

## VI. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Studie sollte unter standardisierten Bedingungen überprüft werden, inwieweit sich ein langsames Laufbandtraining unter Zugbelastung auf den Knochenstoffwechsel junger Pferde auswirkt. Neben kurzfristigen Reaktionen des Knochenstoffwechsels auf die einzelne Belastung interessierten ebenso langfristige Veränderungen, die sich im gesamten Trainingsverlauf ergaben.

Fünf zweijährige Traber (3 Wallache und 2 Stuten, mittleres Körpergewicht zu Versuchsbeginn:  $457,4 \pm 52,5$  kg, Haltung: Bewegungsstall, Fütterung: 3 kg Kraftfutter/ Tier/ Tag verteilt auf 20 stündlich abrufbare Portionen á 150 g, Heu ad libitum), von denen drei zur Überprüfung der postprandialen Kinetik von Gesamtcalcium, PTH, Osteocalcin und ICTP herangezogen wurden, absolvierten dazu ein aus drei Trainingsperioden bestehendes viermonatiges Laufbandtraining unter Zugbelastung bei niedriger Geschwindigkeit.

Vor und nach der ersten sowie nach der dritten Trainingsperiode wurde ein **Stufentest** (sechs Belastungsstufen á fünf Minuten, Erhöhung der Laufgeschwindigkeit von Stufe zu Stufe um 0,56 m/s ausgehend von 1,38 m/s während der ersten Belastungsstufe, Steigung von 6%, konstante Zuglast von 40 kg) durchgeführt.

Das eigentliche Training setzte sich aus 48 **Dauerbelastungen** (60 Minuten, konstante Laufgeschwindigkeit von 1,67 m/s, Steigung von 6%, konstante Zuglast von 40 kg) zusammen.

Daneben wurden im Rahmen der Dissertation WATERMÜLDER (Dissertation in Vorbereitung) im Anschluss an das viermonatige Training zwei im Abstand von sieben Tagen aufeinanderfolgende **Leistungstests** (zusammengesetzt aus alternierenden Schritt- und Trabelbelastungen, Mindestdauer von 140 Minuten, Steigung von 6%, konstante Zuglast von 40 kg, Tryptophangabe vor dem zweiten Leistungstest) durchgeführt. In diesem Zusammenhang interessierten ebenfalls die kurzfristigen Reaktionen des Knochenstoffwechsels.

**Blutproben** wurden gewonnen:

- ◆ im stündlichen Rhythmus nach der Fütterung beim Versuch zur Erfassung der postprandialen Kinetik von Gesamtcalcium, PTH, Osteocalcin und ICTP
- ◆ zu definierten Zeitpunkten während der Stufentests
- ◆ zu definierten Zeitpunkten bei der ersten Dauerbelastung der ersten Trainingsperiode und jeweils der letzten Dauerbelastung der ersten, zweiten und dritten Trainingsperiode
- ◆ zu definierten Zeitpunkten bei den Leistungstests

Folgende **Parameter** wurden bestimmt:

- ◆ postprandial: Gesamtcalcium, PTH, Osteocalcin, ICTP
- ◆ bei den verschiedenen Belastungen: Laktat, Gesamtcalcium, ionisiertes Calcium (pH 7,4 korr.), anorganisches Phosphat, pH, intaktes PTH, Osteocalcin und ICTP

