

IV. ERGEBNISSE

4.1. Stufentest

Die im Stufentest fahradergometrisch ermittelte maximale Leistung betrug $402 \pm 35,5$ Watt, die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$) $4,8 \pm 0,5 \text{ l min}^{-1}$ und die körpergewichtsbezogene maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}/\text{Körpermasse}$) $61,0 \pm 6,4 \text{ ml kg}^{-1}\text{min}^{-1}$.

4.2. Ergometrie Hauptversuch

4.2.1. Körperliche Belastung

Unter der niedrigen Belastung, entsprechend 50-60 % $\dot{V}O_{2max}$, beendeten 100 % der Probanden die Versuche in geplanter Länge von 35 Minuten. Bei hoher Belastung, entsprechend 70-80 % $\dot{V}O_{2max}$, brachen 80 % der Probanden aus Erschöpfung den Versuch zwischen 10 und 30 Minuten ab. Die Anzahl der Probanden (kumulative Häufigkeit), die unter hoher Belastung zu bestimmten Zeitpunkten den Versuch abbrechen, ist in Abbildung 13 dargestellt.

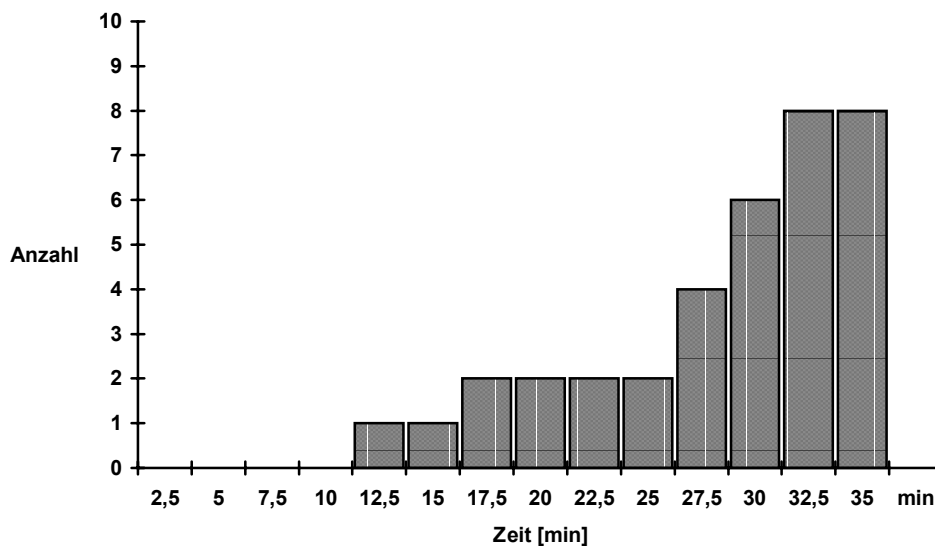


Abbildung 13 Kumulative Häufigkeit der vorzeitige Beendigung der Versuche unter hoher Belastung

4.2.2. Arbeit und Leistung

Bei niedriger Belastung lag die Leistung im Mittel bei 236 ± 24 Watt, bei hoher Belastung bei 293 ± 30 Watt. Die Differenz betrug $18,9 \pm 9,7$ %. Die geleistete Arbeit betrug bei niedriger Belastung 495 ± 50 kJ, bei hoher Belastung 445 ± 30 kJ. Die Differenz betrug $-22,9 \pm 43,5$ % ($p > 0,05$). Die Mittelwerte von Arbeit und Leistung sind in Abbildung 14 dargestellt. Die niedrige Belastung entsprach $58,7 \pm 4,2$ % der Maximalleistung, die hohe Belastung $73,3 \pm 8,9$ %.

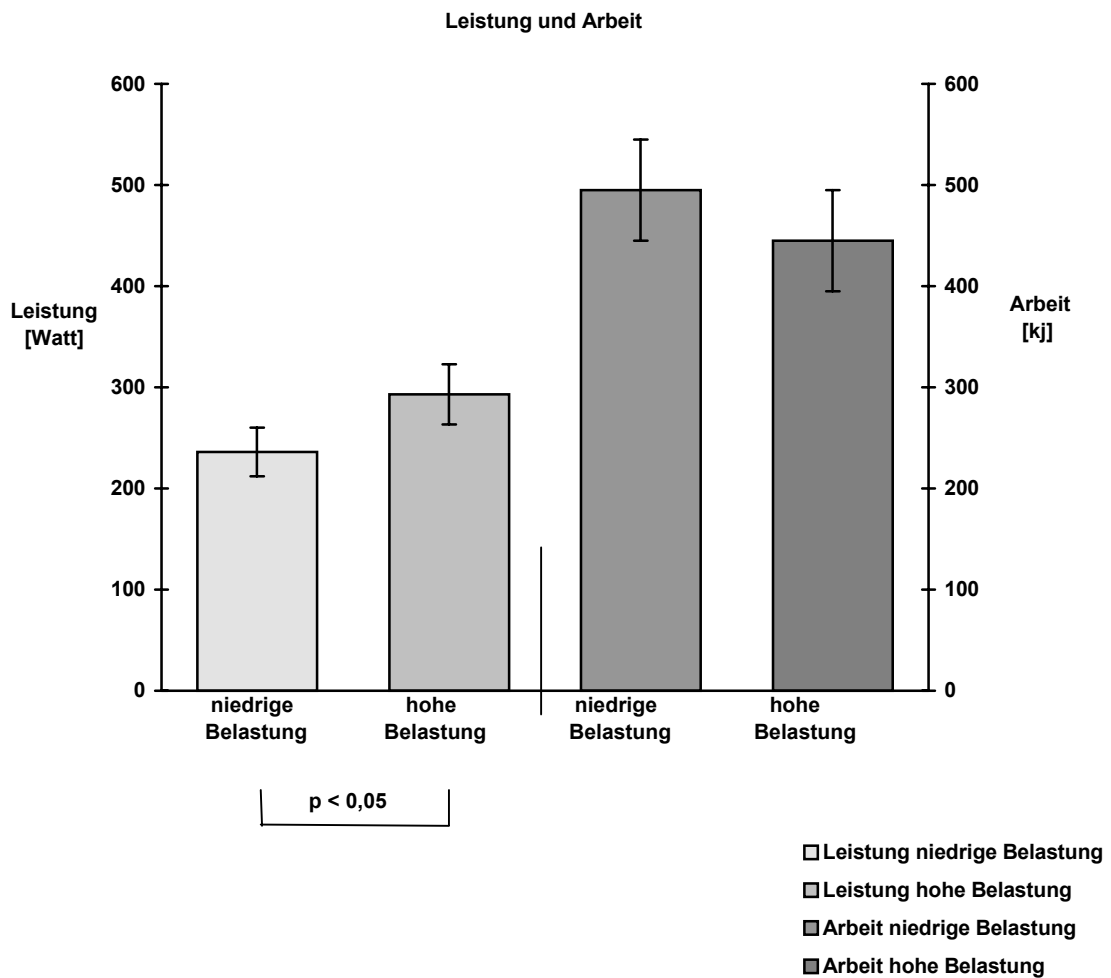


Abbildung 14

Leistung und Arbeit

4.2.3. Laktat

Keiner der Probanden zeigte bei niedriger Belastung einen Anstieg der Laktatkonzentration zwischen 10 und 30 Minuten von mehr als 1 mmol/l. Bei allen Versuchen dieser Serie liegt ein steady state vor. Alle Probanden zeigten bei hoher Belastung einen Anstieg der Laktatkonzentration zwischen 10 und 30 Minuten über 1 mmol/l. Bei allen Versuchen dieser Serie war das steady state überschritten. Die Mittelwerte der Laktatwerte in Abbildung 15 dargestellt.

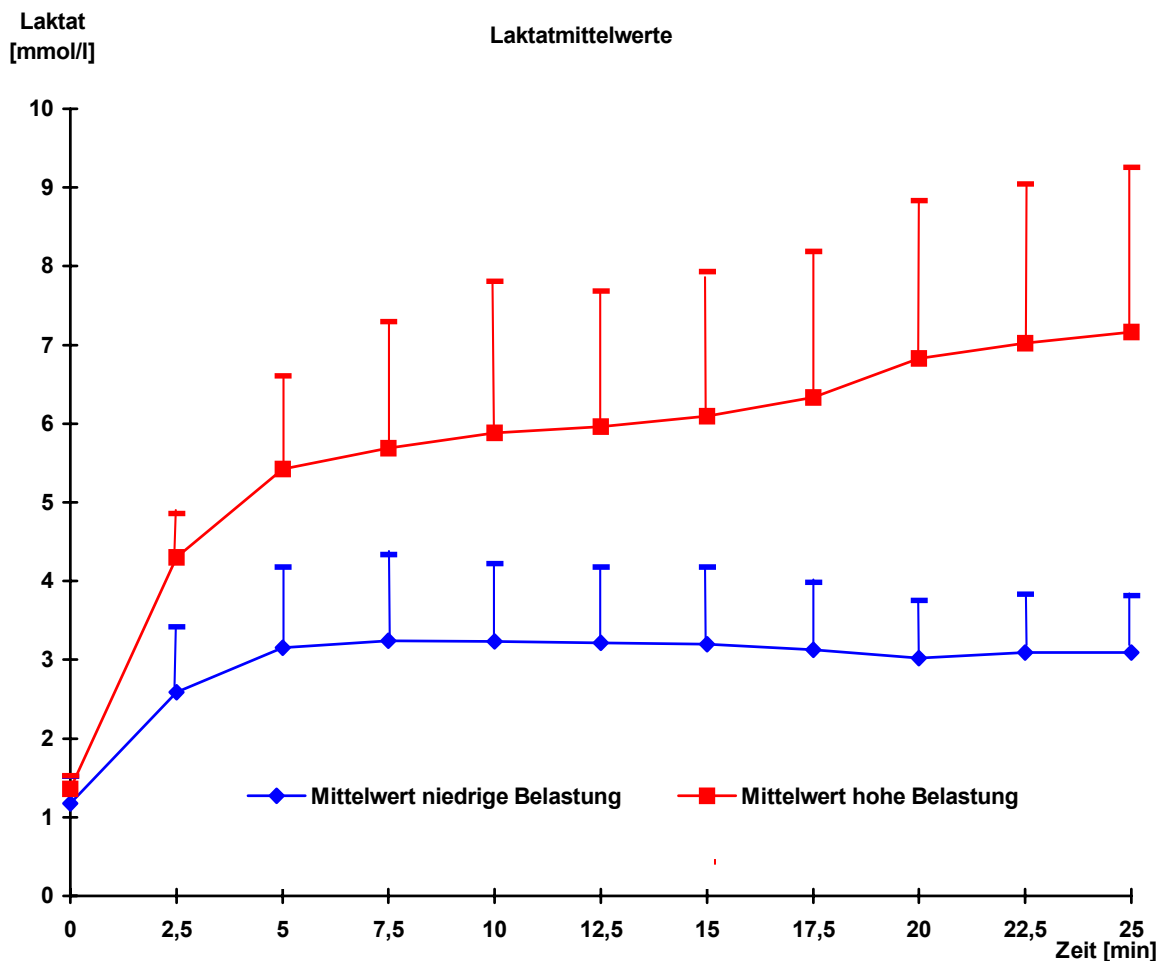


Abbildung 15 Mittelwerte der Laktatwerte im Blut unter niedriger bzw. hoher Belastung

Da vorzeitige Beendigung der Versuche nach Erschöpfung mit Laktatspitzen die Mittelwertkurven verfälschen, wurden die Laktatwerte nur bis zur 25. Minute einbezogen. Die Differenz der Mittelwerte der beiden Versuchsreihen beträgt zwischen der 10. und 25. Minute $3,33 \pm 1,05$ mmol/l.

4.2.4. Herzfrequenz

Die Mittelwerte der Herzfrequenzen unter niedriger bzw. hoher Belastung sind in Abbildung 16 dargestellt. Da vorzeitige Beendigung der Versuche nach Erschöpfung mit Herzfrequenzspitzen die Mittelwertkurven verfälschen, wurden die HF - Werte nur bis zur 25. Minute einbezogen. Die Differenz der Mittelwerte der beiden Versuchsreihen beträgt zwischen der 10. und 25. Minute $15,88 \pm 2,79$ Schläge/Minute.

