



Al. Berg<sup>1</sup>, D. König<sup>1</sup>,  
M. Halle<sup>1</sup>, D. Grathwohl<sup>1</sup>,  
An. Berg<sup>1</sup>, C. Weinstock<sup>2</sup>,  
H. Northoff<sup>2</sup>, J. Keul<sup>1</sup>

## Wirkung eines biologischen Kombinationspräparates auf Enzym- Hefezellbasis auf Muskelstress und Immunsystem

Influence of a yeast cell preparation on the exercise-induced  
reaction of muscle stress and immune function

(<sup>1</sup>) Medizinische Universitätsklinik Freiburg, Abteilung Rehabilitative und  
Präventive Sportmedizin

(<sup>2</sup>) Abt. Transfusionsmedizin der Universität Tübingen

### Zusammenfassung

Zur Objektivierung der Wirkung eines Enzym-Hefezell-Präparates auf die körperliche Leistungsfähigkeit wurde eine Gruppe von Ausdauersportlern vor und nach 6-wöchiger Gabe des Wirkstoffes untersucht. In einer kontrollierten Studie wurde dazu für 9 klinisch gesunde Ausdauersportler (29±4.4 J., BMI 22,4±1,53 kg/m<sup>2</sup>, VO<sub>2</sub>max 64,2±3,5, VO<sub>2</sub>anaerS 51,1±4,1 ml/kg/min) das Verhalten systemischer Streßparameter vor und nach einem erschöpfenden 15 km Cross-Lauf (63,1±7,7 und 62,9±8,7 min Laufzeit) dargestellt und diskutiert. Bestimmt wurden die Kreatinkinase (CK), Myoglobin (Myo), Akute-Phase-Proteine, Cortisol und verschiedene immunologische Parameter (IL-6, sIL2-R, Lymphozytensubpopulationen) unmittelbar vor (i), 1 h (ii) und 20 h (iii) nach dem Lauf. Die Muskelstreßparameter wie Myo (651 vs 194 µg/l; p<0.01; 1 h n.B.) und CK (632 vs 230 U/l; p<0.05; 20 h n.B.) messen sich signifikant niedriger nach Gabe des Enzym-Hefe-Präparates. Auch die Konzentrationen von Fibrinogen (p<0.01) und Fibronectin (p<0.01) messen sich nach der Gabe des Präparates signifikant verändert. Reduziert nach Gabe des Präparates finden sich auch die CD11b-Fluoreszenzintensität der Monozyten (p<0.05) sowie die systemische Konzentration für sIL2-R (p<0.05). Aufgrund der Ernied-

rigung im Spiegel der belastungsinduzierten Muskelmarker kann für die untersuchten Athleten von einer Beeinflussung der muskulären Streßreaktion nach Gabe des getesteten Hefezellwirkstoffes ausgegangen werden. Die muskelspezifischen Beobachtungen werden von Veränderungen der Monozytenfunktion und der Plasmaproteine begleitet, die aus sportmedizinischer Sicht als Zeichen einer verbesserten Streßverarbeitung und eines verbesserten Regenerationsstoffwechsels interpretiert werden können.

**Schlüsselwörter:** Enzym-Hefezellen, biologische Wirkstoffkombination, muskuläre Belastbarkeit, Membranpermeabilität, Ganzkörperstreß

### Summary

The aim of the present study was to investigate the effects of a yeast cell preparation rich in active enzymes, antioxidants, trace elements and minerals on the exercise induced muscular, systemic and immunologic stress reaction. The study was carried out in 9 endurance trained athletes (29±4.4 y, BMI 22,4±1,53 kg/m<sup>2</sup>, VO<sub>2</sub>max 64,2±3,5, VO<sub>2</sub>anaerS 51,1±4,1 ml/kg/min) before and after a 6 week period of daily intake of the preparation. Acute muscular and systemic stress was

induced by a strenuous 15 km cross-country race (running time 63,1±7,7 and 62,9±8,7 min). Creatine kinase (CK), myoglobin (Myo), acute phase proteins, cortisol and selected immunologic parameters (interleukin 6, soluble interleukin 2 receptor (sIL2-R), lymphocytes facs scan analysis) were measured before (i), 1 h (ii) and 20 h (iii) after the race. Parameters indicating muscular stress such as Myo (651 vs 194 µg/l; p<0.01; 1 h after race) and CK (632 vs 230 U/l; p<0.05; 20 h after race) were lower after yeast cell ingestion. In addition, concentrations of the acute phase proteins fibrinogen (p<0.01) and as well as fibronectin (p<0.01) were changed after the ingestion period. Unspecific (reduced phagocytic activity of monocytes (CD 11b); p<0.05) and specific immune functions (sIL2-R, p<0.05) were altered after the ingestion period also. The results indicate that ingestion of the yeast cell preparation significantly influenced muscular, systemic and immunologic stress parameters in the investigated subjects. Although further research is needed, it can be speculated that the described alterations may lead to an increased exercise tolerance and enhanced regeneration capacity after strenuous exercise.