**Folgende Ergebnisse** wurden erzielt:

#### Kurzfristige Reaktionen nach Stufentest und Dauerbelastung

1. Im Verlauf der *Stufentests* kam es zu einer exponentiellen Zunahme der **Laktatkonzentration** im Vollblut von  $1,0 \pm 0,2$  auf  $10,1 \pm 1,5$  mmol/l im ersten, von  $0,6 \pm 0,2$  auf  $9,3 \pm 2,9$  mmol/l im zweiten und von  $0,7 \pm 0,2$  auf  $8,6 \pm 2,3$  mmol/l im dritten Stufentest ( $p < 0,01$ ). In den *Dauerbelastungen* konnten, abgesehen von einem Konzentrationsanstieg von 1,0 auf 1,7 mmol/l in den ersten fünf Belastungsminuten der ersten Dauerbelastung ( $p < 0,01$ ), keine Konzentrationsveränderungen beobachtet werden.
2. Die **Gesamtcalciumkonzentration** blieb im Verlauf der *Stufentests* konstant. Auch während der zweiten und vierten *Dauerbelastung* zeigten sich keine Konzentrationsveränderungen, wohingegen es in der ersten und dritten Dauerbelastung zu einem Anstieg des Gesamtcalciums kam (DB I:  $2,98 \pm 0,07$  auf  $3,16 \pm 0,47$  mmol/l ( $p < 0,05$ ); DB III:  $3,01 \pm 0,13$  auf  $3,15 \pm 0,15$  mmol/l ( $p = 0,1$ )).
3. Während der *Stufentests* fiel die Konzentration des **ionisierten Calciums** im Vollblut von  $1,50 \pm 0,06$  auf  $1,37 \pm 0,07$  mmol/l im ersten, von  $1,55 \pm 0,05$  auf  $1,42 \pm 0,09$  mmol/l im zweiten und von  $1,52 \pm 0,02$  auf  $1,38 \pm 0,02$  mmol/l im dritten Stufentest ab ( $p < 0,01$ ). In den *Dauerbelastungen* blieb die Konzentration nahezu konstant.

4. Während der **pH-Wert** beim ersten und zweiten *Stufentest* bis zur fünften Belastungsstufe anstieg (ST I:  $p < 0,05$ ; ST II:  $p < 0,01$ ), war im dritten Stufentest eine Abnahme des pH-Wertes zu verzeichnen ( $p < 0,01$ ). Innerhalb der *Dauerbelastungen* kam es zu einem Anstieg des pH-Wertes ( $p < 0,01$ ) (DB I:  $7,43 \pm 0,01$  auf  $7,50 \pm 0,02$ ; DB II:  $7,42 \pm 0,02$  auf  $7,48 \pm 0,03$ ; DB III:  $7,43 \pm 0,02$  auf  $7,48 \pm 0,04$ ; DB IV:  $7,43 \pm 0,02$  auf  $7,51 \pm 0,02$ ).
5. Sowohl in den *Stufentests* als auch in den *Dauerbelastungen* zeigte sich ein Konzentrationsanstieg des **anorganischen Phosphates** ( $p < 0,01$ ) (ST I:  $1,35 \pm 0,19$  auf  $1,82 \pm 0,2$  mmol/l; ST II:  $1,33 \pm 0,26$  auf  $1,84 \pm 0,29$  mmol/l; ST III:  $1,26 \pm 0,22$  auf  $1,57 \pm 0,23$  mmol/l; DB I:  $1,20 \pm 0,1$  auf  $1,44 \pm 0,11$  mmol/l; DB II:  $1,36 \pm 0,16$  auf  $1,62 \pm 0,13$  mmol/l; DB III:  $1,31 \pm 0,09$  auf  $1,50 \pm 0,06$  mmol/l; DB IV:  $1,34 \pm 0,09$  auf  $1,48 \pm 0,05$  mmol/l).
6. Das **intakte PTH** stieg im ersten *Stufentest* von  $45,0 \pm 7,5$  auf  $74,7 \pm 18,0$  pg/ml ( $p < 0,01$ ), im zweiten Stufentest von  $41,8 \pm 16,1$  auf  $77,7 \pm 18,2$  pg/ml ( $p < 0,01$ ) und im dritten Stufentest von  $36,5 \pm 19,0$  auf  $91,4 \pm 9,7$  pg/ml ( $p < 0,01$ ) an. Während es bei der ersten und zweiten *Dauerbelastung* bis zur 20. Belastungsminute zu einem Anstieg des intakten PTHs (DB I:  $p < 0,01$ , DB II: n.s.) kam, war innerhalb der dritten Dauerbelastung ein nahezu konstanter Verlauf der Konzentration zu beobachten. Während der vierten Dauerbelastung nahm die Konzentration bis zur 20. Minute ab ( $p < 0,05$ ). Zum Belastungsende lagen die Konzentrationen wieder auf dem Ausgangsniveau..
7. Die **Ostocalcinkonzentration** zeigte innerhalb der *Stufentests* und *Dauerbelastungen* einen nahezu konstanten Verlauf.
8. Während der *Stufentests* konnte ein deutlicher Anstieg der **ICTP-Konzentration** ( $p < 0,01$ ) (ST I:  $12,1 \pm 0,7$  auf  $14,1 \pm 0,7$   $\mu\text{g/l}$ ; ST II:  $10,3 \pm 1,3$  auf  $12,1 \pm 1,3$   $\mu\text{g/l}$  und ST III:  $10,8 \pm 1,7$  auf  $12,9 \pm 1,5$   $\mu\text{g/l}$ ) beobachtet werden. Auch während der *Dauerbelastungen* zeigte sich eine Konzentrationserhöhung, wobei diese für die erste, zweite und dritte Dauerbelastung mit  $p < 0,01$  abgesichert werden konnte.