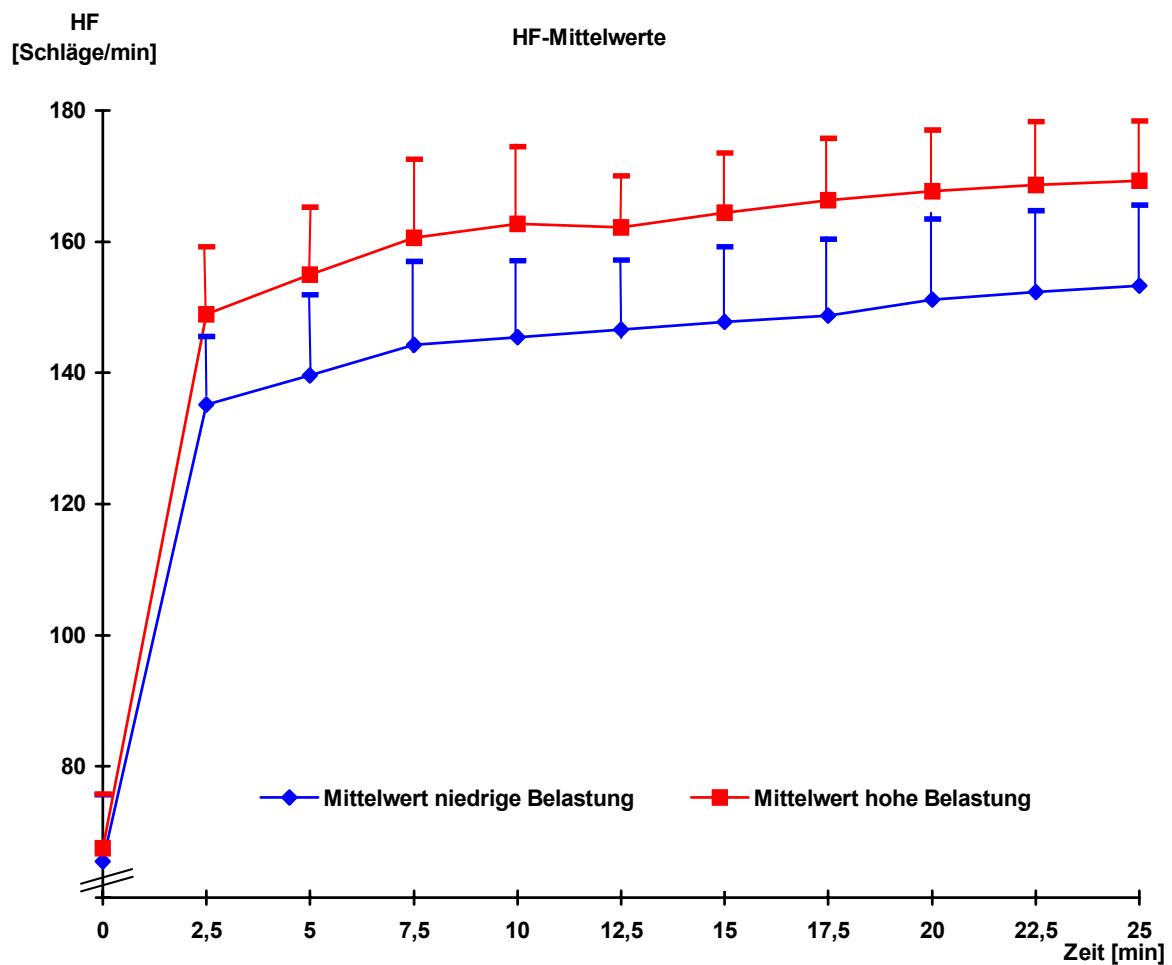


Abbildung 16

Mittelwerte der Herzfrequenz unter niedriger bzw. hoher Belastung

4.2.5. Subjektive Belastung

Die Mittelwerte der subjektiv empfundenen Belastung (SBE) unter niedriger bzw. hoher Belastung sind in Abbildung 17 dargestellt. Da vorzeitige Beendigung der Versuche nach Erschöpfung die Mittelwertkurven verfälschen, wurden die SBE-Werte nur bis zur 25. Minute einbezogen. Die Differenz der Mittelwerte der beiden Versuchsreihen beträgt zwischen der 10. und 25. Minute $2,3 \pm 0,73$ SBE.

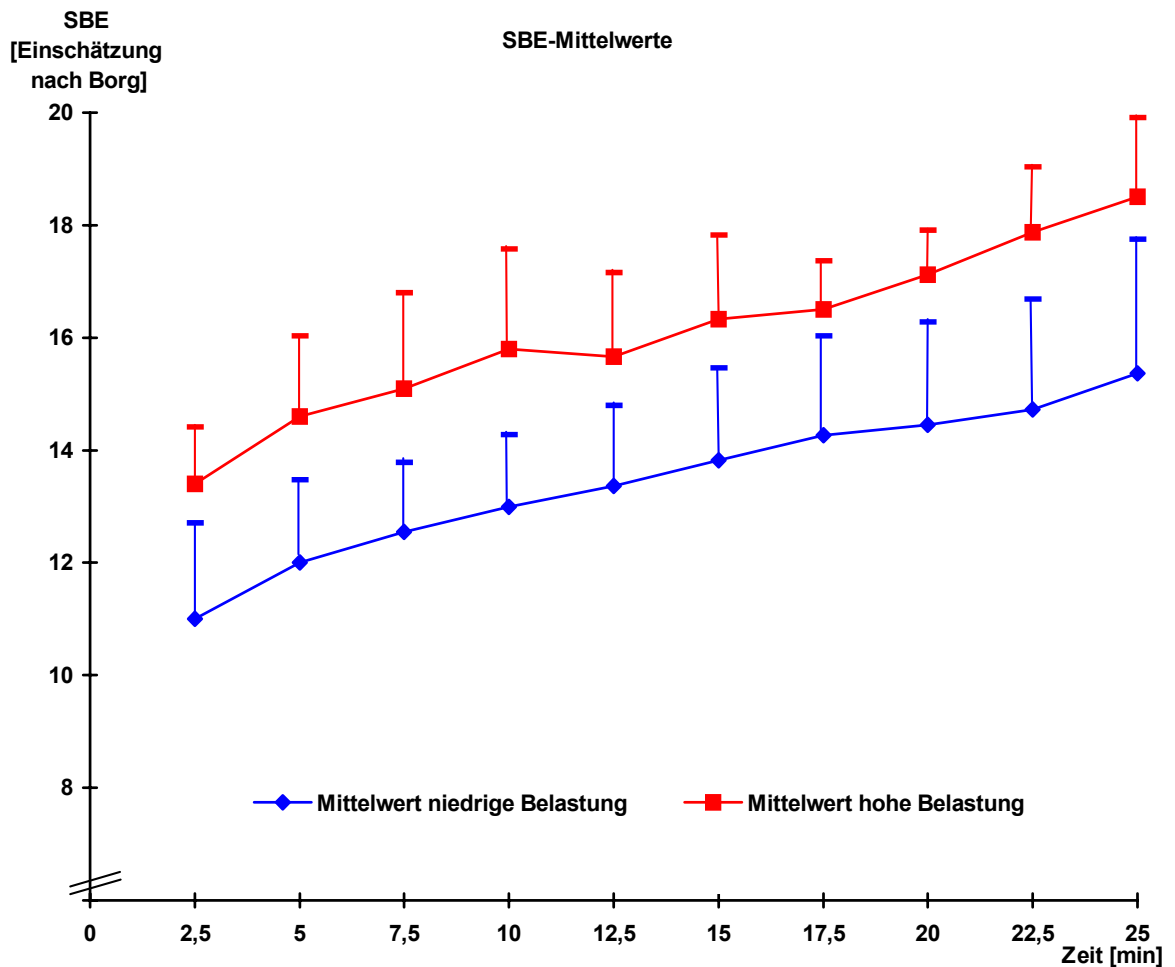


Abbildung 17

Mittelwerte der SBE unter niedriger bzw. hoher Belastung

4.3. Hämokonzentration

4.3.1. Gewicht

Unter niedriger Belastung reduzierte sich das Gewicht der Probanden signifikant um $0,9 \pm 0,3 \%$ ($p < 0,01$). Unter hoher Belastung reduzierte sich das Gewicht signifikant um $1,1 \pm 0,4 \%$ ($p < 0,01$). Im Vergleich beider Versuchsserien unterscheiden sich die Gewichtsverluste signifikant ($p < 0,05$). Die durchschnittliche Abnahme der Mittelwerte des Gewichts bei niedriger und hoher Belastung ist in Abbildung 18 dargestellt.

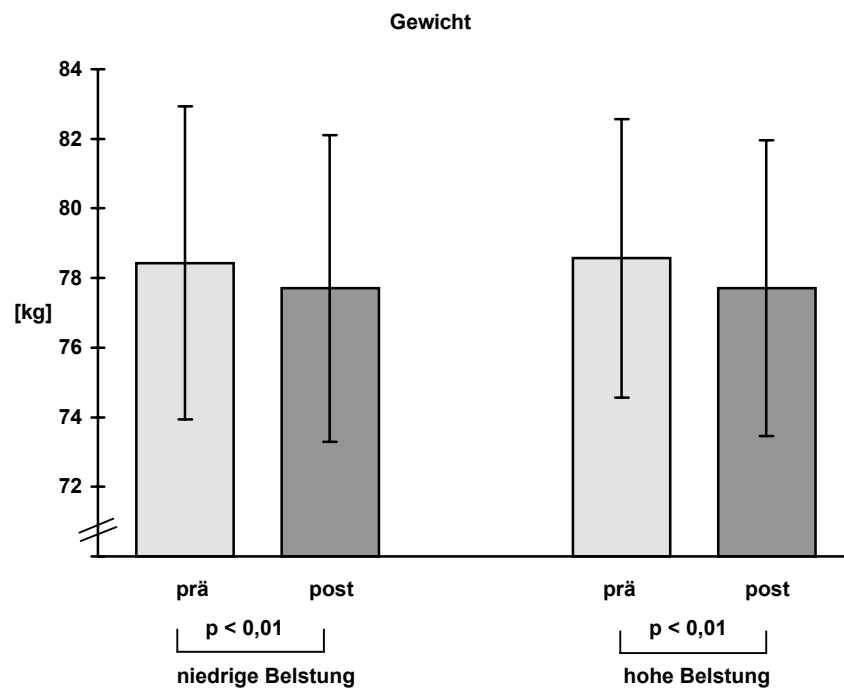


Abbildung 18 Durchschnittliche Abnahme des Gewichts bei niedriger und hoher Belastung.

4.3.2. Gesamteiweißkonzentration

Unter niedriger Belastung stieg die Gesamteiweißkonzentration (TP) signifikant um $8,4 \pm 6,4$ % ($p < 0,01$). Unter hoher Belastung stieg die Gesamteiweißkonzentration signifikant um $9,6 \pm 4,3$ % ($p < 0,01$). Im Vergleich beider Versuchsserien ist kein signifikanter Unterschied der Gesamteiweißkonzentrationsänderung festzustellen. Der durchschnittliche Anstieg der Mittelwerte der Gesamteiweißkonzentrationen bei niedriger und hoher Belastung ist in Abbildung 19 dargestellt.

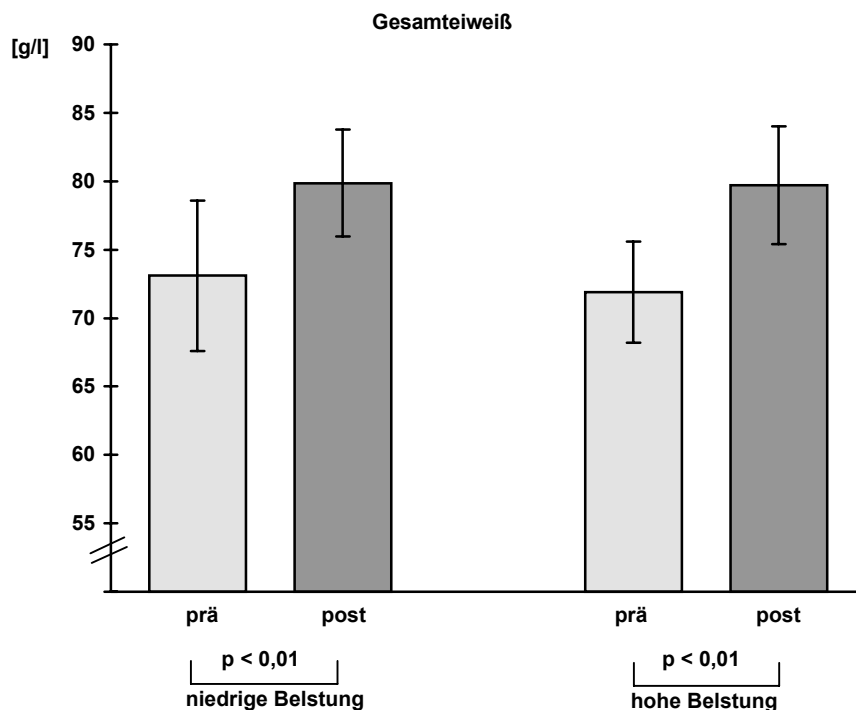


Abbildung 19 Durchschnittlicher Anstieg der Mittelwerte der Gesamteiweißkonzentrationen bei niedriger und hoher Belastung.

Zur Berechnung der nicht aus Albumin (Alb) bestehenden Anteile der Gesamteiweißkonzentrationen wurden die individuellen Alb Werte von den TP Werten subtrahiert. Unter niedriger Belastung stieg der nicht aus Albumin bestehende Anteil von TP signifikant um $12,2 \pm 16,3$ % ($p < 0,01$). Unter hoher Belastung stieg der nicht aus Albumin bestehende Anteil von TP signifikant um $11,5 \pm 8,1$ % ($p < 0,01$). Im Vergleich beider Versuchsserien ist kein signifikanter Unterschied der Konzentrationsänderungen festzustellen. Der durchschnittliche Anstieg der Mittelwerte des nicht-Alb Anteil von TP bei niedriger und hoher Belastung ist in Abbildung 20 dargestellt.