**Key words:** yeast cell preparation, ergogenic aids, muscular stress tolerance, membran permeability, systemic stress reaction



**Einleitung**

Es steht außer Frage, daß Trainings- und Ernährungsstatus, Immunkompetenz und antioxidative Regulation die Reaktion des Organismus auf einen gesetzten Belastungsreiz beeinflussen können (5, 12, 14, 16, 23, 29, 34-36, 44, 57, 59-61). Da die Folgen einer intensiven und erschöpfenden muskulären Belastung nicht auf die Muskelzelle beschränkt bleiben (4, 13, 45, 47), kann der regulative Einfluß dieser Faktoren über die Beschreibung der belastungsinduzierten Muskelstreß- und Ganzkörperreaktion evaluiert werden (1-3). Verständlich ist auch der Wunsch des Sportlers, durch die Optimierung dieser Einflußfaktoren ein Maximum an Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit zu erreichen und hierzu den erlaubten Einsatz von Immunstimulanzien, Nährstoffergänzungen und biologischen Wirkstoffen zu nutzen (22, 23, 36, 52). Vielen Erfahrungsberichten stehen dabei jedoch nur wenige Ergebnisse aus konfirmatorischen Untersuchungen gegenüber.

Auch das in der vorliegenden Arbeit vorgestellte Enzym-Hefezell-Präparat wurde von einer Reihe von Sportlern eingenommen und als positiv beurteilt, jedoch fehlte bislang für den Indikationsbereich muskuläre Belastbarkeit eine Objektivierung der Wirksamkeit. Ansatzpunkte für eine mögliche Wirksamkeit des Präparats sind Inhaltsstoffe wie aktive Enzyme, Aminosäuren, Mineralien, Spurenelemente bei einem hohen Anteil an Selen (30 µg pro 10 ml Flüssigkonzentrat), Coenzym Q 10 und die antioxidativ wirksamen Vitaminen beta-Carotin, C und E (Tab.1). Im folgenden soll für eine Gruppe von Ausdauersportlern das Verhalten verschiedener Streßparameter vor und nach 6-wöchiger Gabe des Wirkstoffes dargestellt und diskutiert werden.

**Methodik**

In einer nichtverblindeten, kontrollierten Studie wurden über einen Zeitraum von 12 Wochen 9 von zunächst 15 in die Studie eingeschlossenen, klinisch gesunden, ausdauertrainierten männlichen Probanden (Triathleten der regionalen Leistungsklasse) im Alter zwischen 20 und 36 Jahren untersucht. Nach einer Eingangsuntersuchung folgte eine 6 wöchige Vorlauf-

phase unter normalen Trainings- und Ernährungsbedingungen ohne Einnahme der Prüfsubstanz; anschließend erfolgte der erste Testlauf; der zweite Testlauf wurde nach einer weiteren 6-wöchigen Beobachtungsphase unter vergleichbaren Trainings- und Ernährungsbedingungen jetzt nach Einnahme der Prüfsubstanz durchgeführt. Alle Probanden wurden über Sinn und Nutzen der Untersuchung informiert und nahmen freiwillig an der Studie teil. Über einen Untersuchungszeitraum von 6 Wochen erhielten die Sportler ein Enzym-Hefezell-Präparat (6 Wochen-Kur, 2x1 Fl. pro Tag; Inhaltsstoffe s. Tab.1). Vor und nach Einnahme des Präparates nahmen die Sportler jeweils an einem 15km Crosslauf mit hoher Intensität teil. Blutentnahmen wurden jeweils morgens vor dem Lauf (7.30-8.30 h; nüchtern), 1 h nach dem Lauf (12 h) sowie am Morgen nach dem Lauf (7.30-8.30 h; nüchtern) durchgeführt.

**Tabelle 1: Angaben zur geprüften Substanz und deren Inhaltsstoffe**

<b>Prüfsubstanz:</b>	
Selenhefeenzympräparat (Sanuzella® zym)	
<b>Inhaltsstoffe:</b>	
pro 20 ml Trinkfläschchen:	
enzymhaltige Hefezellen (150 Milliarden Zellen)	11200 mg
Fruchtsäfte	
(Apfel, Orange, Sanddorn)	3600 mg
Honig	2220 mg
natürlicher Gärungsalkohol	2000 mg
Weizenkeimöl	400 mg
Calciumcarbonat	300 mg
Magnesiumcarbonat	150 mg
biologische Selenhefe (60µg natürliches Selen)	50 mg
Gelee Royale	50 mg
Q 10	40 mg
Vitamin C	150 mg
Pantothensäure (B 3)	2 mg
β-Carotin	4,8 mg
Vitamin E	26 mg
Vitamin B 1	2 mg
Vitamin B 2	2 mg
Vitamin B 6	1,4 mg
Folsäure (B 10)	400 µg
Biotin	100 µg
Vitamin B 12	3 µg
Kohlenhydrate	3,6 g
Eiweiß	1,8 g
Fett	0,5 g
Fruchtsäure	0,3 g

