

## 6. Zusammenfassung

Gegenstand dieser Untersuchung waren die Thermoregulation und die Elektrolythomöostase arbeitender Pferde nach der Verabreichung oraler Rehydrationslösungen, die Elektrolyte oder Glukose in unterschiedlicher Tonizität enthielten.

Fünf Pferde (vier Wallache und eine Stute im Alter von zwei bis vier Jahren) absolvierten dabei in willkürlicher Reihenfolge einmal wöchentlich nach einer Aufwärmphase (5 min bei 1,4 m/s und 5 min bei 2,2 m/s) einen standardisierten Belastungstest (6 Stufen von 2,8 m/s bis 4,2 m/s, jeweils 5 min). Auf dessen Grundlage folgte eine definierte Ausdauerbelastung von 30 Minuten bei der Geschwindigkeit, die im Stufentest theoretisch einem Laktatgehalt von 2,5 mmol/l entsprach, mit dem Ziel, eine Körpergewichtsreduktion von mindestens drei Prozent zu verursachen.

Nach einer zweistündigen Behandlungs- und Erholungspause, in der Wasser respektive Elektrolyt- oder Glukoselösungen in isotoner oder hypotoner Konzentration in der dem Körpermasseverlust durch Schweißsekretion in Stufentest und Dauerbelastung entsprechenden Menge verabreicht wurde, folgte ein weiterer standardisierter Belastungstest nach der selben Testvorschrift, um die Behandlungseffekte auf eine erneute Belastung untersuchen zu können. Als Kontrolle diente ein Versuchsdurchgang ohne Supplementierung in der Belastungs- und Erholungsphase.

Folgende Behandlungen wurden durchgeführt:

<b>Kontrolle</b>	keine Flüssigkeitsgabe
<b>Wasser</b>	Wasser
<b>hypotone Glukoselösung</b>	Wasser + 25g Glukose/l
<b>isotone Glukoselösung</b>	Wasser + 50g Glukose/l
<b>hypotone Electrolytlösung</b>	Wasser + 0,45g NaCl/l
<b>isotone Electrolytlösung</b>	Wasser + 0,90g NaCl/l

Folgende Parameter wurden bestimmt:

**Körpermassenänderung, Herzfrequenz, Atemfrequenz, Körperinnentemperatur,  $V_{2,5}$ , Plasmagesamteiweiß, relative Plasmavolumenänderung, Plasmaosmolarität, Chlorid, Natrium und Kalium**

Der mittlere **Körpermassenverlust** im Stufentest (S) belief sich auf 3,2 bis 3,7 % des Ausgangsgewichtes. Nach dem Retest betrug der Körpergewichtsverlust im Kontrolldurchgang durchschnittlich 5,5 %. Dagegen verringerte sich das Gewicht nach den verschiedenen Behandlungen am Ende des Retests nur um ca. 3,5 %.

Die **Herzfrequenz** stieg im Stufentest linear von  $103,35 \pm 9,2$  auf durchschnittlich  $180,83 \pm 11,2$  Schläge pro Minute an. Während der Dauerbelastung bei  $V_{2,5}$  lag die durchschnittliche Herzfrequenz bei  $175,15 \pm 13,25$  Schläge pro Minute. Außer in den Kontrolldurchgängen war generell die Herzfrequenz im Retest niedriger als in den Stufentests, was jedoch statistisch nicht abzusichern war. Es gab hinsichtlich der Herzfrequenz keine behandlungsabhängigen Unterschiede im Retest.

Die **Atemfrequenz** erhöhte sich durch die Belastung des Stufentests von durchschnittlich 15 Zügen pro Minute auf durchschnittlich  $155 \text{ min}^{-1}$ . Nach der

Behandlungspause lag die niedrigste Atemfrequenz bei 20 Zügen pro Minute. Die Ruhfrequenzen wurden in keiner Pause durch keine Behandlung erreicht. Die Respirationsfrequenzen am Ende des Retests waren in der Kontrolle, und in den beiden hypotonen Behandlungen signifikant niedriger als nach dem Stufentest.

Die rektal bestimmte **Körperinnentemperatur** stieg während des Stufentests auf maximal 40,7 °C an, während der Dauerbelastung auf bis zu 41,5 °C, sank während der Behandlungen bis auf 37,2 °C ab und erreichte im Retest maximale Werte bis 40,3 °C. Unterschiede zwischen der Art der Behandlung konnten nicht festgestellt werden.

Die aus den **Laktatwerten** ermittelte  $V_{2,5}$  für das Belastungsmaß der Dauerbelastung wurde im Stufentest mit Werten zwischen 3,15 und 4,5 m/s ermittelt. Im Mittel betrug die Geschwindigkeit  $3,57 \pm 0,3$  m/s.

Die Konzentration des **Plasmagesamteiweißes** nahm während aller Belastungsphasen von 55,6 g/l bei S bis 64,6 g/l bei DB30 zu und während der Pausen ab. Der niedrigste Wert am ende des Retests bei R8 betrug 60,4 g/l nach Behandlung mit hypotoner Electrolytlösung.