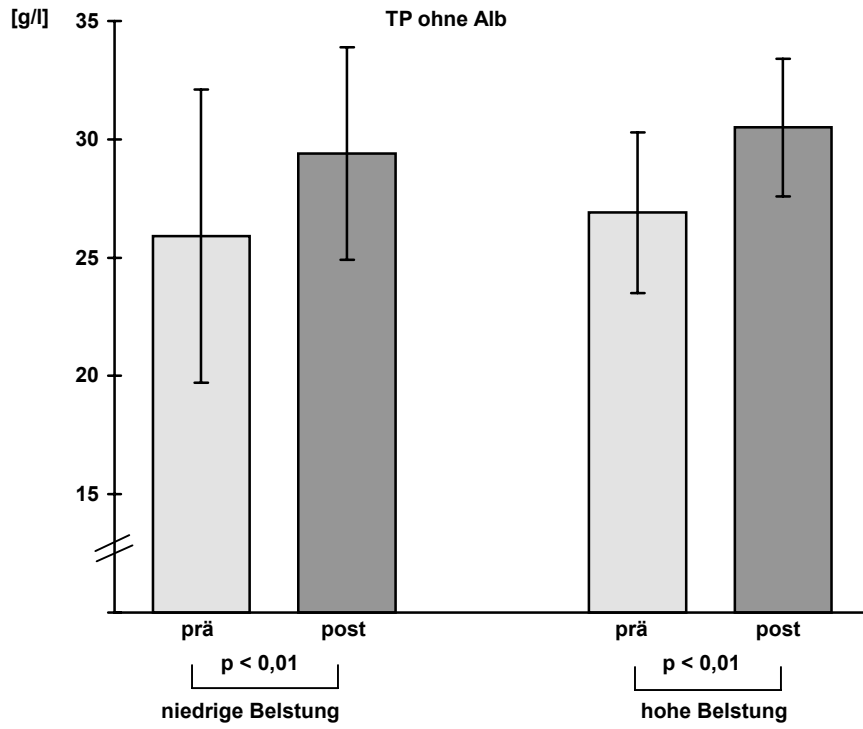


Abbildung 20 Durchschnittlicher Anstieg der Mittelwerte des nicht-Alb Anteil von TP bei niedriger und hoher Belastung

4.3.3. Albuminkonzentration

Unter niedriger Belastung stieg die Albuminkonzentration signifikant um $6,5 \pm 3,3 \%$ ($p < 0,01$). Unter hoher Belastung stieg die Albuminkonzentration um $8,4 \pm 4,3 \%$ ($p < 0,01$). Im Vergleich beider Versuchsserien ist kein signifikanter Unterschied der Albuminkonzentrationsänderung festzustellen. Der durchschnittliche Anstieg der Mittelwerte der Albuminkonzentrationen bei niedriger und hoher Belastung ist in Abbildung 21 dargestellt.

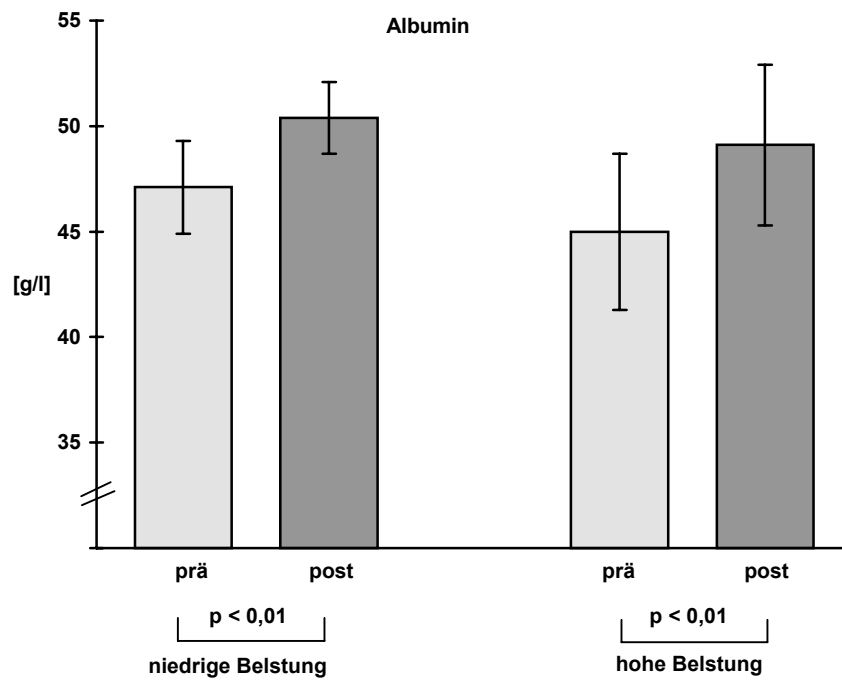


Abbildung 21 Durchschnittlicher Anstieg der Mittelwerte der Albuminkonzentrationen bei niedriger und hoher Belastung.

4.3.4. Hämatokrit

Unter niedriger Belastung stieg der Hämatokrit signifikant um $3,3 \pm 1,5 \%$ ($p < 0,01$). Unter hoher Belastung stieg der Hämatokrit signifikant um $4,2 \pm 2,0 \%$ ($p < 0,01$). Im Vergleich beider Versuchsserien ist kein signifikanter Unterschied festzustellen. Der Anstieg der Mittelwerte des Hämatokrits bei niedriger und hoher Belastung ist in Abbildung 22 dargestellt.

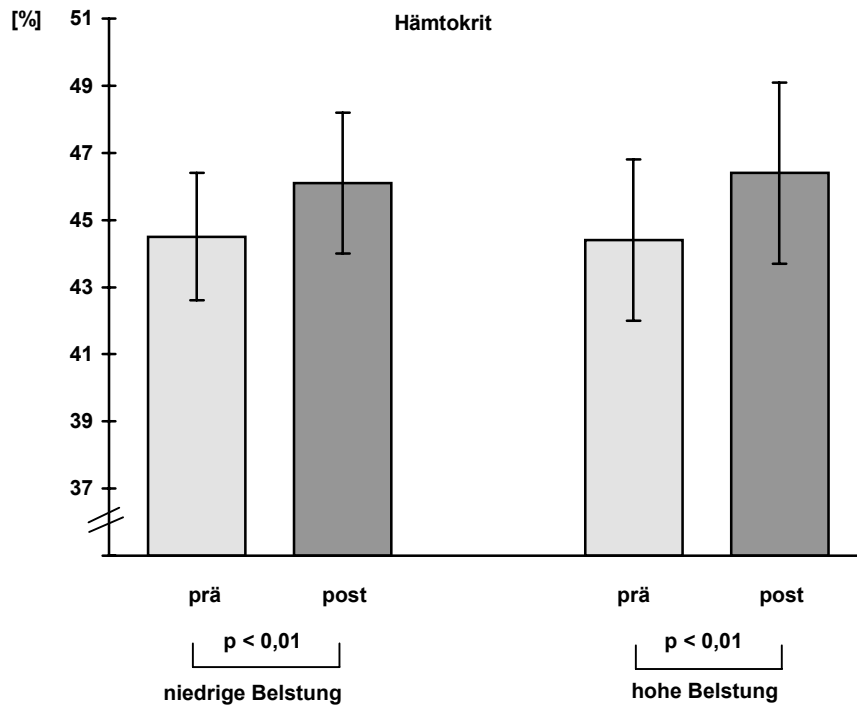


Abbildung 22 Durchschnittlicher Anstieg der Mittelwerte des Hämatokrits bei niedriger und hoher Belastung.

4.3.5. Flüssigkeitsverlust

Der Flüssigkeitsverlust unter körperlicher Belastung berechnet über die KM Änderung betrug bei niedriger Belastung 700 ± 279 g, bei hoher 870 ± 295 g, über den TP Anstieg 351 ± 262 g bzw. 393 ± 167 g, über den Alb Anstieg 276 ± 146 g bzw. 348 ± 176 g und über den HK Anstieg 140 ± 63 g bzw. 176 ± 84 g. Gemittelt über den TP und Alb Konzentrationsanstieg betrug der Flüssigkeitverlust 313 ± 185 g bzw. 370 ± 156 g. Berechnet über TP unter Subtraktion der Alb Konzentration betrug der Flüssigkeitverlust 501 ± 389 g bzw. 468 ± 246 g. Die Veränderungen sind im Vergleich in Abbildung 23 dargestellt.

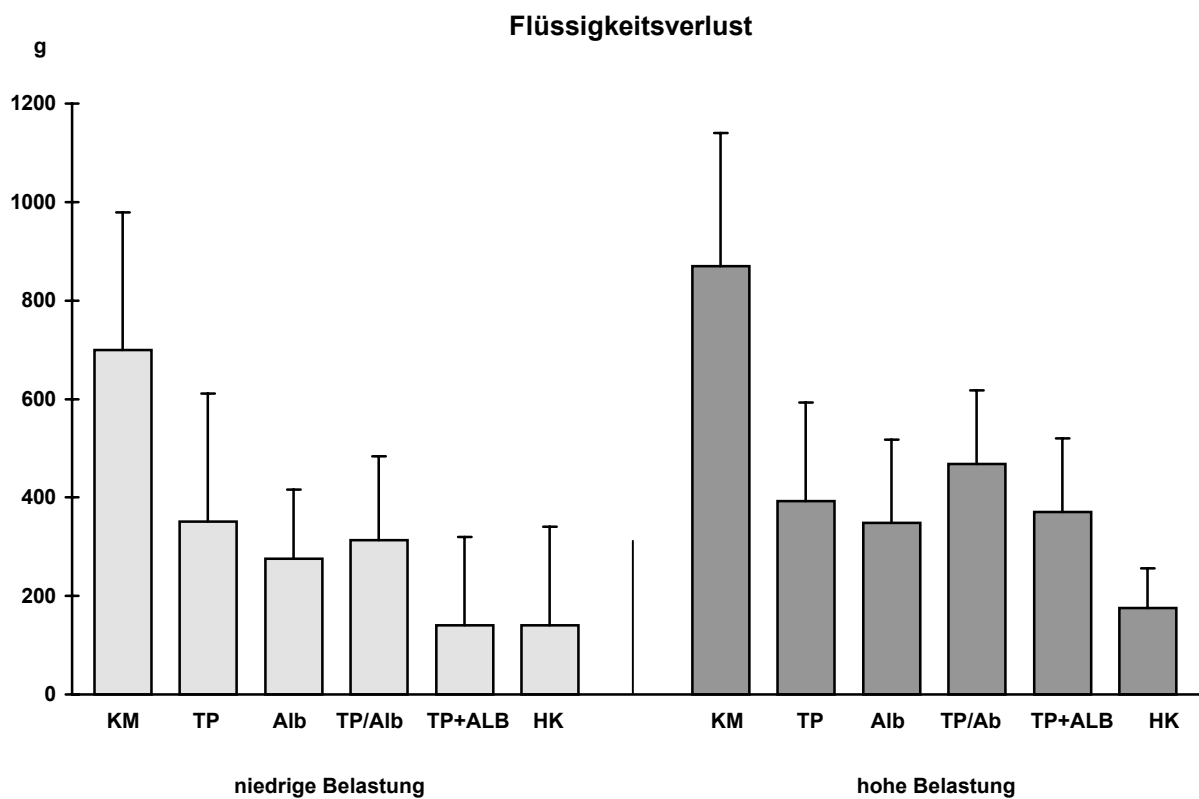


Abbildung 23

Errechnete Flüssigkeitsverluste im Vergleich. Körpermasse (KM), Gesamteiweiß (TP), Albumin (Alb), Gesamteiweiß ohne Albumin (TP/Alb), Mittelwert aus Gesamteiweiß und Albumin (TP+Alb), Hämatokrit (HK).

4.3.6. Korrelation der Hämokonzentrationsparameter

Die Abbildung 24 und Abbildung 25 zeigen die Korrelationen zwischen den TP und Alb Konzentrationsanstiegen bei niedriger und hoher Belastung. Bei niedriger Belastung korrelieren die TP und Alb Anstiege mit $r = 0,66$, $p < 0,05$, bei hoher Belastung mit $r = 0,77$, $p < 0,01$. Die Abbildung 26 und Abbildung 27 zeigen die Korrelationen zwischen den TP und Gewichts - Konzentrationsänderungen bei niedriger und hoher Belastung. Bei niedriger Belastung korrelieren die TP und KM-Anstiege mit $r = 0,88$, $p < 0,01$, bei hoher Belastung mit $r = 0,75$, $p < 0,01$.

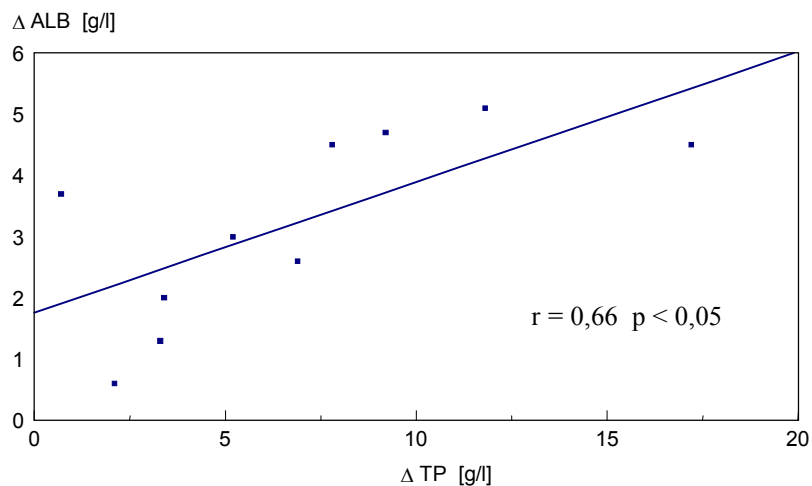


Abbildung 24 Korrelationen zwischen ΔTP und ΔAlb bei niedriger Belastung.

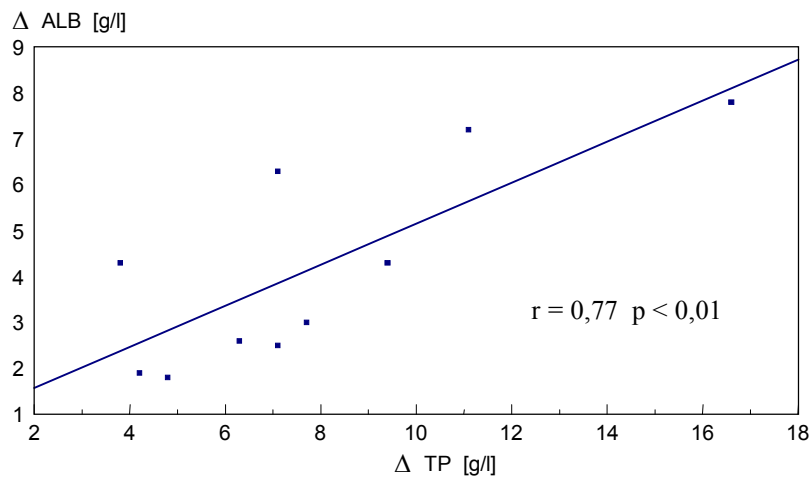


Abbildung 25 Korrelationen zwischen den ΔTP und ΔAlb bei hoher Belastung.