Nach einem leichten Standardfrühstück erfolgte der Start zum Testlauf gegen 10h bei vergleichbaren Außenbedingungen auf einer ausgewiesenen 15km Waldstrecke. Zur Überwachung der Compliance wurden Trainingsprotokolle mit Angaben zur Befindlichkeit geführt und die leeren Fläschchen eingesammelt. Veränderungen im Trainings- oder Ernährungsverhalten waren nicht gestattet. An den 3 letzten Tagen vor den jeweiligen Testläufen durfte nur ein regeneratives Training durchgeführt werden. Die Tests selber wurden mit Wettkampftintensität gelaufen. Die gemittelten Laufzeiten vor (63,06 min) und nach Präparat-einnahme (62,95 min) unterschieden sich nicht. Veränderungen, die unter der 6-wöchigen Gabe des Wirkstoffes als unerwünschte Nebenwirkungen angegeben werden mußten (z.B. Magen-Darm-Unverträglichkeiten, Unwohlsein, Temperaturanstieg, Leukozytose, Blutdruckanstieg, klinisch-chemisch faßbare Reaktionen) traten bei den untersuchten Sportlern nicht auf.

Zur Beschreibung der muskulären Belastbarkeit und der belastungsinduzierten Streßreaktion wurden folgende sportmedizinisch relevante, systemische Indikatoren mit bereits erprobten Methoden gemessen (13,47): Kreatinkinase (CK) als Gesamtaktivität sowie deren Isoenzyme bzw. Isoformen; Serummyoglobin; Akute-Phase-Proteine; Serum-Cortisol; Differenzialblutbild; Gesamt T-Zell-Konzentration (CD3), Gesamt B-Zell-Konzentration (CD19), T-Helferzellen (CD4), T-Suppressorzellen (CD8), IL-2-Rezeptor tragende Lymphozyten (CD25), NK-Zellzahl (CD16/CD56); Phagozytosebereitschaft (CD11b); Serumkonzentration für IL-6 und den löslichen IL-2-Rezeptor; Harnsäure, Harnstoff, Kreatinin. Als Zielvariablen wurden für den Muskelstreß das Verhalten des Myoglobins und der CK-MM3-Aktivität und für den Ganzkörperstreß das Verhalten von IL-6 definiert.

Zur Sicherung statistischer Unterschiede wurde eine Summenstatistik durchgeführt und die Daten nach dem Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Ranks Test geprüft. Abweichend von der Gesamtzahl der untersuchten Sportler konnten die Paarvergleiche nur mit 9 Probanden durchgeführt werden, da je 2 Sportler auf Grund einer Trainingsverletzung bzw. infolge eines grippalen Infektes, 2 weite-



**Tabelle 2: Angaben zu den untersuchten Ausdauersportlern**  
Angaben als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung

	in die Untersuchung eingeschlossene Sportler	für den Vergleich zur Verfügung stehende Sportler
Anzahl (n)	15	9
Alter (J)	27,9 $\pm$ 3,9	29,0 $\pm$ 4,2
Größe (cm)	182 $\pm$ 9,2	182 $\pm$ 9,4
Gewicht (kg)	75,5 $\pm$ 9,0	76,0 $\pm$ 10,1
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22,3 $\pm$ 1,84	22,4 $\pm$ 1,53
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	63,3 $\pm$ 4,2	64,2 $\pm$ 3,5
VO <sub>2</sub> anaerS (ml/kg/min)*	48,6 $\pm$ 6,0	51,1 $\pm$ 4,1
Trainingsstd. p.W. (h)	6,3 $\pm$ 4,1	5,7 $\pm$ 4,2
Zeit f.d. 1.Lauf (min)	63,2 $\pm$ 6,8	63,1 $\pm$ 7,7
Zeit f.d. 2.Lauf (min)	64,2 $\pm$ 8,6	62,9 $\pm$ 8,7

\* VO<sub>2</sub> an der individuellen anaeroben Schwelle

**Tabelle 3: Verhalten von systemischen Muskelkenngrößen bei Ausdauersportlern (n = 9) in einem 15-km-Feldtest vor und nach 6 Wochen Hefezellkur (Angaben in  $x \pm s$ )**