#### Langfristige (trainingsbedingte) Reaktionen

1. Die **Osteocalcinkonzentration** unterlag während des gesamten Untersuchungszeitraumes starken Schwankungen – die vor den Belastungen erzielten Ruhekonzentrationen lagen

zwischen 19 und 37 ng/ml (ST I:  $27 \pm 6$  ng/ml; DB I:  $37 \pm 10$  ng/ml; DB II:  $26 \pm 4$  ng/ml; ST II:  $19 \pm 5$  ng/ml; DB III:  $28 \pm 5$  ng/ml; DB IV:  $30 \pm 9$  ng/ml; ST III:  $19 \pm 6$  ng/ml).

2. Innerhalb der ersten 92 Tage des Trainings kam es zu einer Abnahme der **ICTP-Konzentration**. In den letzten zwei Trainingswochen nahm die Konzentration von  $8,2 \pm 0,8$  auf  $10,8 \pm 1,7$   $\mu\text{g/l}$  wieder geringgradig zu, erreichte das Ausgangsniveau mit  $12,1 \pm 0,7$   $\mu\text{g/l}$  jedoch nicht mehr. Nach Beendigung des Trainings stieg die Konzentration weiter an, fiel dann aber bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes wieder auf  $9,3 \pm 0,5$   $\mu\text{l}$  ab.
3. Während sich innerhalb der ersten Trainingsperiode mit Werten um 40,5 pg/ml ein nahezu konstanter Verlauf der **PTH-Konzentration** zeigte, kam es in der zweiten Trainingsperiode zu einem Anstieg des PTHs im Plasma. Im weiteren Verlauf konnten starke Schwankungen der Wert beobachtet werden – nach 134 Versuchstagen lag die Konzentration allerdings wieder auf dem Ausgangsniveau.

#### Kurzfristige Reaktionen bei intervallartiger Belastung (Leistungstest)

1. Die Laktatkonzentration stieg in beiden Leistungstests sowohl in der ersten als auch in der zweiten Trabphase, der ein Abfall der Konzentration in der zweiten Schrittphase vorausgegangen war ( $p < 0,01$ ), deutlich an (TP I:  $p < 0,01$ ).
2. Beim **Gesamtcalcium** zeigten sich ähnlich wie in den Stufentests und Dauerbelastungen weder in den Schrittphasen noch im Verlauf der Trabphasen beider Leistungstests Konzentrationsveränderungen.
3. Während es innerhalb der ersten Trabphase beider Leistungstests zu einer Abnahme des **ionisierten Calciums** von 1,59 auf 1,46 mmol/l im Kontrolldurchgang ( $p < 0,01$ ) und von 1,42 auf 1,32 mmol/l (n.s.) kam, blieb die Konzentration im weiteren Testverlauf nahezu konstant.
4. In beiden einheitlich verlaufenden Tests kam es in den Schrittphasen zu einem Anstieg ( $p < 0,01$ ) und in den Trabphasen zu einem Abfall ( $p < 0,01$ ) des **pH-Wertes**.
5. Die **Phosphatkonzentration** zeigte in beiden Leistungstests bis zum Ende der ersten Trabphase einen Anstieg der Werte von 1,16 auf 1,51 mmol/l im Kontrolldurchgang ( $p < 0,01$ ) und von 1,33 auf 1,60 mmol/l im tryptophansupplementierten Test ( $p < 0,01$ ), bis zum Ende der Belastung kam es zu einem Wiederabfall des Phosphatspiegels.

6. Der **Osteocalcinspiegel** blieb im Verlauf des ersten Leistungstests nahezu konstant, im zweiten Leistungstest nach Tryptophangabe kam es in der ersten Schrittphase zu einem Abfall der Werte von 25 auf 14 ng/ml ( $p < 0,05$ ), innerhalb der ersten Trabphase stieg die Konzentration wieder an ( $p < 0,05$ ), so dass das Ausgangsniveau wieder erreicht wurde.
7. Das **ICTP** stieg in beiden Leistungstests insgesamt an ( $p < 0,01$ ).
8. Die **PTH-Konzentration** blieb während der ersten Schrittphase in beiden Tests konstant, in der zweiten und dritten Schrittphase war ein Abfall zu erkennen. Innerhalb der Trabphasen beider Leistungstests kam es ähnlich wie in den Stufentests zu einem deutlichen Anstieg des PTHs ( $p < 0,01$ ).