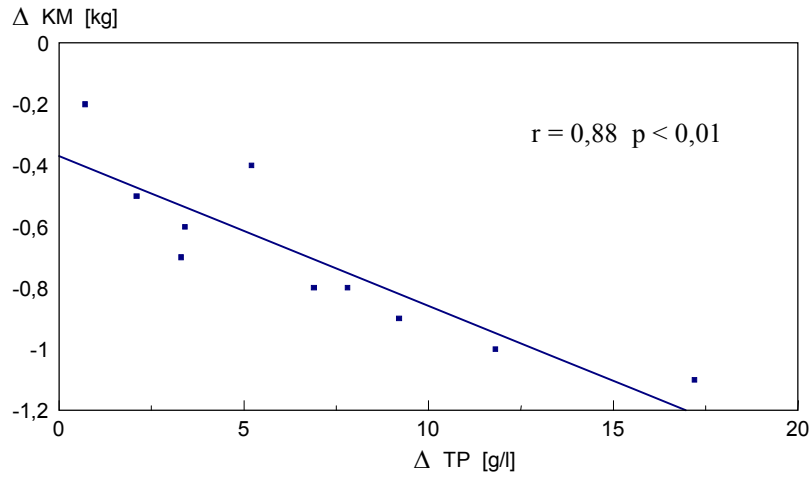


Abbildung 26 Korrelationen zwischen ΔTP und ΔKM bei niedriger Belastung.

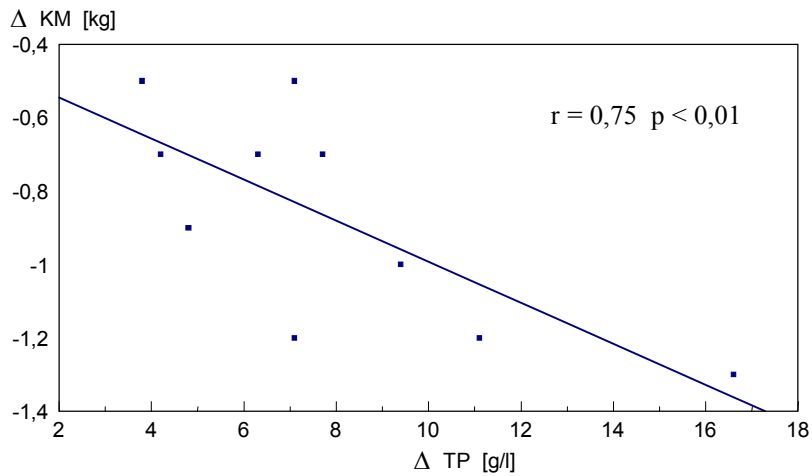


Abbildung 27 Korrelationen zwischen ΔTP und ΔKM bei hoher Belastung.

Abbildung 28 und Abbildung 29 zeigen die Korrelationen zwischen den TP und HK Konzentrationsänderungen bei niedriger und hoher Belastung. Bei niedriger Belastung korrelieren die TP und HK-Anstiege mit $r = 0,95$, $p < 0,01$, bei hoher Belastung mit $r = 0,84$, $p < 0,01$.

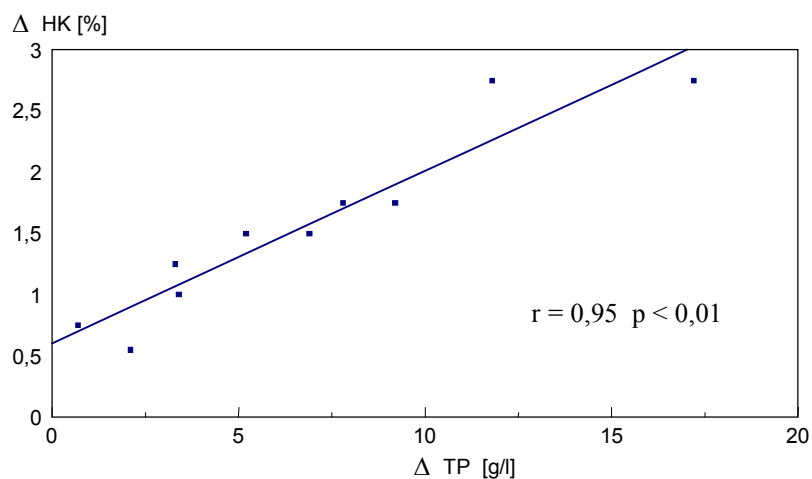
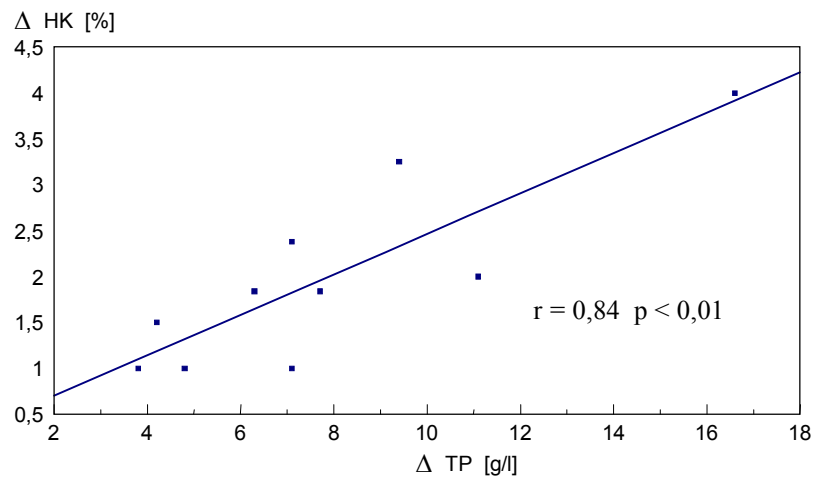


Abbildung 28 Korrelationen zwischen Δ TP und Δ HK bei niedriger Belastung.Abbildung 29 Korrelationen zwischen Δ TP und Δ HK bei hoher Belastung.

4.4. Hämolyse und Zellschädigung

4.4.1. Haptoglobinkonzentration

Unter niedriger Belastung stieg die Haptoglobinkonzentration signifikant um $13,3 \pm 18,4 \%$ ($p < 0,01$). Nach Korrektur der Hämokonzentration mit einem Korrekturfaktor berechnet über die Alb und TP Konzentrationsänderungen reduzierte sich der prozentuale Anstieg auf $6,3 \pm 19,0 \%$ (n.s.). Unter hoher Belastung fiel die Haptoglobinkonzentration signifikant um $5,6 \pm 10,9 \%$ ($p < 0,01$). Nach Korrektur verstärkte sich der Abfall auf $16,0 \pm 10,6 \%$ ($p < 0,01$). Die Mittelwerte des Haptoglobins bei niedriger und hoher Belastung sind in Abbildung 30 dargestellt.

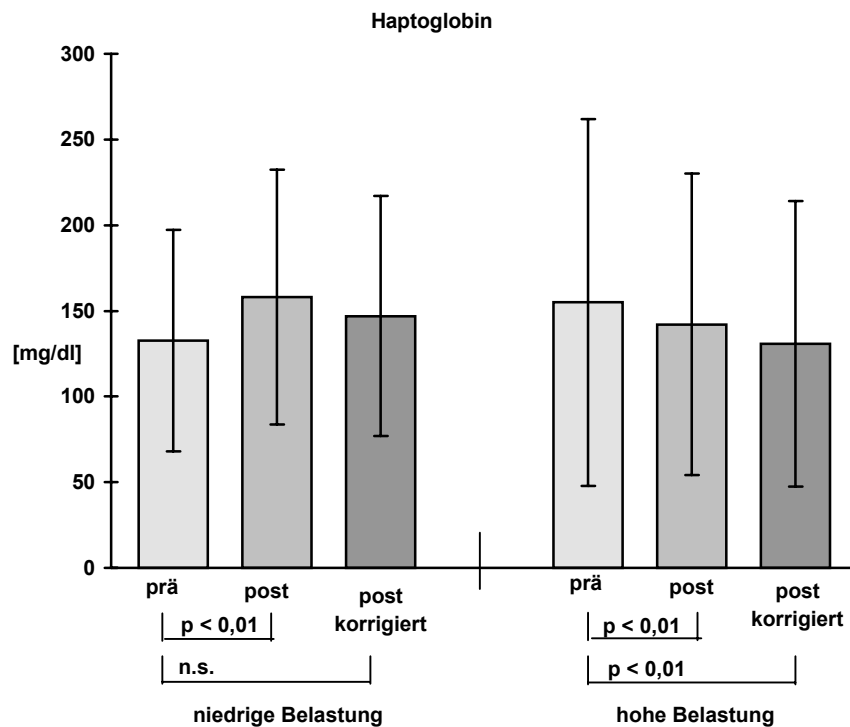


Abbildung 30

Mittelwerte des Haptoglobins bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration.

4.4.2. Bilirubinkonzentration

Unter niedriger Belastung zeigte BR eine nicht signifikante Anstiegstendenz von $4,4 \pm 10,8$ % (n.s.). Nach Korrektur der Hämokonzentration verblieb ein rechnerische Abfall von $3,6 \pm 13,1$ % (n.s.). Unter hoher Belastung zeigte sich ein signifikanter Anstieg von $8,4 \pm 8,5$ % ($p < 0,01$). Nach Korrektur der Hämokonzentration verblieb ein rechnerische Abfall von $0,5 \pm 6,2$ % (n.s.). Die BR Mittelwerte bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 31 dargestellt.

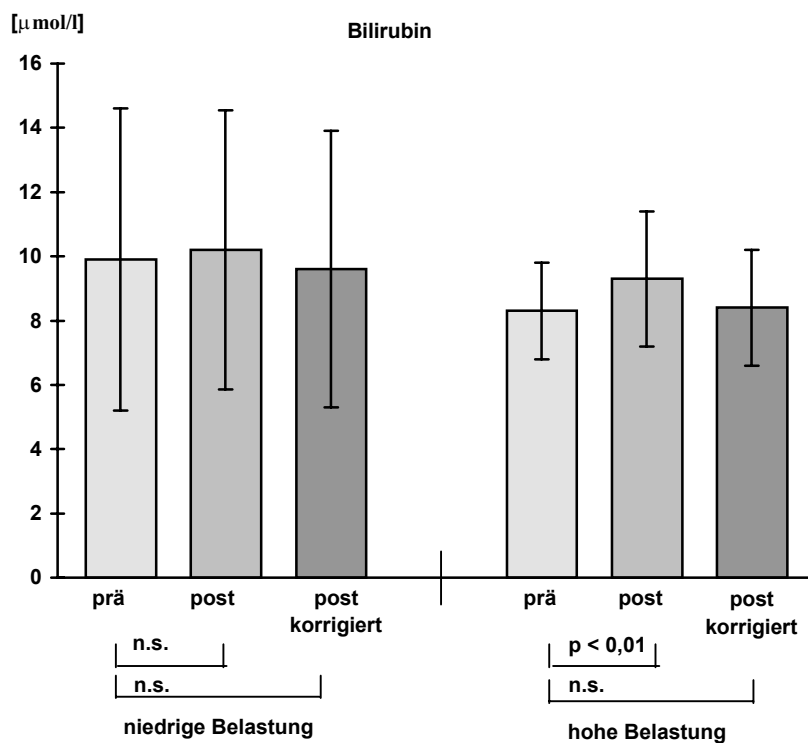


Abbildung 31 Mittelwerte des Bilirubins bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration.

Die BR Anstiege korrelieren unter hoher Belastung mit den Parametern der Hämokonzentration. Die Korrelation der BR Anstiege unter hoher Belastung mit Alb ergibt $r = 0,81$ $p < 0,01$, mit TP $r = 0,9$ $p < 0,001$. Die Korrelation zwischen den Δ BR und Δ TP bei hoher Belastung ist in Abbildung 32 dargestellt. Unter niedriger Belastung ergibt sich keine Korrelation mit den Parametern der Hämokonzentration. Zwischen den Parametern der Lipidperoxidation und den BR Veränderungen besteht keine Korrelation.

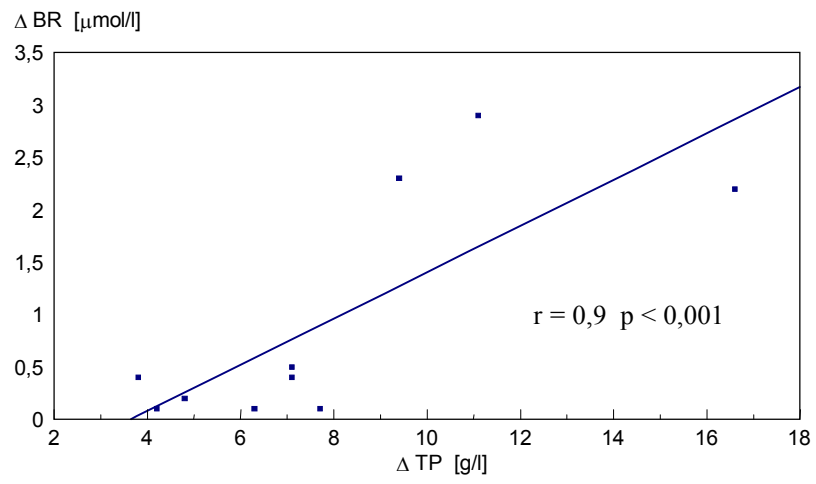


Abbildung 32 Korrelation zwischen den ΔBR und ΔTP bei hoher Belastung

4.4.3. Kreatinkinaseaktivität

Bei einigen Probanden überstieg die CK den Referenzwert (Proband 6, 7, 9, 11 während der Versuche unter niedriger Belastung, Proband 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 während der Versuche unter hoher Belastung), und erreichten bei einigen Probanden deutlich erhöhte Werte (Proband 11: 32,5 μkat vor Versuch und 34,5 μkat nach Versuch, Referenzbereich 0,4 - 3,2 μkat).