	vor	nach	Differenz $\Delta$ %	p
<b>CK [U/l]</b>				
Ruhe	131 $\pm$ 126	80 $\pm$ 29	--	n.s.
1 h n. Bel.	244 <sup>b</sup> $\pm$ 252	115 <sup>b</sup> $\pm$ 32	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	632 <sup>b</sup> $\pm$ 524	230 <sup>b</sup> $\pm$ 118	-64 %	0,05
<b>CK-MB [U/l]</b>				
Ruhe	2,7 $\pm$ 2,7	1,7 $\pm$ 1,7	--	n.s.
1 h n. Bel.	6,9 <sup>b</sup> $\pm$ 7,0	2,9 <sup>b</sup> $\pm$ 1,6	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	20,8 <sup>b</sup> $\pm$ 23,0	4,9 <sup>b</sup> $\pm$ 2,2	-76 %	0,03
<b>CK-MM3 [U/l]</b>				
Ruhe	30,2 $\pm$ 45,0	16,8 $\pm$ 8,9	--	n.s.
1 h n. Bel.	81,3 <sup>b</sup> $\pm$ 98,6	29,2 <sup>b</sup> $\pm$ 12,4	--	0,02
1 Tg. n. Bel.	126 <sup>b</sup> $\pm$ 110	45,0 <sup>b</sup> $\pm$ 32,5	-64 %	0,05
<b>Myoglobin [<math>\mu</math>g/l]</b>				
Ruhe	43 $\pm$ 39	31 $\pm$ 11	--	n.s.
1 h n. Bel.	561 <sup>b</sup> $\pm$ 362	194 <sup>b</sup> $\pm$ 82	-65 %	0,015
1 Tg. n. Bel.	73 <sup>a</sup> $\pm$ 48	49 <sup>b</sup> $\pm$ 16	--	n.s.

re Sportler wegen Abweichung von den definierten Einschlusskriterien (Ruhe CK > 250 U/l) (13) nicht berücksichtigt werden konnten. Die persönlichen Daten der Sportler, Gesamtgruppe (n=15) sowie Test-Auswahl (n=9) sind in Tabelle 2 aufgelistet; Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich ihrer leistungsphysiologischen Daten bestanden nicht. In den Tabellen 3, 4a, 4b, 5, 6 sind neben den jeweiligen Mittelwerten und Standardabweichungen signifikante, belastungsinduzierte Veränderung gegenüber dem Ruheausgangswert in den jeweiligen Untersuchungsabschnitten (1.Lauf bzw. 2.Lauf) für die untersuchten Parameter mit dem Index a für  $p < 0,05$  und b für  $p < 0,01$  gekennzeichnet. Für Unterschiede, die sich im intraindividuellen Vergleich der korrespondierenden Meßparameter als interventionsinduziert sichern ließen, sind in den Tabellen die Signifikanzen mit Präparat vs ohne Präparat ab  $p < 0,05$  sowie die berechneten Unterschiede in Prozent zur Eingangsuntersuchung angegeben. Falls keine gesicherten Unterschiede vorlagen, wurde auf die Angabe der prozentualen Abweichung verzichtet.

## Ergebnisse

Der belastungsinduzierte Myoglobinstieg (Tab.3) als Maß für den akuten Muskelstreß war 1 Stunde nach Belastung gegenüber der Kontrolle trotz glei-

chen Belastungsstress deutlich niedriger ( $p=0,015$ ). Trotz der geringen Serumhalbwertszeit von Myoglobin ist die veränderte Myoglobinfreisetzung auch noch am Tag nach Belastung diskret sichtbar ( $p=0,08$ ).

Die veränderte Muskelstreßreaktion wird auch in der Serumaktivität der Kreatinkinase sowie speziell in der CK-Isoform CK-MM3 (Tab.3) als die im Serum nachweisbare native CK-Gewebeform deutlich sichtbar. Analog zur oben beschriebenen Myoglobinreaktion messen sich Veränderungen für die CK-MM3-Aktivität unmittelbar, d.h. 1h nach Belastung ( $p < 0,02$ ) erniedrigt. Zu sämtlichen Zeitpunkten liegen die Serumaktivitäten der muskelspezifischen CK-MM wie auch der CK-MB und Gesamt-CK nach der Einnahme des Präparates trotz protokollierter, gleicher Trainings- und Belastungssituation niedriger.

Beurteilt am Plasma-IL-6 und Cortisol-Spiegel zeigt die systemische Ganzkörperreaktion in Abhängigkeit der Präparateinnahme keine signifikanten, gerichteten Unterschiede (Tab.5). Interessanterweise existieren in der behandelten Gruppe allerdings Hinweise ( $p=0,017 - 0,028$ ) für eine veränderte Leukozyten-, primär Monozytenfunktionslage. So zeigen anders als über die absoluten und relativen Zellzahlen (Tab.4a) sichtbar, die Monozyten in Ruhe und nach Belastung eine meßbar

veränderte mittlere Fluoreszenzintensität für das exprimierte CD11b Antigen (Tab.4b).

Auch die Konzentrationen zusätzlich gemessener Akute-Phase-Proteine zeigen im Verlauf der Studie signifikante Veränderungen. So messen sich die Plasmakonzentrationen für Fibrinogen nach Einnahme des Präparates zu allen Zeitpunkten signifikant niedriger ( $p=0,008 - 0,010$ ), die Plasmaspiegel für Fibronectin signifikant erhöht ( $p=0,008 - 0,020$ ). Die Möglichkeit einer geringeren belastungsinduzierten Akute-Phase-Reaktion wird durch niedrigere Werte im alpha2-Makroglobulin nach Belastung ( $p=0,028$ ) unterstützt.