### Postprandiale Kinetik

1. Bei zwei Pferden kam es innerhalb der ersten drei Stunden nach der Futteraufnahme zu einem Anstieg des **Gesamtcalciums** im Plasma, ein Pferd zeigte in diesem Zeitraum einen Konzentrationsabfall.
2. Bei zwei Pferden kam es in den ersten zwei bzw. drei Stunden nach der Fütterung zu einer Zunahme der **PTH-Konzentration** von 38,2 auf 53,4 pg/ml (Pferd III) bzw. von 29,9 auf 67,0 pg/ml (Pferd IV). Im Gegensatz dazu nahm der PTH-Gehalt bei Pferd V innerhalb von vier Stunden nach der Fütterung von 78,1 auf 5,7 pg/ml ab.
3. Während die **Osteocalcinkonzentration** nach der Fütterung bei Pferd IV und V nur geringgradigen Konzentrationsveränderungen unterworfen war, zeigte Pferd III eine Stunde postprandial einen Anstieg des Osteocalcins von 18 auf 35 ng/ml.
4. In den ersten vier Stunden nach der Fütterung konnten bei allen Pferden nur geringfügige Veränderungen der **ICTP-Konzentration** beobachtet werden.

Der Knochenstoffwechsel (Osteocalcin ausgenommen) wird durch schnelle Zugbelastungen mit Geschwindigkeiten bis zu 4,18 m/s, wie sie im Stufentest erreicht wurden, kurzfristig beeinflusst.

Die langfristigen Veränderungen der Knochenmarker deuten aber eher auf geringe adaptive Prozesse des Knochens auf das langsame Laufbandtraining unter Zugbelastung hin. Möglicherweise ist der Stimulus dieses Trainings auf den Knochen zu gering.

Julia Zamhöfer: Short- and long-term effects of draught work on bone metabolism during treadmill training in young horses

## VII. Summary

The aim of this study was to investigate the influence of draught loaded exercise on a treadmill on bone metabolism in young horses under standardised conditions. Both short-term and long-term reactions during exercise and training, respectively, were analysed.

Five two-year-old Standardbred trotters (3 geldings and 2 mares, average body weight: 457.4 kg, feeding: 3 kg concentrate/animal/day divided into 20 portions of 150 g each, hay ad libitum) – three of which were used to investigate the postprandial kinetics of total plasma calcium, PTH, osteocalcin, and ICTP – completed a four month treadmill training with a draught load and slow velocity consisting of three training periods.

Before and after the first and after the third period **standardised exercise tests (SET)** (six steps of five minutes each, first step pace at 1.38 m/s, increasing velocity by 0.56 m/s from step to step, treadmill incline of 6%, constant draught load of 40 kg) were performed.

The training comprised in total 48 **long-term exercises (LTE)** (60 minutes, constant speed (1.67 m/s), treadmill incline of 6%, constant draught load of 40 kg).

In addition, two consecutive **performance tests (PT)** (alternating walking and trotting phases, minimum duration 140 minutes, 6% incline, constant draught load of 40 kg, tryptophan application before the second PT) were executed following the four month training as a part of the doctoral thesis WATERMÜLDER (doctoral thesis in preparation). In this context the short-term reactions of bone metabolism were investigated.

**Blood samples** were collected:

- ◆ every hour after feeding to investigate the postprandial kinetics of total plasma calcium, PTH, osteocalcin, and ICTP
- ◆ at defined times during the standardised exercise tests
- ◆ at defined times during the first long-term exercise of the first training period and the last long-term exercise of the first, second, and third training period
- ◆ at defined times during the performance tests.