Unter niedriger Belastung stieg die CK - Aktivität signifikant um $8,3 \pm 5,1 \%$ ($p < 0,01$). Nach Korrektur der Hämokonzentration verblieb ein rechnerische Anstieg von $0,9 \pm 3,0 \%$ (n.s.). Unter hoher Belastung zeigte sich ein signifikanter Anstieg von $10,3 \pm 2,0 \%$ ($p < 0,01$). Nach Korrektur der Hämokonzentration verblieb ein rechnerische Anstieg von $1,3 \pm 3,9 \%$ (n.s.). Die Mittelwerte der CK bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 33 dargestellt.

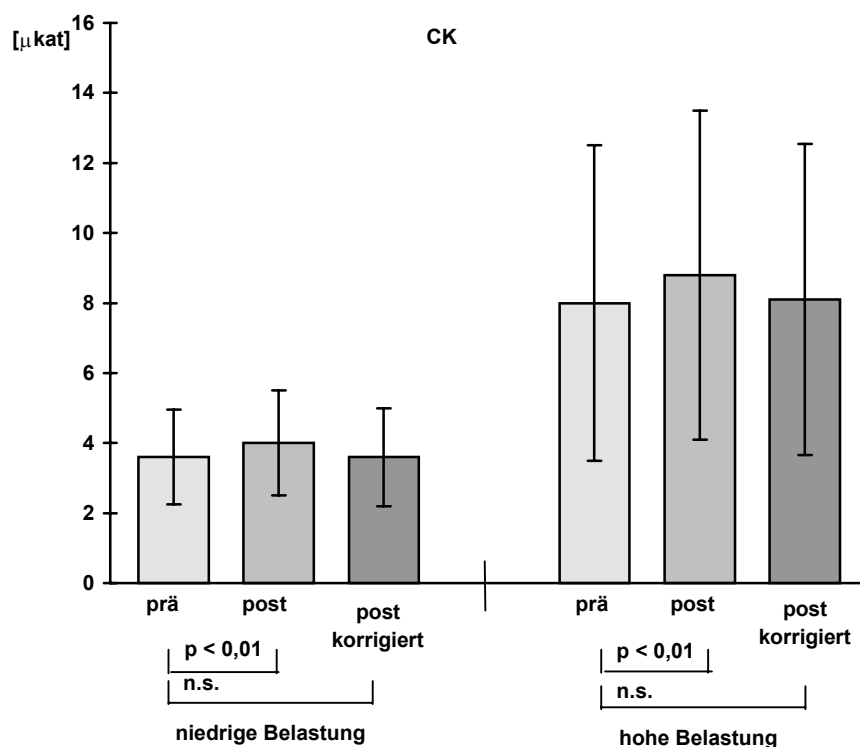


Abbildung 33 Mittelwerte der CK bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration.

Unter niedriger Belastung korreliert die CK Änderung mit den Parametern der Hämokonzentration (CK/TP $r = 0,82$ $p < 0,01$), unter hoher Belastung besteht keine Korrelation. Die Korrelation zwischen Δ CK und Δ TP bei niedriger Belastung ist in

Abbildung 34 dargestellt. Mit den Parametern der Lipidperoxidation bestehen keine Korrelationen.

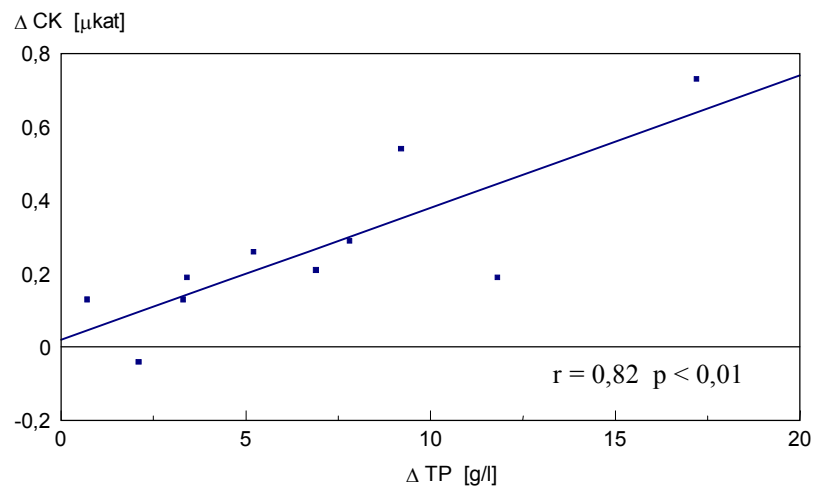


Abbildung 34 Korrelation zwischen CK und TP bei niedriger Belastung

4.4.4. Fibrinogenkonzentration

Unter niedriger Belastung stieg die Fibrinogenkonzentration signifikant um $24,0 \pm 22,7 \%$ ($p < 0,05$). Nach Korrektur der Hämokonzentration reduzierte sich der Anstieg auf $18,1 \pm 22,9 \%$ ($p < 0,05$). Unter hoher Belastung zeigte sich eine Anstiegstendenz von $9,5 \pm 25,9 \%$ (n.s.). Nach Korrektur der Hämokonzentration zeigte sich keine Konzentrationsänderung. Die Mittelwerte des Fibrinogens bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 35 dargestellt.

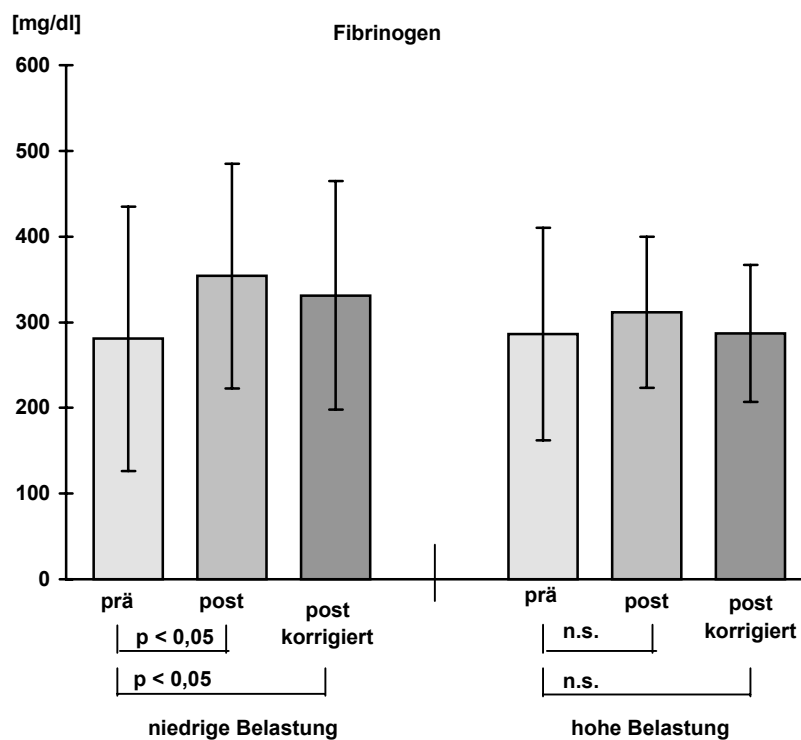


Abbildung 35 Mittelwerte des Fibrinogens bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration.

4.5. Indikatoren für oxidativen Streß

4.5.1. Malondialdehydkonzentration

Unter niedriger Belastung zeigte die MDA-Konzentration einen signifikanten Anstieg von $10,2 \pm 8,7 \%$ ($p < 0,01$). Nach Korrektur der Hämokonzentration war keine signifikante Veränderung zu verzeichnen. Unter hoher Belastung zeigte sich ein signifikanter Anstieg von $14,3 \pm 4,4 \%$ ($p < 0,01$). Nach Korrektur der Hämokonzentration reduzierte sich der signifikante Anstieg auf $5,7 \pm 6,5 \%$ ($p < 0,05$). Die MDA Mittelwerte bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 36 dargestellt.

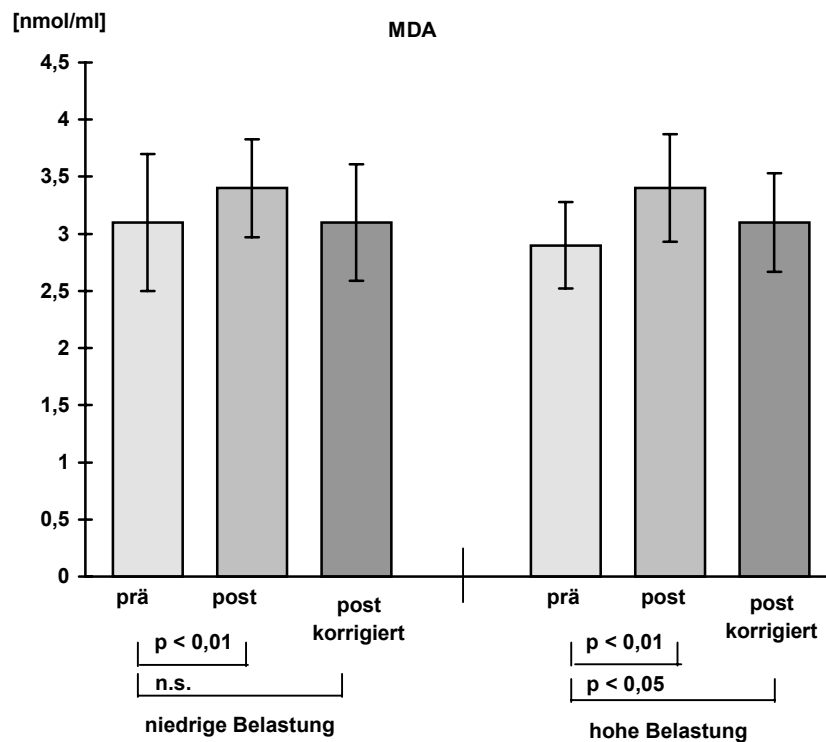


Abbildung 36 MDA Mittelwerte bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration.

Unter hoher Belastung korrelieren die MDA Konzentrationen (post korrigiert) nach dem Versuch mit den Laktatanstiegen ($r = 0,63$, $p < 0,05$). Die Korrelation ist in Abbildung 37 dargestellt. Unter niedriger Belastung besteht keine Korrelation mit den Laktatwerten.

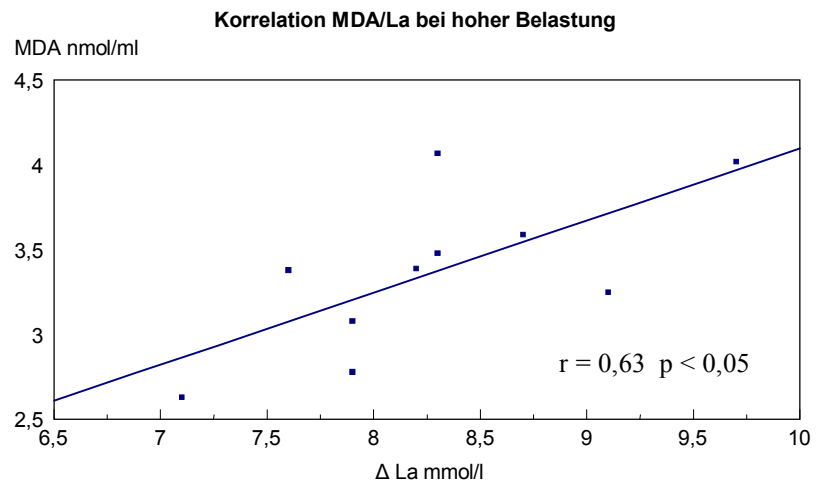
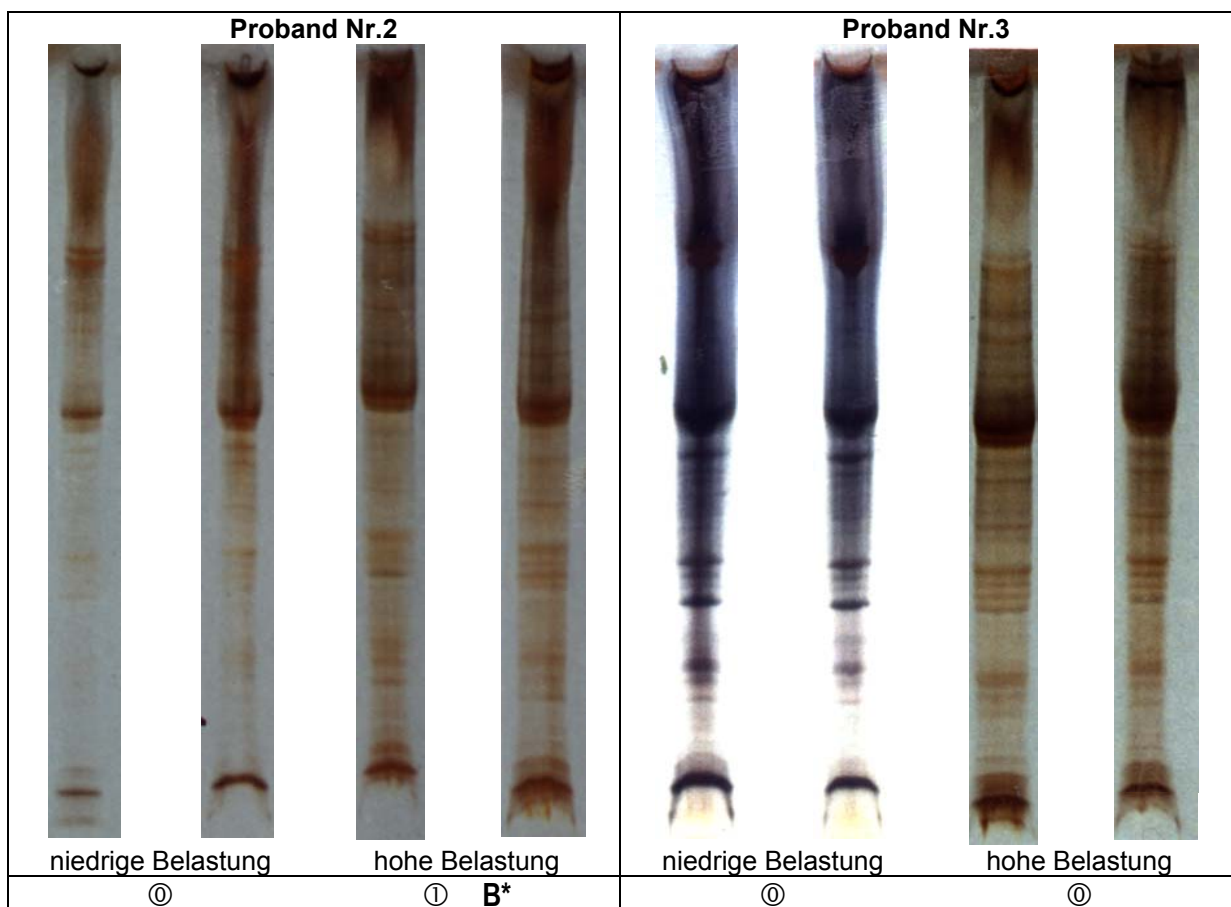