Auf der Ebene des spezifischen Immunsystems messen sich die Konzentrationen für den löslichen IL-2 Rezeptor (sIL2-R) (Tab.5) bei vergleichbarer Anzahl von Lymphozyten mit IL2-Rezeptor-Expression in Ruhe signifikant erniedrigt ( $p=0,025$ ), dagegen die Zahl der B-Lymphozyten unmittelbar nach Belastung ( $p=0,026$ ) wie auch die Plasmakonzentration für IgG am Tag nach Belastung ( $p=0,05$ ) signifikant erhöht.

## Diskussion

Intensive körperliche Aktivität verursacht neben metabolischen und strukturellen Veränderungen an der Muskelzelle

WISSENSCHAFT



**Tabelle 4a: Leukozytäre Reaktion bei Ausdauersportlern (n = 9) in einem 15-km-Feldtest vor und nach 6 Wochen Hefezellkur (Angaben in  $\bar{x} \pm s$ )**

	vor	nach	Differenz $\Delta\%$	p
<b>Leukozyt. [Tsd/<math>\mu</math>l]</b>				
Ruhe	5,8 $\pm$ 1,3	6,7 $\pm$ 2,2	--	n.s.
1 h n. Bel.	9,0 <sup>b</sup> $\pm$ 3,0	8,9 <sup>a</sup> $\pm$ 3,2	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	5,5 <sup>a</sup> $\pm$ 1,4	6,1 $\pm$ 1,6	--	n.s.
<b>Lymphoz. [%]</b>				
Ruhe	40,3 $\pm$ 7,5	34,1 $\pm$ 13,6	--	n.s.
1 h n. Bel.	16,9 <sup>b</sup> $\pm$ 6,2	17,6 <sup>b</sup> $\pm$ 6,4	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	38,1 $\pm$ 6,8	34,9 $\pm$ 13,4	--	n.s.
<b>Monoz. [%]</b>				
Ruhe	8,8 $\pm$ 1,7	8,6 $\pm$ 1,3	--	n.s.
1 h n. Bel.	5,6 <sup>b</sup> $\pm$ 1,5	6,0 <sup>b</sup> $\pm$ 1,4	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	8,2 <sup>b</sup> $\pm$ 1,2	8,8 $\pm$ 1,7	--	n.s.
<b>Neutroph. [%]</b>				
Ruhe	45,6 $\pm$ 7,5	53,0 $\pm$ 15,8	--	n.s.
1 h n. Bel.	75,6 <sup>b</sup> $\pm$ 7,8	74,2 <sup>b</sup> $\pm$ 7,6	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	48,4 $\pm$ 6,3	52,3 $\pm$ 13,9	--	n.s.

auch neurohormonale Reaktionen sowie eine zelluläre und humorale Antwort des Immunsystems (4, 12, 13, 26, 31, 47, 58). Die entzündungsähnliche Akutreaktion ist dabei wahrscheinlich Zeichen des ausgelösten Adaptationsvorgangs und als Reaktion für die Trainingsanpassung und Befindlichkeitsänderung notwendig (13). Eine übermäßige Nachbelastungsreaktion wird allerdings als Zeichen für eine geringere muskuläre Belastbarkeit gesehen, da sie im allgemeinen mit

**Tabelle 5: Systemische Stressreaktion bei Ausdauersportlern (n = 9) in einem 15-km-Feldtest vor und nach 6 Wochen Hefezellkur (Angaben in  $\bar{x} \pm s$ )**

	vor	nach	Differenz $\Delta\%$	p
<b>Cortisol [<math>\mu</math>g/dl]</b>				
Ruhe	19,2 $\pm$ 3,1	19,3 $\pm$ 2,7	--	n.s.
1 h n. Bel.	19,4 $\pm$ 4,8	19,2 $\pm$ 4,0	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	16,2 <sup>a</sup> $\pm$ 2,7	16,6 $\pm$ 3,8	--	n.s.
<b>Fibrinogen [mg/dl]</b>				
Ruhe	246 $\pm$ 31	202 $\pm$ 39	-18%	0,01
1 h n. Bel.	247 $\pm$ 36	197 $\pm$ 39	-20%	0,01
1 Tg. n. Bel.	253 <sup>a</sup> $\pm$ 36	199 $\pm$ 37	-27%	0,01
<b>Fibronectin [mg/dl]</b>				
Ruhe	31,0 $\pm$ 9,6	45,2 $\pm$ 7,2	+45%	0,01
1 h n. Bel.	33,6 $\pm$ 7,9	43,4 $\pm$ 6,7	+29%	0,01
1 Tg. n. Bel.	33,2 $\pm$ 13,0	42,4 $\pm$ 5,6	+28%	0,02
<b>IL-6 [pg/ml]</b>				
Ruhe	0,8 $\pm$ 0,4	1,8 $\pm$ 2,2	--	n.s.
1 h n. Bel.	4,5 <sup>b</sup> $\pm$ 1,4	6,0 <sup>a</sup> $\pm$ 5,4	--	n.s.
<b>s-IL2-Rez. [U/l]</b>				
Ruhe	254 $\pm$ 102	154 $\pm$ 144	-39%	0,03
1 h n. Bel.	219 $\pm$ 109	212 $\pm$ 147	--	n.s.