Following **parameters** were analysed:

- ◆ postprandial: total plasma calcium, PTH, osteocalcin, ICTP
- ◆ during SET, LTE, PT: lactate, total plasma calcium, ionised calcium (pH 7.4 corr.), inorganic phosphorus, pH, intact PTH, osteocalcin, and ICTP

**The following results were obtained:**

Short-term reactions after standardised exercise test and long-term exercise

1. During all *SETs* there was an exponential increase in the **lactate** concentration in whole blood (SET I:  $1.0 \pm 0.2$  to  $10.1 \pm 1.5$  mmol/l; SET II:  $0.6 \pm 0.2$  to  $9.3 \pm 2.9$  mmol/l; SET III:  $0.7 \pm 0.2$  to  $8.6 \pm 2.3$  mmol/l). The *LTEs* were without any significant alteration of the lactate concentration in whole blood, except the increase (1.0 to 1.7 mmol/l) in the first five minutes of the first LTE ( $p < 0.01$ ).
2. The **total plasma calcium** concentration remained constant during *SET I*, *II*, and *III*. Furthermore, *LTE II* and *IV* did not reveal any alteration in total plasma calcium. However, *LTE I* and *III* showed an increase of total plasma calcium (LTE I: from  $2.98 \pm 0.07$  to  $3.16 \pm 0.46$  mmol/l ( $p < 0.05$ ); LTE III: from  $3.01 \pm 0.13$  to  $3.15 \pm 0.15$  mmol/l ( $p = 0.1$ )).
3. In the course of all *SETs* **ionised calcium** concentration in whole blood decreased from  $1.50 \pm 0.06$  to  $1.37 \pm 0.07$  mmol/l during *SET I*, from  $1.55 \pm 0.05$  to  $1.42 \pm 0.09$  mmol/l

- during SET II, and from  $1.52 \pm 0.02$  to  $1.38 \pm 0.02$  mmol/l during SET III ( $p < 0.01$ ). During all *LTEs* ionised calcium concentration remained approximately constant.
4. While **pH** increased during *SET* I and II until the fifth exercise step (*SET* I:  $p < 0.05$ ; *SET* II:  $p < 0.01$ ), pH decreased during SET III ( $p < 0.01$ ). There was an increase of pH within all *LTEs* ( $p < 0.01$ ) (LTE I:  $7.43 \pm 0.01$  to  $7.50 \pm 0.02$ ; LTE II:  $7.42 \pm 0.02$  to  $7.48 \pm 0.03$ ; LTE III:  $7.43 \pm 0.02$  to  $7.48 \pm 0.04$ ; LTE IV:  $7.43 \pm 0.02$  to  $7.51 \pm 0.02$ ).
  5. Both *SETs* and *LTEs* revealed an increase in plasma concentration of **inorganic phosphate** ( $p < 0.01$ ) (SET I:  $1.35 \pm 0.19$  to  $1.82 \pm 0.02$  mmol/l; SET II:  $1.33 \pm 0.26$  to  $1.84 \pm 0.29$  mmol/l; SET III:  $1.26 \pm 0.22$  to  $1.57 \pm 0.23$  mmol/l; LTE I:  $1.20 \pm 0.1$  to  $1.44 \pm 0.11$  mmol/l; LTE II:  $1.36 \pm 0.16$  to  $1.62 \pm 0.13$  mmol/l; LTE III:  $1.31 \pm 0.09$  to  $1.50 \pm 0.06$  mmol/l; LTE IV:  $1.34 \pm 0.09$  to  $1.48 \pm 0.05$  mmol/l).
  6. **Intact PTH** increased during *SET* I from  $45.0 \pm 7.5$  to  $74.7 \pm 18.0$  pg/ml ( $p < 0.01$ ), during SET II from  $41.8 \pm 16.1$  to  $77.7 \pm 18.2$  pg/ml ( $p < 0.01$ ), and during SET III from  $36.5 \pm 19.0$  to  $91.4 \pm 9.7$  pg/ml ( $p < 0.01$ ). While *LTE* I and II showed an increase of intact PTH until the 20<sup>th</sup> minute (*LTE* I:  $p < 0.01$ ; *LTE* II: n.s.) there was a decrease of intact PTH within *LTE* IV ( $p < 0.05$ ). Similar concentrations were reached after exercise compared to concentrations reached at the start of exercise. During *LTE* III intact PTH remained approximately constant.
  7. **Osteocalcin** concentration showed an approximately constant course during *SET* I, II, and III, as well as during *LTE* I, II, III, and IV.
  8. During all *SETs* **ICTP** increased markedly ( $p < 0.01$ ) (SET I:  $12.1 \pm 0.7$  to  $14.1 \pm 0.7$   $\mu\text{g/l}$ ; SET II:  $10.3 \pm 1.3$  to  $12.1 \pm 1.3$   $\mu\text{g/l}$ ; SET III:  $10.8 \pm 1.7$  to  $12.9 \pm 1.5$   $\mu\text{g/l}$ ). In addition, ICTP increased during all *LTEs*, with  $p < 0.01$  in *LTE* I, II and III.