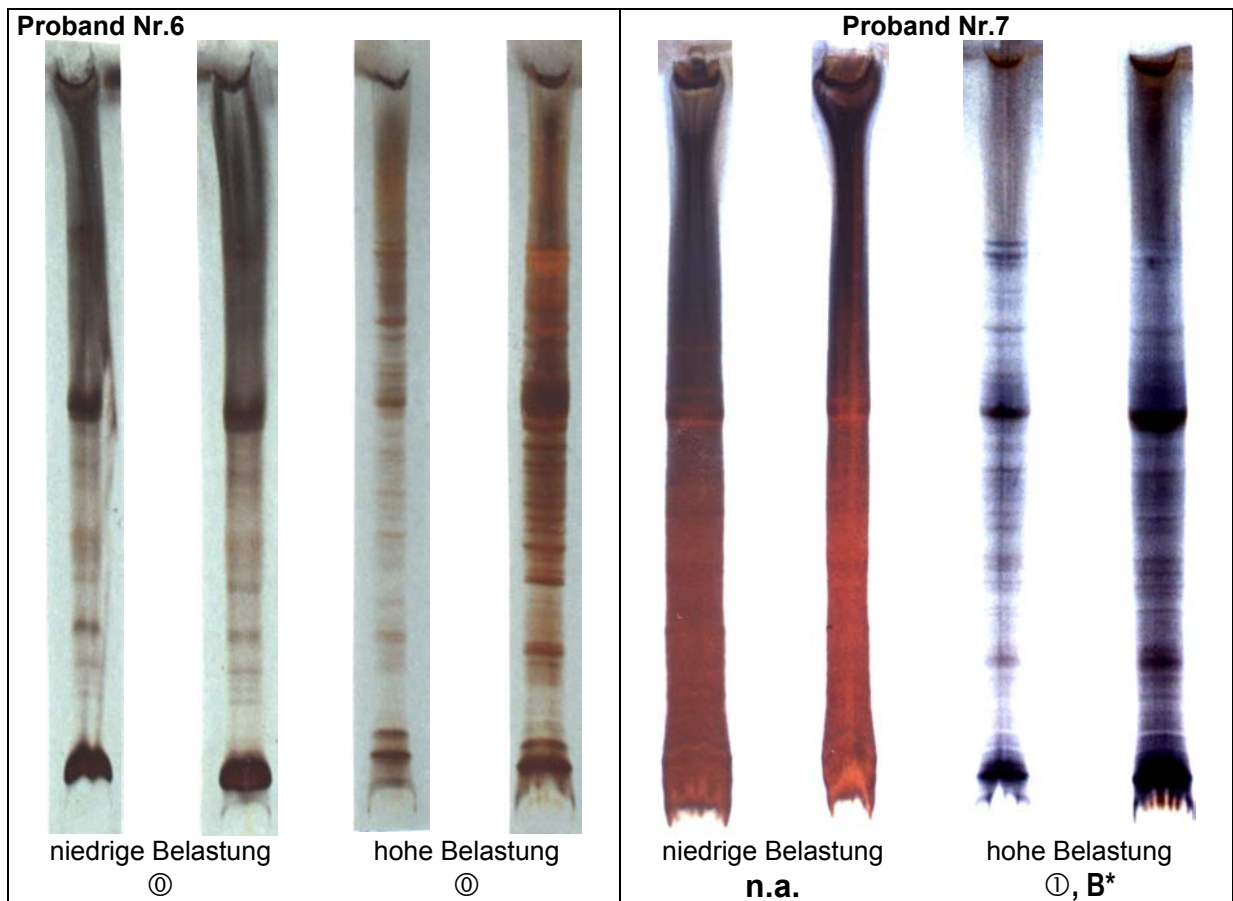
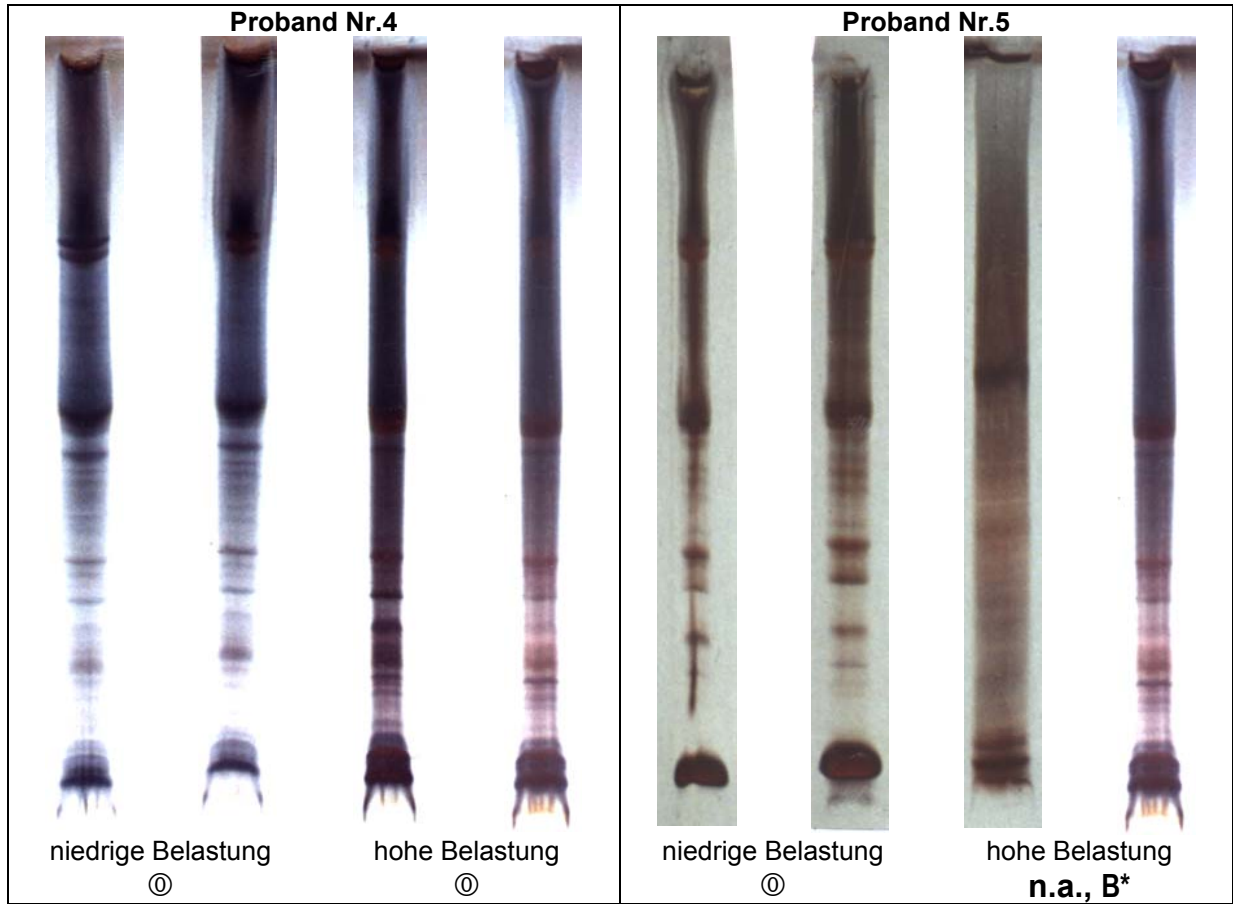
Abbildung 37 Korrelation der MDA Konzentrationen mit den Laktatanstiegen bei hoher Belastung.

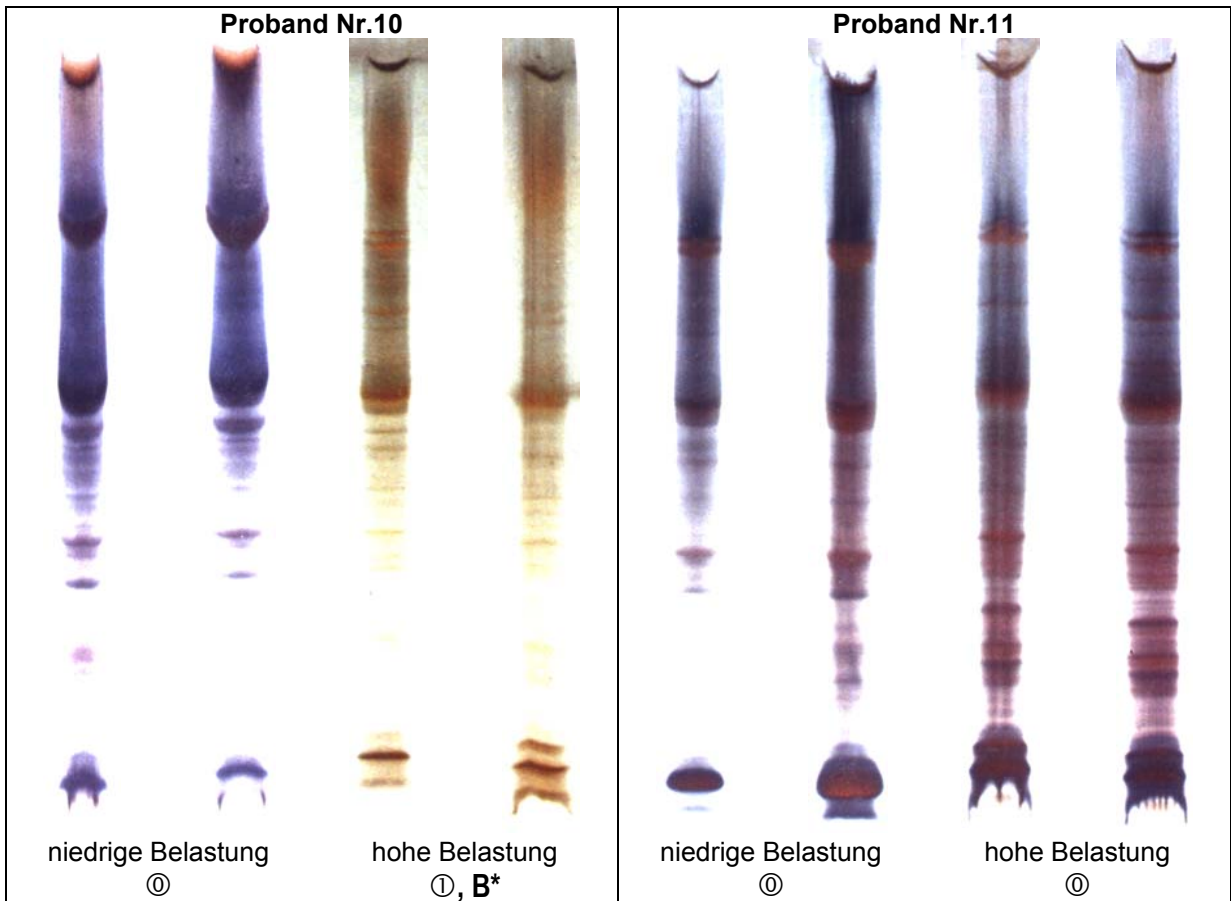
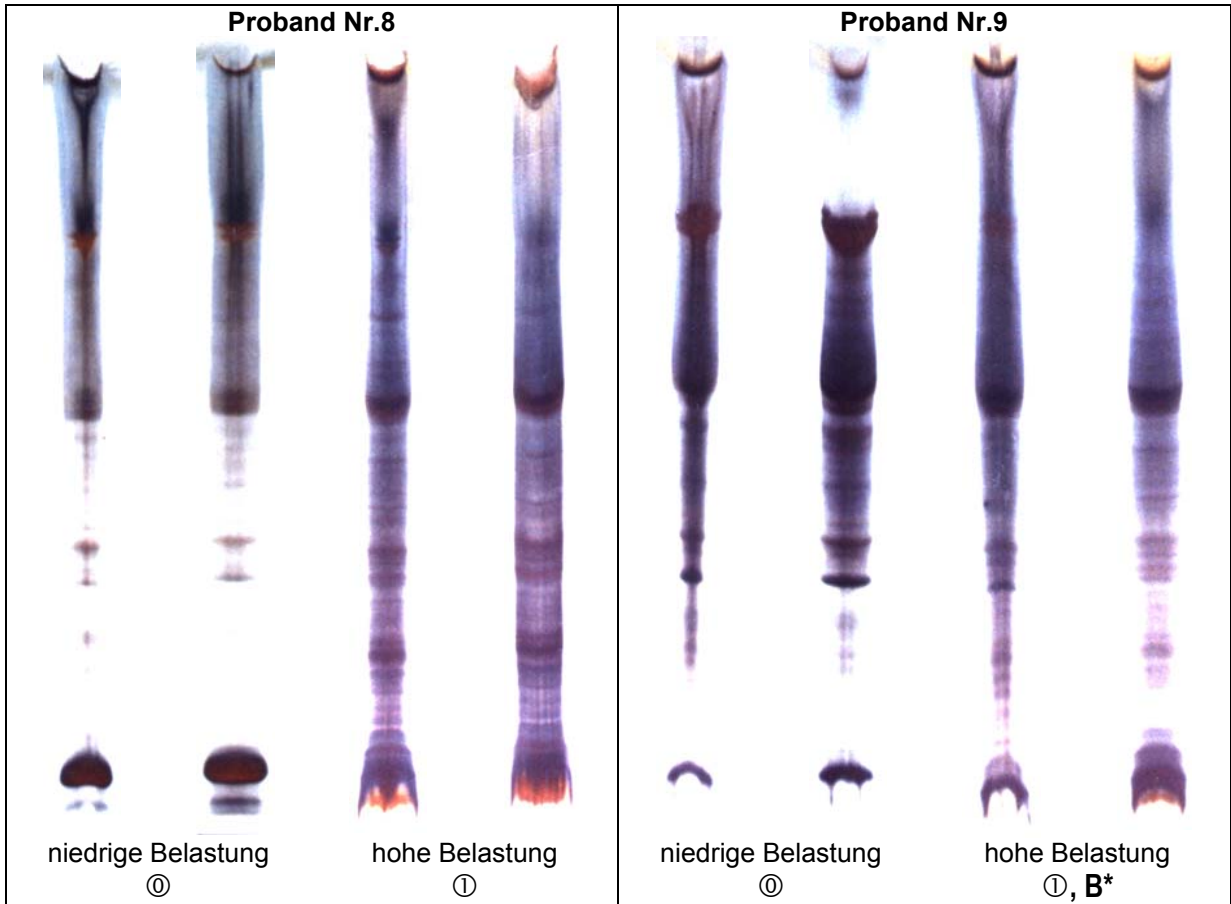
4.5.2. Spectrin