**Tabelle 4b: Reaktion verschiedener Lymphozyten-Subpopulationen bei Ausdauersportlern (n = 9) in einem 15-km-Feldtest vor und nach 6 Wochen Hefezellkur (Angaben in % von Gesamtlymphozyten als  $\bar{x} \pm s$ )**

	vor	nach	Differenz $\Delta\%$	p
<b>CD3 [%]</b>				
Ruhe	62,2 $\pm$ 6,1	60,8 $\pm$ 10,9	--	n.s.
1 h n. Bel.	62,1 $\pm$ 5,9	63,5 $\pm$ 7,8	--	n.s.
<b>CD19 [%]</b>				
Ruhe	11,3 $\pm$ 3,6	13,0 $\pm$ 4,4	--	n.s.
1 h n. Bel.	16,2 <sup>b</sup> $\pm$ 5,4	18,9 <sup>b</sup> $\pm$ 5,8	-17%	0,03
<b>CD4 [%]</b>				
Ruhe	36,4 $\pm$ 6,1	35,2 $\pm$ 9,4	--	n.s.
1 h n. Bel.	41,6 <sup>a</sup> $\pm$ 8,1	42,1 <sup>a</sup> $\pm$ 7,9	--	n.s.
<b>CD8 [%]</b>				
Ruhe	27,1 $\pm$ 5,3	27,1 $\pm$ 4,9	--	n.s.
1 h n. Bel.	24,9 <sup>a</sup> $\pm$ 9,5	20,5 <sup>a</sup> $\pm$ 6,9	--	n.s.
<b>CD16/CD56 [%]</b>				
Ruhe	15,4 $\pm$ 6,2	17,5 $\pm$ 6,3	--	n.s.
1 h n. Bel.	6,5 <sup>b</sup> $\pm$ 3,2	7,5 <sup>b</sup> $\pm$ 6,3	--	n.s.
<b>CD25 [%]</b>				
Ruhe	16,1 $\pm$ 1,7	16,1 $\pm$ 5,4	--	n.s.
1 h n. Bel.	17,0 $\pm$ 4,6	19,0 $\pm$ 3,8	--	n.s.
<b>„CD11b [Fluor. Int.]“ Monozyten</b>				
Ruhe	152 $\pm$ 37,3	82 $\pm$ 28,6	-73%	0,02
1 h n. Bel.	98 <sup>b</sup> $\pm$ 22,3	82 $\pm$ 21,1	-6%	0,02

**Tabelle 6: Begleitreaktion von ausgesuchten klinisch-chemischen Serumparametern bei Ausdauersportlern (n = 9) in einem 15-km-Feldtest vor und nach 6 Wochen Hefezellkur (Angaben in  $\bar{x} \pm s$ )**

	vor	nach	Differenz $\Delta\%$	p
<b><math>\alpha_2</math>-Makroglob. [mg/dl]</b>				
Ruhe	188 $\pm$ 34	183 $\pm$ 31	--	n.s.
1 h n. Bel.	186 $\pm$ 31	175 $\pm$ 28	-6%	0,03
1 Tg. n. Bel.	178 <sup>a</sup> $\pm$ 31	170 <sup>b</sup> $\pm$ 28	--	n.s.
<b>Ig G [mg/dl]</b>				
Ruhe	1315 $\pm$ 220	1365 $\pm$ 164	--	n.s.
1 h n. Bel.	1323 $\pm$ 197	1381 $\pm$ 174	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	1300 $\pm$ 218	1353 $\pm$ 180	+4%	0,05
<b>Harnstoff [mg/dl]</b>				
Ruhe	32,2 $\pm$ 5,6	34,0 $\pm$ 5,8	--	n.s.
1 h n. Bel.	37,6 <sup>b</sup> $\pm$ 5,6	40,6 <sup>b</sup> $\pm$ 5,1	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	36,3 <sup>a</sup> $\pm$ 5,5	34,0 $\pm$ 6,2	--	n.s.
<b>Harnsäure [mg/dl]</b>				
Ruhe	5,2 $\pm$ 1,21	5,8 $\pm$ 1,49	--	n.s.
1 h n. Bel.	6,5 <sup>b</sup> $\pm$ 1,27	6,6 <sup>a</sup> $\pm$ 1,30	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	5,2 <sup>b</sup> $\pm$ 0,9	5,7 $\pm$ 1,35	--	n.s.
<b>Kreatinin [mg/dl]</b>				
Ruhe	0,89 $\pm$ 0,08	0,84 $\pm$ 0,08	--	n.s.
1 h n. Bel.	0,98 <sup>a</sup> $\pm$ 0,11	0,96 <sup>b</sup> $\pm$ 0,08	--	n.s.
1 Tg. n. Bel.	0,86 $\pm$ 0,07	0,83 $\pm$ 0,08	--	n.s.