Das **Plasmavolumen** verringerte sich während der Belastungsphasen kontinuierlich, füllte sich innerhalb der Behandlungs- und Erholungsphase wieder auf und fiel dann im Verlauf des Retests weiter ab.

Die Plasmavolumenabnahme nach dem Stufentest bezogen auf das Plasmavolumen nach der Aufwärmphase belief sich auf bis zu 10 %. Nach der 30minütigen Dauerbelastung betrug die Einengung des Plasmavolumens bis zu 13 %. Die bis zum Ende des Retests größten Verluste wurden erwartungsgemäß in der Kontrolle gefunden, wo das Volumen nach dem Retest um ca. 15 % reduziert war.

Durch isotone Electrolytlösung wurde das Volumen am nachhaltigsten, und während der Behandlungspause auch über das Ausgangsniveau hinaus wieder aufgefüllt. Nach Beendigung des Retests war das Volumen nur um ca. 6,6 % reduziert (Vgl. Wasser: 9,8 %, Hyp. Glu.: 9,6 %, Iso. Glu.: 9,5 %, Iso NaCl.: 7,3 %).

Den niedrigsten Verlauf der Plasmaosmolalität im Retest zeigten die Wasserbehandlungen mit Werten von 274 mosm/kg. Hochsignifikante Unterschiede gab es zwischen den Elektrolytbehandlungen und der Wassersupplementierung, wobei die Behandlung mit isotoner Elektrolytlösung den höchsten Verlauf mit Werten von 295,4 mosm/kg im Retest zeigte.

Der Natriumgehalt änderte sich während des Stufentests und der Dauerbelastung in allen Versuchen nur geringfügig, Unterschiede traten hingegen während der Behandlungsphase auf. In der Wasserbehandlung nahmen die Werte signifikant bis auf 130,4 mmol/l ab. Am deutlichsten nahmen sie durch die isotone Elektrolytbehandlung, bei der Werte von 140,9 mmol/l erreicht wurden, zu. In den Wasserbehandlungen blieben die Natriumgehalte während des Retests erniedrigt, nach den Elektrolytbehandlungen nahmen sie im Retest tendenziell zu.

Der Chloridgehalt nahm während des Stufentests kontinuierlich ab und blieb in allen Behandlungen mit Ausnahme der Elektrolytbehandlungen auf einem hypochlorämischen Niveau. Nach der Applikation von Elektrolyten nahmen die Gehalte zu. Sie erreichten Werte von 97 bis 103 mmol/kg (hypotone bzw. isotone Elektrolytlösung). Nach isotoner Elektrolytbehandlung beendeten die Pferde im Durchschnitt den Retest mit einem Chloridgehalt, der 2 mmol/l höher lag als der Ausgangswert S.

Der Kaliumgehalt stieg zu Anfang der Belastung in allen Versuchsabschnitten und unabhängig von der Behandlung zunächst an, um dann bei fortdauernder körperlicher Belastung langsam abzufallen. Die niedrigsten Werte wurden in allen Versuchen bei B30 gemessen, was etwa 13 Minuten nach Supplementierungsbeginn entspricht. In der zweiten Stunde der Behandlungs- und Erholungspause nahm der Plasmakaliumgehalt langsam wieder zu. Zu Beginn des Retests konnte ein dritter Peak gemessen werden (nach Höhepunkten bei S1 und DB10), der aber geringer als die beiden ersten ausgeprägt war. Zum Ende des Retests waren die Werte im Vergleich zum Ausgangswert S erniedrigt.

Die Untersuchung verschiedener oraler Rehydrationslösungen auf ihre Eignung, durch Schweißsekretion erlittene Flüssigkeits- und Elektrolytverluste auszugleichen, ergab, daß die isotone und die hypotone Natriumchloridlösungen im Gegensatz zu den Glukoselösungen und der Wassersupplementierung nachstehend dazu geeignet sind, die Elektrolytdefizite zu ersetzen, die Elastizität des Plasmavolumens zu verbessern und so die Leistungsfähigkeit erhalten oder verbessern können, wobei noch zu überprüfen ist, ob die isotone oder die hypotone Lösung bevorzugt werden soll.

Juliana Schnermann

Effects of oral administration of glucose or electrolyte supplementation after a standardised exercise on thermoregulation and electrolyte metabolism in horses.

## 7. Summary

The object of this study was to investigate electrolyte homeostasis and thermoregulation of exercising horses during exercise after oral administration of water or solutions containing glucose or electrolytes differing in tonicity.

During the investigation five horses (four geldings and a mare aged between 2 to 4 years) accomplished after a warm-up period (5 min at 1.4 m/s and 5 min at 2.2 m/s without incline) a standardized exercise test (SET) once a week in arbitrary order (six steps from 2.8 m/s to 4.2 m/s, all lasting 5 min at 17 % incline). On its basis a continuous exercise of 30 minutes followed at the rate which theoretically corresponded with lactate concentration of 2.5 mmol/l ( $V_{2.5}$ ) in standardised exercise test on a treadmill in order to cause a body weight reduction of at least to three per cent.