Unter niedriger Belastung blieben die Banden in der Gelelektrophorese unverändert (negativ). Ein Versuch war wegen Hämoglobinüberlagerung nicht auswertbar (n.a.). Unter hoher Belastung zeigten 4 Gele keine Veränderungen (negativ). Bei 5 Gelen war eine deutliche Reduktion bzw. Verlust der Spectrinbanden (Bande 1 und 2) zu verzeichnen (positiv). Unter hoher Belastung war ebenfalls ein Versuch wegen Hämoglobinüberlagerung nicht auswertbar. In Abbildung 38 sind die Ergebnisse der Elektrophoresen dargestellt. Die als negativ bewerteten Gele sind mit ② gekennzeichnet, die als positiv bewerteten Gele sind mit ① gekennzeichnet. Durch Hämoglobinüberlagerung nicht auswertbare Gele sind mit **n.a.** gekennzeichnet. Niedermolekulare Spaltprodukte am Gelende oder hochmolekulare vernetzte Proteinen an der Auftragsstelle sind mit **B*** gekennzeichnet. Der linke Streifen zeigt das Gel vor dem Versuch, der rechte das Gel nach dem Versuch.

Abbildung 38 Ergebnisse der Gelelektrophorese (negativ bewertete Gele ②, positiv bewerteten Gele ①, nicht auswertbare Gele **n.a.**, niedermolekulare Spaltprodukte am Gelende oder hochmolekulare vernetzte Proteinen an der Auftragsstelle **B***)







4.5.3. H₂O₂- induzierte Chemolumineszenz

Unter niedriger Belastung zeigte die H₂O₂- induzierte Chemolumineszenz (CL) keine signifikante Änderung. Der rechnerischen Abfall betrug $9,3 \pm 27,8$ % (n.s.). Nach Korrektur erhöhte sich der rechnerische Abfall auf $19,8 \pm 35,6$ % (n.s.). Unter hoher Belastung zeigte sich ein signifikanter Anstieg von $32,9 \pm 10,1$ % ($p < 0,01$). Nach Korrektur der Hämokonzentration reduzierte sich der Anstieg auf $26,4 \pm 9,6$ % ($p < 0,05$). Die Mittelwerte der CL bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 39 dargestellt.

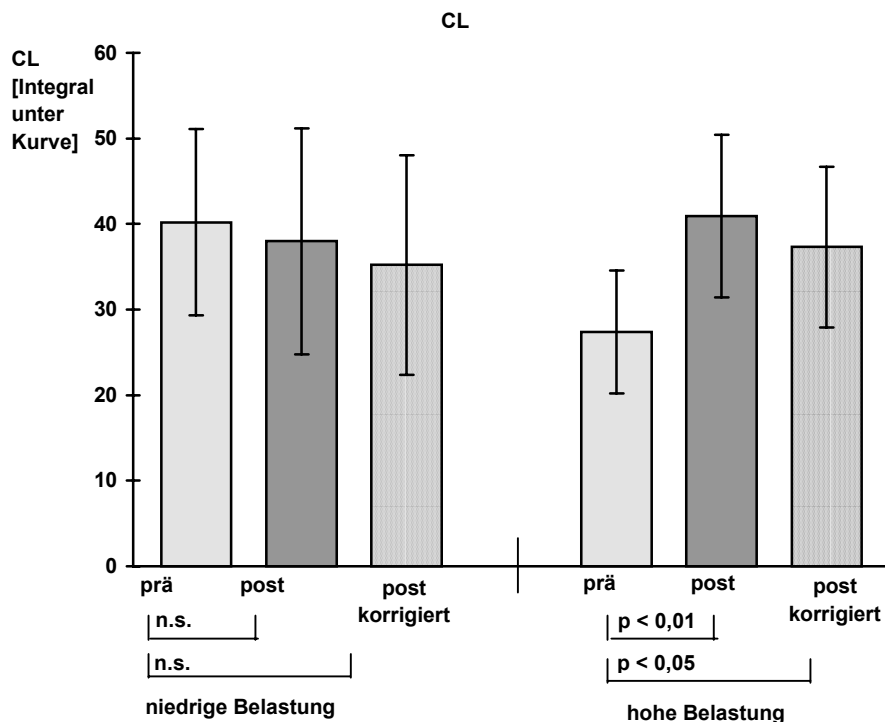


Abbildung 39 Mittelwerte des CL Signals bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration

4.5.4. Methodenvergleich der Lipidperoxidationsparameter

Werden die MDA Konzentration unter hoher Belastung nach der Ergometrie für Versuche mit und ohne Spectrinveränderungen getrennt betrachtet, so zeigt sich unter hoher Belastung für Versuche ohne Veränderung ein Anstieg von $13,2 \pm 3,9$ % und für Versuche mit Spectrinveränderungen ein Anstieg von $15,7 \pm 5,2$ %. Die Werte nach Ausgleich der Hämokonzentration fallen für Versuche ohne Veränderung mit einem Anstieg von $3,3 \pm 7,2$ % und für Versuche mit Spectrinveränderungen mit einem Anstieg von $7,2 \pm 6,9$ % entsprechend niedriger aus, die Tendenz bleibt aber erhalten. Der Unterschied der beiden Gruppen ist signifikant. Unter niedriger

Belastung waren keine Unterschiede festzustellen. In Abbildung 40 sind die MDA-Konzentrationen unter hoher Belastung für Versuche mit bzw. ohne Spectrinveränderungen aufgetragen.

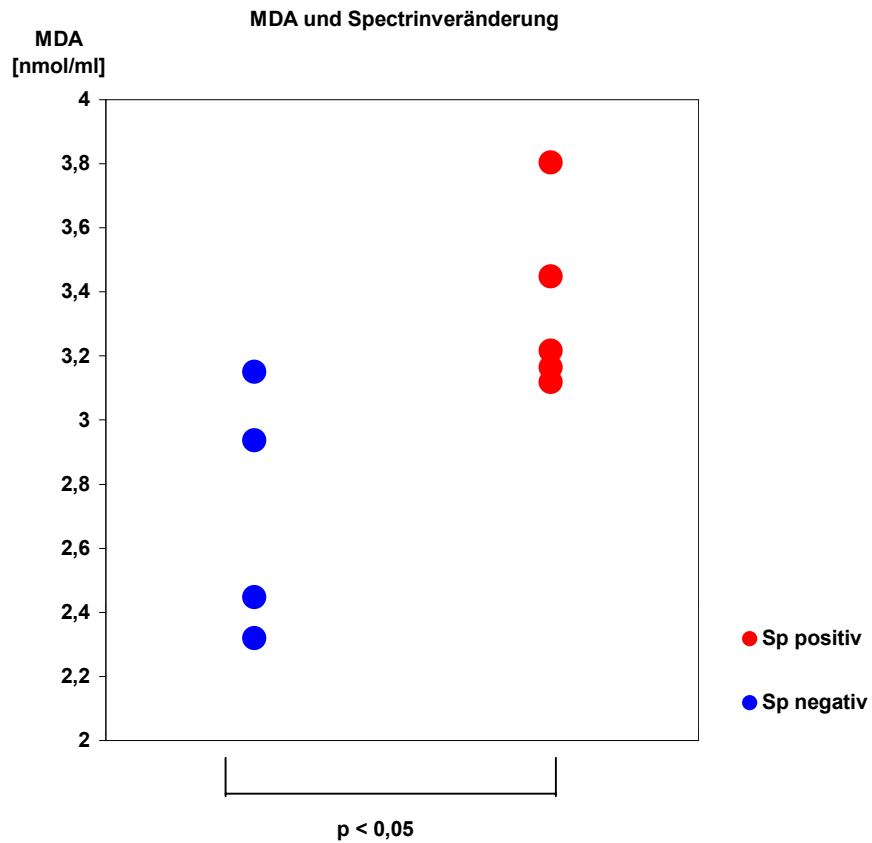


Abbildung 40

MDA Konzentration nach Versuch hämokonzentrationsskaliert unter hoher Belastung für Versuche mit (n=5) bzw. ohne Spectrinveränderungen (n=4)

4.6. Antioxidatives System

4.6.1. Gesamtantioxidative Kapazität

Unter niedriger Belastung zeigte die gesamtantioxidative Kapazität (AK) einen signifikanten Anstieg von $16,1 \pm 15,4 \%$ ($p < 0,01$). Nach Korrektur der Hämokonzentration der Anstieg auf $9,1 \pm 17,2 \%$ ($p < 0,05$). Unter hoher Belastung zeigte sich keine signifikante Veränderung. Dies entspricht einem rechnerischen Anstieg von $16,6 \pm 22,4 \%$ (n.s.). Nach Korrektur der Hämokonzentration reduzierte sich die Veränderung auf einen rechnerischen Anstieg von $8,3 \pm 23,9 \%$ (n.s.). Die Mittelwerte der AK bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 41 dargestellt.

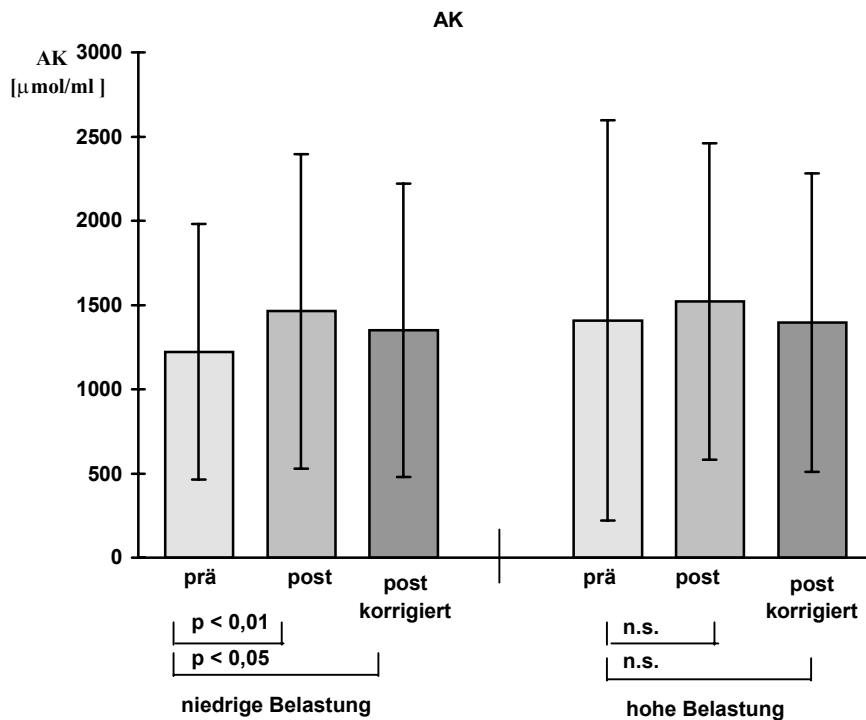


Abbildung 41 Mittelwerte der gesamtantioxidativen Kapazität (AK) bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration

4.6.2. Harnsäure und harnsäureunabhängige antioxidative Kapazität

Unter niedriger Belastung zeigte die harnsäureunabhängige antioxidative Kapazität (AKU) keine signifikante Änderung. Der rechnerische Anstieg betrug $8,4 \pm 25 \%$ (n.s.). Nach Korrektur der Hämokonzentration reduzierte sich der rechnerische nicht signifikante Anstieg auf $1,0 \pm 28 \%$ (n.s.). Unter hoher Belastung zeigte sich ebenfalls keine signifikante Änderung. Der rechnerische Anstieg betrug $12,8 \pm 22 \%$ (n.s.). Nach Korrektur der Hämokonzentration reduzierte sich der rechnerische nicht signifikante Anstieg auf $3,9 \pm 25 \%$ (n.s.). Die Mittelwerte der AKU bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 42 dargestellt.