### Long-term reactions

1. **Osteocalcin concentration** showed great alterations within the whole investigation period – levels reached values between 19 and 37 ng/ml (SET I:  $27 \pm 6$  ng/ml; LTE I:  $37 \pm 10$  ng/ml; LTE II:  $26 \pm 4$  ng/ml; SET II:  $19 \pm 5$  ng/ml; LTE III:  $28 \pm 5$  ng/ml; LTE IV:  $30 \pm 9$  ng/ml; SET III:  $19 \pm 6$  ng/ml) at the beginning of exercise.



2. There was a decrease of **ICTP** within the first 92 days of training. In the last two weeks of training the concentration increased slightly from  $8.2 \pm 0.8$  to  $10.8 \pm 1.7$   $\mu\text{g/l}$ , but never reached the starting level of  $12.1 \pm 0.7$   $\mu\text{g/l}$ . After the end of training ICTP further increased. However, there was a decrease to  $9.3 \pm 0.5$   $\mu\text{g/l}$  by the end of the investigation period.
3. While the course of **PTH concentration** with an average value of 40.5 pg/ml was nearly constant during the first training period, the second training period showed an elevation of PTH in plasma. Later great alterations of PTH concentration were observed – after 134 days the PTH level was similar to the level reached at the start of training.

#### Short-term reactions (performance test)

1. During both PTs **lactate** increased in the first as well as in the second trotting phase (TP I:  $p < 0.01$ ). Within the second walking phase lactate concentration decreased ( $p < 0.01$ ).
2. Similar to the SETs and LTEs **total plasma calcium concentration** did not show any alteration, neither in the walking nor in the trotting phases of both PTs.
3. While **ionised calcium** decreased within the first trotting phase of both PTs from 1.59 to 1.46 mmol/l in the control trial ( $p < 0.01$ ) and from 1.42 to 1.32 mmol/l (n. s.) in the tryptophan trial, the ionised calcium concentration remained nearly constant during the remainder of the test.
4. In both the tryptophan trial and the control trial **pH** increased in the walking phases ( $p < 0.01$ ) and decreased in the trotting phases (TP I:  $p < 0.01$ ).
5. **Inorganic phosphate concentration** increased in both PTs until the end of the first trotting phase from 1.16 to 1.51 mmol/l in the control trial ( $p < 0.01$ ) and from 1.33 to 1.60 mmol/l in the tryptophan trial ( $p < 0.01$ ). Until the end of the test there was a decline in the phosphate level.
6. In the first PT the **osteocalcin** level remained approximately constant, in the tryptophan trial osteocalcin values decreased from 25 to 14 ng/ml ( $p < 0.05$ ). Within the first trotting phase osteocalcin increased again ( $p < 0.05$ ).
7. **ICTP** was elevated by both PTs.

8. **PTH concentration** remained constant during the walking phase of both tests. In the second and third walking phase a decline was seen. Similar to the SETs, there was an increase of PTH within the trotting phases of both tests (TP I:  $p < 0.01$ ).

#### Postprandial kinetics

1. Within the first three hours after feeding two horses showed an increase and one horse showed a decrease of **total plasma calcium**.
2. There was an increase of PTH concentration in two horses from 38.2 to 53.4 pg/ml and 29.9 to 67.0 pg/ml two and three hours after feeding respectively. In contrast, PTH declined in one horse within four hours after feeding from 78.1 to 5.7 pg/ml.
3. While feeding resulted in only slight alterations of osteocalcin concentration in two horses, one horse showed an elevation of osteocalcin from 18 to 35 ng/ml one hour after feeding.
4. Only slight alterations of ICTP concentration were observed in all horses after feeding.

Bone metabolism (except osteocalcin) is affected by fast draught loaded exercises with velocities up to 4.18 m/s as reached in the SET.

However, the long-term alterations of the bone markers more likely indicate slight adaptive reactions of bone to slow draught loaded treadmill training. Possibly the stimulus of this training was not sufficient to induce an adaptive response.