einer verlängerten Regenerationsphase und damit einer verzögerten Erholung einhergeht (4, 7, 26, 42, 47). Es wird angenommen, daß nicht nur Anlage sowie Trainings- und Immunstatus (37,46,59), sondern auch Ernährungsfaktoren wie die Qualität der Makronährstoffe (3, 9, 40, 41) und die Versorgung der beanspruchten Muskelzelle mit essentiellen Nähr- und Schutzstoffen (2, 3, 8, 14, 23, 36) die belastungsinduzierte Nachbelastungsreaktion beeinflussen. Bei intensiver körperlicher Belastung nimmt die Bildung von freien Radikalen zu, der Körper hat eine erhöhte Beanspruchung seiner enzymatischen und nicht-enzymatischen antioxidativen Schutzsysteme (14, 29, 33, 36, 52, 62). Zusätzlich gehen über Schweiß und Urin in der Nachbelastungsphase vermehrt Mineralstoffe und Spurenelemente verloren (6, 8, 36). Nährstoffergänzungen und Kombinationspräparate suchen ihren Wirkansatz darin, belastungsbedingte Verluste oder einen Mehrbedarf für Mineralstoffe, Schutzvitamine oder Zellaktivatoren auszugleichen, und darüber die Sauerstoffversorgung und Leistungsfähigkeit der Muskelzelle zu fördern und Schutzsysteme gegen oxidativen Streß zu optimieren (14, 22-24, 33, 34, 36, 52, 57, 62). Über eine Verbesserung von Fluidität und Permeabilität muskelzellulärer Strukturen kann so Einfluß auf belastungsbedingte Akutveränderungen und auf die damit verbundene Störanfälligkeit der Muskelzelle genommen werden (4). Die Arbeitshypothese eines verbes-

serten Zellschutzes durch Nährstoffsubstitution und einer damit verbundenen erhöhten muskulären Belastbarkeit wird in der Fachliteratur allerdings kontrovers diskutiert. Es überwiegt die Annahme, daß Sportler als Personengruppe mit erhöhter Exposition zu oxidativem Streß zwar im präventiven Sinne (8, 14, 34, 36, 50, 54, 57), nicht aber in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit oder eine mögliche, belastungsinduzierte Muskelschädigung von der Substitution definierter Schutz-nährstoffe profitieren (23, 25, 50, 53, 54).

Umsomehr erstaunt die in der vorliegenden Untersuchung aufgezeigte Wirkung des Enzym-Hefezell-Präparates auf Muskelstreß und Immunfunktion in einer Gruppe von Sportlern, die in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit und ihren Trainingsstatus als homogen und trainingsadaptiert (Tab.2) anzusehen ist. Ohne Änderung im sonstigen Ernährungs- und Trainingsverhalten und bei nahezu identischer Laufbelastung bzw. Laufzeiten (Tab.2) sind im Vergleich zu anderen Prüfansätzen (10, 11, 18, 19, 28, 41) deutliche Veränderungen in den untersuchten Parametern erzielt worden. Zudem sind alle beobachteten Untersuchungsergebnisse in ihrem Zusammenhang konsistent. So kann die Reduzierung der Myoglobin- und CK-MM3-Antwort als als Zeichen für eine Verbesserung der Membranpermeabilität bei möglicher verbesserter muskelzellulärer Leistungsfähigkeit interpretiert

werden. Da über die CD11b-Einheit die aktivierte Zelle befähigt ist, extrazelluläre Matrixmoleküle zu binden, läßt sich wiederum die zu beobachtende, veränderte Monozytenfunktion (hier als CD11b Fluoreszenzintensität) mit einer möglichen verminderten Inanspruchnahme des Abräumvorgangs von muskelzellulären Bestandteilen und geringerem chronischen Reizzustand erklären. Auch das beobachtete Verhalten der Plasmaproteine Fibrinogen und Fibronectin spricht für die Hypothese einer verbesserten Muskelzellfunktion bei erhöhter Membranpermeabilität und verminderter Anfall von muskelzellulären Bestandteilen in der interstitiellen Matrix. So wird die Annahme eines geringeren, chronischen Phagozytoseereizes und einer geringeren Aktivierung der unspezifischen Immunität durch das zu beobachtende Verhalten der Plasmaproteine Fibrinogen und Fibronectin insofern gestärkt, da nach Einnahme des Präparates Fibrinogen als Akute-Phase-Indikator vermindert, dagegen Fibronectin als Fixierungsprotein für Makromoleküle bei möglichem, geringeren Verbrauch gegen zirkulierende, muskelzelluläre Bestandteile erhöht gemessen werden kann. Den Zeichen einer verminderten Inanspruchnahme des unspezifischen Immunsystems über zirkulierende Muskelbestandteile steht eine mögliche verbesserte Ansprechbarkeit des spezifischen Immunsystems auf Ebene der IL2-Rezeptor-Regulation gegenüber. Über eine geringere Sekretion des sIL2-Rezeptor

WISSENSCHAFT

## Nachgewiesene Wirkung\* von Enzym-Hefezellen:

Bei Sportlern Reduzierung von:

