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจอย่างถาวร นอกจากนั้นพบว่าม้าในภาวะดังกล่าวนี้มีการกินน้ำน้อยลงหรือไม่กินน้ำจากการที่เกิดภาวะ hypo-osmotic dehydration จากการที่เสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์โดยเฉพาะ โซเดียมปริมาณมากจากการเสียน้ำ 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) ประเมินว่าม้าประมาณ 500-1,000 ตัวต่อปีเกิดปัญหา heat exhaustion หรือป่วยจากการออกกำลังภายใต้อุณหภูมิร่างกายสูงจากการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ในขณะที่ออกกำลัง (Schott II, Michigan State University: ติดต่อบุคคล 2545)

ผลของอากาศร้อนและความชื้นต่อภาวะขาดน้ำและการออกกำลัง

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

ประเมินสถานะของอากาศประจำวันก่อนการแข่งขัน 4) สร้างโรงเรือนพักม้าที่มีการระบายอากาศที่ตรงกับมีการลดอุณหภูมิในระหว่างการแข่งขันโดยใช้พัดลมไอน้ำ 5) แนะนำให้มีการให้สารน้ำก่อนการแข่งขันเพื่อป้องกันภาวะขาดน้ำ และ 6) แนะนำให้ใช้วิธีการลดอุณหภูมิของม้าด้วยวิธีการอาบน้ำม้าด้วยน้ำเย็น ซึ่งพบว่า การอาบน้ำม้าด้วยน้ำเย็นหรือน้ำแข็งมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิที่ทวารหนักดีกว่าการให้ม้าเย็นนิ่งๆ หลังการออกกำลังกาย (Kohn et al., 1995; Kohn et al., 1999) และพบว่า การอาบน้ำเย็น (9°C.) ให้ม้าทั่วตัวมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิที่ทวารหนักในช่วงหลังการออกกำลังกายดีกว่าการราดน้ำเฉพาะที่ (คอ ไหล่ ใต้ท้อง และ ขา) ด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิ 31°C. (Williamson et al., 1995) และไม่พบว่า ม้าเกิดปัญหากล้ามเนื้ออักเสบหรือปัญหาสุขภาพใดๆ จากวิธีการข้างต้น ผลจากการแข่งขันกีฬาม้าในกีฬาโอลิมปิกที่แอตแลนต้าในปีดังกล่าวถือว่าเป็นความสำเร็จของงานทางด้านสัตวแพทย์จากการที่ไม่มีม้าที่มีปัญหาสุขภาพและภาวะ 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^a, 1998^b) และยังมีการให้อิเล็กโทรลัยต์ในรูปแบบของ electrolyte paste โดยการให้กิน (Coenen et al., 1995; Nyman et al., 1996; Düsterdieck et al., 1999) ถึงแม้วิธีดังกล่าวข้างต้นจะมีประสิทธิภาพในการรักษาระดับน้ำในร่างกายและป้องกันการขาดน้ำและทดแทนการเสียน้ำอิเล็กโทรลัยต์รวมทั้งกระตุ้นให้ม้ากินน้ำมากขึ้นเพื่อทดแทนการขาดน้ำแต่ก็จัดว่าเป็นการทดแทนในรูปแบบที่บังคับให้ม้ากิน (“forced” hyperhydration และ rehydration) จากการศึกษาในม้ากีฬาวีบากและในคนที่เป็นักกีฬาวีบากพบว่า การทดแทนการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ของร่างกายจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์