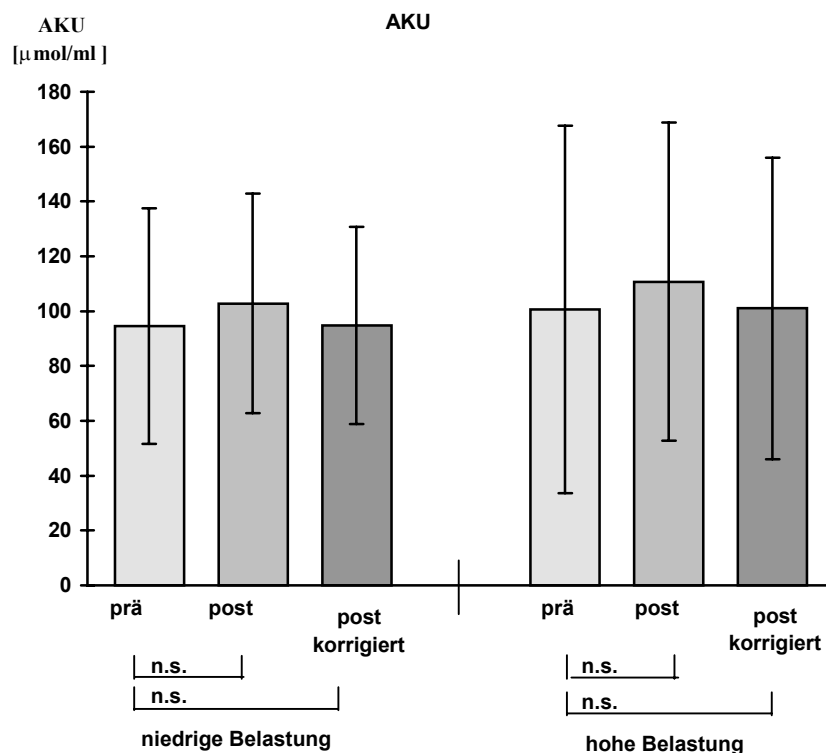


Abbildung 42 Mittelwerte des harnsäureunabhängigen antioxidativen Kapazität (AKU) bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration.

Die antioxidative Wirkung der Harnsäure wurde über die Differenz AK – AKU errechnet. Unter niedriger Belastung zeigte die errechnete HS keine signifikante Änderung. Der rechnerische Anstieg betrug $17,5 \pm 16 \%$ (n.s.). Nach Korrektur der Hämokonzentration reduzierte sich der rechnerische Anstieg auf $10,5 \pm 19 \%$ (n.s.). Unter hoher Belastung zeigte sich ebenfalls keine signifikante Änderung. Der rechnerische Anstieg betrug $17,4 \pm 25 \%$ (n.s.). Nach Korrektur der

Hämokonzentration reduzierte sich der rechnerische Anstieg auf $9,1 \pm 27 \%$ (n.s.). Die Mittelwerte AK – AKU bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 43 dargestellt.

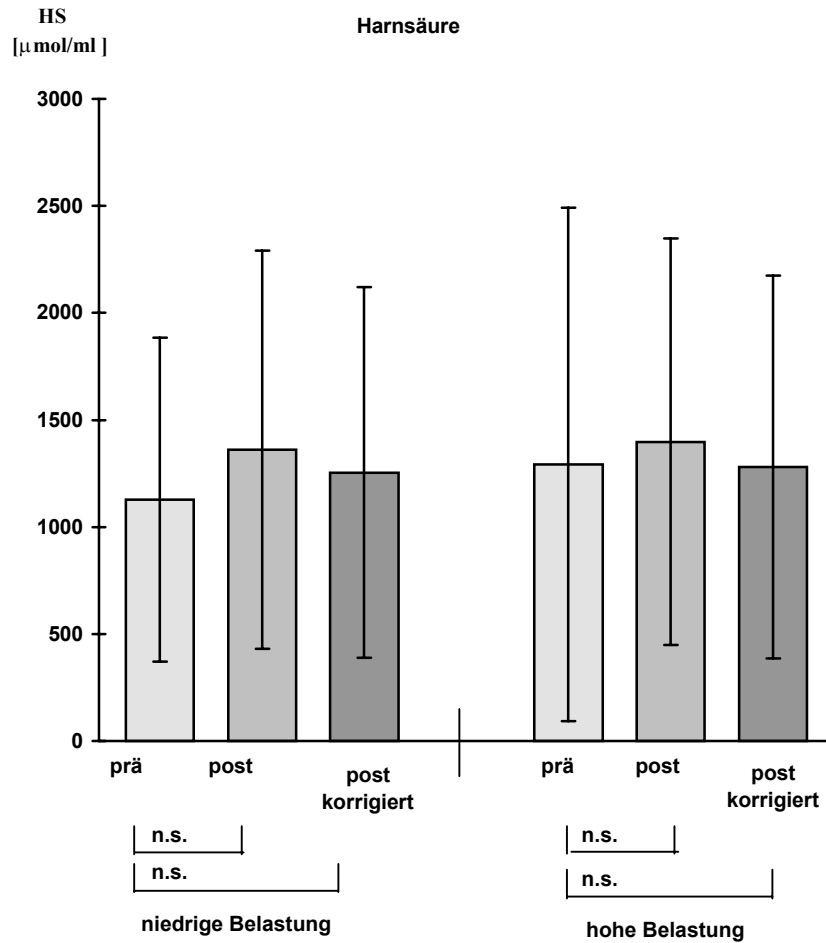


Abbildung 43 Mittelwerte der Differenz AK – AKU entsprechend des Harnsäureanteils der AK

4.7. Ascorbinsäure

Unter niedriger Belastung zeigte die Ascorbinsäurekonzentration einen signifikanten Anstieg von $8,6 \pm 8,4$ % ($p < 0,05$). Nach Korrektur der Hämokonzentration reduzierte sich die Anstiegstendenz auf $1,0 \pm 10,8$ % (n.s.). Unter hoher Belastung zeigte sich keine signifikante Veränderung bei einem rechnerischen Anstieg von $3,1 \pm 14,6$ % (n.s.). Nach Korrektur der Hämokonzentration zeigte sich eine Abfallstendenz von $6,4 \pm 14,7$ % (n.s.). Die Mittelwerte der ASC bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration sind in Abbildung 44 dargestellt.

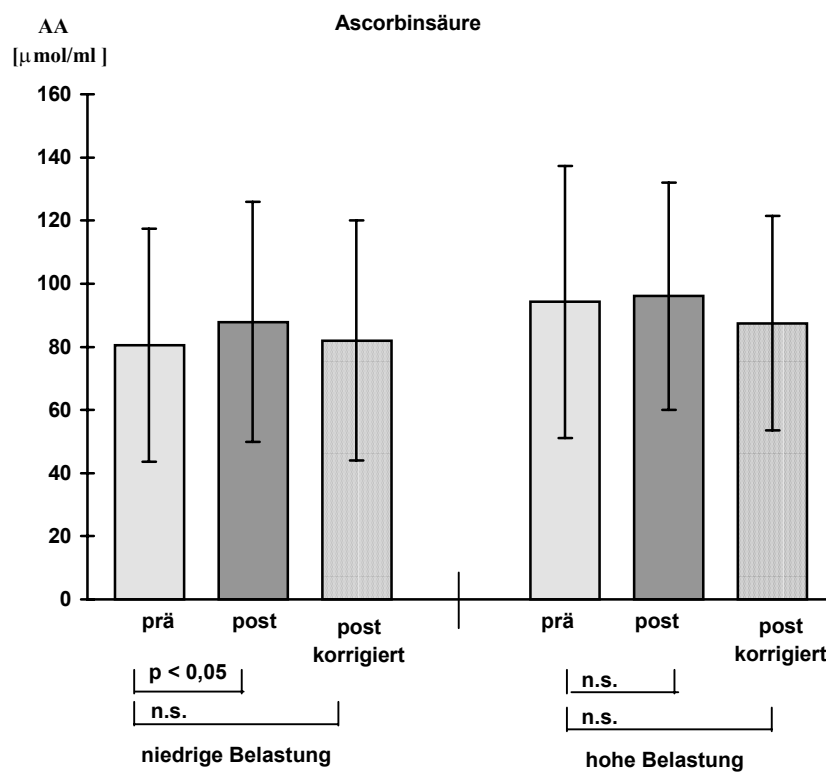


Abbildung 44

Mittelwerte der Ascorbinsäure (AA) bei niedriger und hoher Belastung vor und nach Korrektur der Hämokonzentration

4.7.1. Methodenvergleich der Parameter des Antioxidativen Systems

Die Ascorbinsäure (AA), die Harnsäure und die harnsäureunabhängige antioxidative Kapazität (AKU) sind Teile der gesamtoxidativen Kapazität (AK). In Abbildung 45 sind die Mittelwerte der AK, HS, AKU und AA gegenübergestellt. Es wird deutlich, daß AA einen relativ kleinen Bestandteil der AK darstellt, während Harnsäure (AK - AKU) den mit Abstand größten Anteil bildet. Der Anteil der Harnsäure an der AK, berechnet aus AK und AKU, zeigt weder unter niedriger noch unter hoher Belastung eine signifikante Änderung. Das Verhältnis Harnsäure zu AK bleibt berechnet über alle Versuche mit $89,9\% \pm 9,3$ konstant.

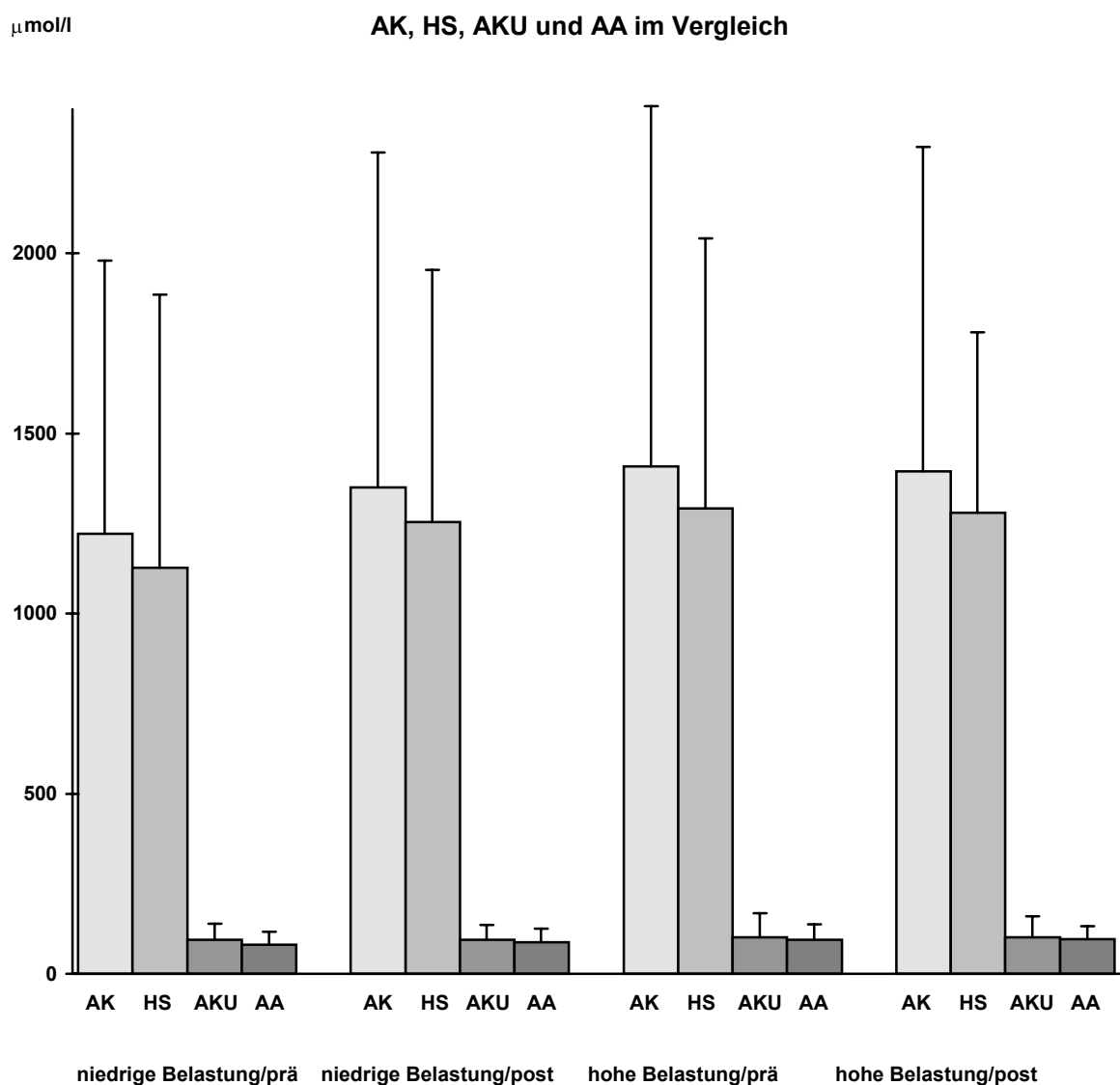


Abbildung 45 Gegenüberstellung der AK, HS, AKU und AA Konzentrationen nach Ausgleich der Hämokonzentration