During a two-hour treatment and recovery period, water respectively glucose or electrolyte solutions in isotonic or hypotonic concentration were administrated. The volume of administrated fluid was equivalent to body weight reduction during SET and continuous exercise. Following the recovery period a further standardized exercise test, called Retest, was performed following the same test regulations. This was in order to examine the treatment effects on a renewed exercise. A stage without any treatment served as control during the load and recovery phase.

The following treatments were carried out:

control	without any supplements
Water	Water
hypotonic glucose solution	Water + 25g Glucose/l
isotonic glucose solution	Water + 50g Glucose/l
hypotonic electrolyte solution	Water + 0.45g NaCl/l
isotonic electrolyte solution	Water + 0.90g NaCl/l

The following parameters were determined: body weight reduction, heart rate, respiration rate, body core temperature,  $V_{2.5}$ , total plasma protein, relative plasma variation in volume, osmolality, chloride, sodium and potassium.

1. The middle weight loss in SET = Standardized Exercise Test and continuous exercise amounted between 3.2 and 3.7 % of the basic weight.
2. The heart rate in SET rose linearly from  $103 \pm 9.2$  to an average of  $181 \pm 11.2$  beats per minute. During the continuous exercise phase of  $V_{2.5}$  the average heart frequency was about  $175 \pm 13.25$  beats per minute. With exception of the control the heart rate was generally lower in the Retest than in the previous SET. The lowest heart rate was noticed after treatment with hypotonic electrolytes. This predicate must be strengthened however due to the small random inspection size related and should be proofed in further investigations. Regarding the heart frequency there were no differences related to treatment.
3. The Respiratory frequency increased by the load of the SET of an average of 15 breaths per minute. After the break of treatment the lowest respiratory frequency was at 20 breaths per minute. The basic frequencies were not reached in any break by any treatment. The respiratory frequency at the end of the retest were significantly lower in the control and in both hypotonic treatments than in the SET.
4. The rectally measured body interior temperature increased during the SET upon a maximum of  $40.7^{\circ}\text{C}$ , during the continuous exercise phase up to  $41.5^{\circ}\text{C}$ , it decreased during the treatments to  $37.2^{\circ}\text{C}$  and reached maximum values of up to

40.3 °C in the retest. Differences according to the way of treatment could not be found.

5. The  $V_{2,5}$  for the workload of the continuous exercise, resulting from the lactate values from the SET, was found out between values from 3.15 to 4.5 m/s.
6. The total plasma protein increased during all exercise phases from 55.6 g/l at start to 64.6 g/l after continuous exercise and decreased during the breaks (before continuous work and during 2 hours treatment). The lowest value at the end was found after the treatment with hypotonic electrolytes (60.4 g/l).
7. The plasma volume decreased continuously during SET and continuous work phase, increased during the treatment and recovery phase, and further decreased during the Retest. The plasma volume decreased after SET in relation to the plasma volume after the warming up phase amounted up to 10 %. After the 30 minute continuous work the plasma capacity diminished to about 13 %. The largest losses were found in control as expected, where the volume was reduced by approximately 15 % after the Retest. By isotonic electrolyte solution the volume was regained. After termination of the Retest the plasma volume was reduced by approximately 6.6 % (comp.: water: 9.8 %, hypotonic glucose solution: 9.6 %, isotonic electrolyte solution: 9.5% and isotonic electrolyte solution: 7.3 %).
8. The lowest development of plasmaosmolality in the retest was gained by water treatment. Highly significant differences were found among isotonic electrolyte treatment and water substitution with maximum 295.5 mosm/l or 275 mosm/l respectively.
9. The sodium concentration only changed slightly during SET and continuous work phase. However differences occurred during the treatment phase. In the water treatment the values decreased significantly to 130.4 mmol/l. They increased most clearly by isotonic electrolyte treatment to 140.8 mosm/l. During the Retests the sodium contents remained degraded in water treatment, after the electrolyte handlings they increased partially.



10. The chloride concentration decreased continuously during the SET and remained on a hypochloremic level in all treatments with exception of the electrolyte treatments. After the application of electrolytes the contents increased. They achieved values from 97 to 103 mmol/l (hypotonic electrolyte solution or isotonic electrolyte solution). After isotonic application the horses finished the Retest with a maximum chloride content, which was (on the average) by 2 mmol/l higher than the base value S.

11. The potassium concentration in all tests rose at the beginning of the SET. It furthermore decreased slowly during continuous exercise. The lowest values in all tests were measured with B30, which corresponds to about 15 minutes after having started the supplementation. During the second hour of the treatment and recovery break the potassium concentration increased slowly again. At the beginning of the Retests a third peak was measured (after peaks at S1 and D810), which however was smaller than the previous ones. At the end of the Retests the values were degraded.

In conclusion of this investigation electrolyte solutions, administered after strong exercise, are more effective to balance sweat losses and to improve thermoregulation than glucose solutions. The question whether an isotonic NaCl preparation is the treatment of choice or a hypotonic solution should be preferred needs further investigation.