เมื่อมีการให้สารน้ำประเภทที่มีส่วนประกอบของอิเล็กโทรลัยต์ โดยเฉพาะโซเดียมไอออน เปรียบเทียบกับการให้น้ำเปล่า (Maughan and Shirreffs, 1994; Shirreffs et al., 1996; Marlin et al., 1998^a, 1998^b; Hyypä et al., 1996) ซึ่งทางวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาม้าของอเมริกาได้แนะนำให้มีการทดแทนการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์จากการเสียน้ำโดยการให้สารน้ำที่มีโซเดียมในกรณีที่มีการออกกำลังกายมากกว่าหนึ่งชั่วโมง (Convertino et al., 1996) การให้สารน้ำที่มีโซเดียมจะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับโซเดียมในเลือดและเพิ่มความเข้มข้นของออสโมลาลิตี ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการกระหายน้ำและกินน้ำ (Anderson, 1978; Fitzsimmons, 1998) อย่างไรก็ตามจากพื้นฐานความแตกต่างระหว่างคนกับม้าที่ว่าคนเรียนรู้ที่จะกินน้ำหรือบังคับตัวเองกินน้ำเพื่อทดแทนการขาดน้ำในขณะที่ออกกำลังกายหรือหลังจากออกกำลังกายแล้วจะไม่รู้สึกกระหายน้ำ 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 การที่ม้ากินน้ำเกลือนี้อาจกระตุ้นให้ม้ากินน้ำในระหว่างการแข่งและหลังแข่งมากขึ้นและจะลดการขับน้ำออกจากร่างกายโดยทางปัสสาวะได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การให้ม้ากินน้ำเปล่า (Nyman et al., 1996; Butudom et al., 2002, 2003; Schott et al., 2003) ผลจากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นเป็นข้อมูลที่สำคัญในการเสนอแนะแนวทางในการป้องกันภาวะขาดน้ำในม้าวิบากหรือม้ามาราธอน ซึ่ง Schott และคณะ (2003) แนะนำให้ใช้น้ำเกลือ (0.9% NaCl ที่อุณหภูมิ 20°C.) ในการป้องกันและทดแทนการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์แทนการให้น้ำเปล่าหลังจากออกกำลังกายหรือในระหว่างหยุดพักในระหว่างการแข่งขัน พบว่าการให้น้ำเกลือเพื่อทดแทนการขาดน้ำใน

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

สรุป

ภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อความสามารถในทางกีฬาของม้า โดยเฉพาะในม้าที่ออกกำลังกายเป็นเวลานาน เช่น ในม้าที่แข่งประเภทวิบากหรือมารารอน จากการที่ภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ทำให้เกิดความเมื่อยล้าและความบกพร่องในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายในขณะแข่งขันและโน้มนำให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย เช่น ในกรณีของ exhausted horse syndrome บทความนี้เน้นถึงความสำคัญของภาวะขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ โดยเฉพาะในม้าที่ต้องออกกำลังกายได้สภาพอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงเช่นในประเทศไทย การออกกำลังกายหรือแข่งขันในสภาพอากาศที่ร้อนชื้นจะเพิ่มความเสี่ยงของการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ม้าออกกำลังกายสภาพอากาศที่ไม่ร้อนและมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ นอกจากสภาพอากาศที่รุนแรงของประเทศไทย ข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งที่อาจจะมีผลกระทบต่อระดับการเสียน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ก็คือความเชื่อที่ว่าทำให้ม้ากินน้ำเย็นหรือกินน้ำเป็นปริมาณมากทันทีหลังการออกกำลังกายจะทำให้ม้าเกิดปัญหาโรคเสียด (colic) (Hinton, 1978) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานทางวิทยาศาสตร์ที่บ่งชี้ว่าความเชื่อนี้ถูกต้อง การป้องกันและทดแทนการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์อย่างทันทีหลังจากหยุดออกกำลังกายและในช่วงการพักฟื้นหลังออกกำลังกายจะลดความเสี่ยงของการเกิดความผิดปกติอันเนื่องมาจากการขาดน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ โดยเฉพาะในม้าที่อาจจะต้องเผชิญกับความเครียดและการขาดน้ำในระหว่างการขนส่งหลังจากสิ้นสุดการแข่งขันหรือออกกำลังกาย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ. น.สพ. สุชาติ วัฒนชัย ภาควิชาสัตวศาสตร์และวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 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.
- Buttard, 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.
- Buttard, 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 12th 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. Appl. 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 Varren, 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 Varren, 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. 49th 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.