**Oxidativem Streß** ↓ 12%  
(Oxy-LDL-Antikörper)

**Muskulärem Streß** ↓ 69%  
(Kreatinkinase)

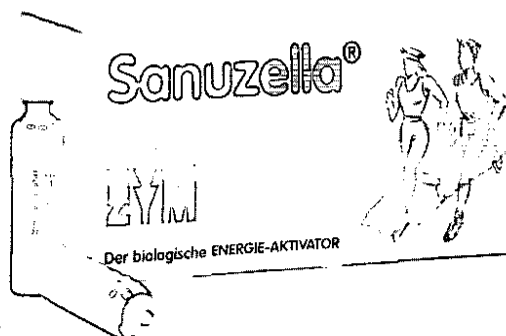
**Reaktiver Entzündungsreaktion** ↓ 21%  
(Fibrinogen)

Dr. Wolz  
**Zell** GmbH  
Hefepreparate

Immunstimulierung und biologische Antioxidative

**Schutzsysteme:** Enzym-Hefezellen Dr. Wolz®

Glucane, Mannane, aktive SH-Gruppen, aktives Glutathion, Katalase, Proteasen, Superoxid-Dismutase (SOD), Co-Enzym Q10, Co-Enzym A, B-Carotin, Vitamin C, E, natürliches Selen, Vitamin B-Komplex (einschließl. Folsäure, Biotin), Mineralstoffe, Spurenelemente



\* Studie Prof. Dr. Aloys Berg, Institut für Rehabilitative und Präventive Sportmedizin, Universitätsklinik Freiburg

### Informations-Gutschein:

- „Sauerstoffmangelsyndrom“ Dr. Buist
- Muster „Sanuzella ZYM“
- Studie Prof. Dr. Berg
- Produktinformation

### Weitere Informationen:

Dr. Wolz Zell-Hefepreparate GmbH  
Postfach 1128 · 65358 Geisenheim  
Tel. 0 67 22/82 62 · Fax 0 67 22/87 63



aus Makrophagen kann so eine empfindlichere Einstellung des lymphozytären Systems auf IL2 erreicht werden. Anwendungen von Hefezellpräparaten zur Leistungsstabilisierung oder zur Reduzierung der belastungsinduzierten, systemischen Streßreaktion sind bei Sportlern bislang nicht beschrieben worden. Grundsätzlich ist der therapeutische Nutzen der Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*) seit langem bekannt (17,32,48). Ihre Wirkung wurde vor allem dem hohen Gehalt an natürlichem Vitamin B-Komplex, Spurenelementen, Mineralstoffen und Glutathion zugeschrieben. Unter molekularbiologischen Gesichtspunkten wird die Hefezelle heute wieder interessant, nachdem Homologien in der genetischen Information der Hefezelle mit menschlichen Proteinen für den Ubiquitintransport sowie den DNA-Repair und die Zellalterung beschrieben wurden (43,49,51). Die mit dem hier getesteten Kombinationspräparat verabreichten Hefezellen werden unter Verwendung von Fruchtsäften nach einem patentierten Verfahrens gewonnen, bei dem am Ende des Fermentationsprozesses die Inhaltsstoffe der Hefezelle erhalten bleiben. Hauptbestandteile des Präparates sind somit lebende Hefezellen, die sich zwar nicht mehr vermehren können, aber im Gegensatz zu den üblichen Hefepreparaten aktive Enzyme enthalten. Außer diesen Enzymen sind im Prüfpräparat Zellaktivatoren (z.B. aktives Glutathion), essentielle Nährstoffe und komplexe Kohlenhydrate (Glucane, Mannane) enthalten. Damit werden dem Organismus sowohl über Resorption als auch Persorption, d.h. die unverdaute Aufnahme von Nahrungsbestandteilen (55, 56) in einer im Vergleich zum alltäglichen Lebensmittelangebot konzentrierten Form essentielle Nährstoffe, polymere Kohlenhydratstrukturen und SH-gruppenreiche Skleroproteine zugeführt. Über deren biologische und biochemische Eigenschaften können für den Sportler vorteilhafte, d.h. immun- und stoffwechselstimulierende Wirkungen vermittelt werden (15, 20, 21, 27, 30, 36, 38, 39).

Aufgrund der dokumentierten Daten kann für das untersuchte Kollektiv von Ausdauerathleten von einer signifikanten Beeinflussung der belastungsinduzierten muskulären Streßreaktion nach Gabe des getesteten Enzym-Hefezell-Wirkstoff ausgegangen werden. Die aufgezeigten Veränderungen sind in der

sportmedizinischen Beurteilung als positiv in Bezug auf die muskuläre Belastbarkeit anzusehen. Die Verbesserung der muskelzellulären Belastbarkeit wird von Veränderungen der Monozytenfunktion und der Plasmaproteine begleitet, die als Zeichen einer verbesserten Streßverarbeitung und eines verbesserten Regenerationsstoffwechsels interpretiert werden können. Ob diese Veränderungen allerdings nur indirekt über die verminderte Freisetzung von Muskelzellbestandteilen oder über eine direkte Beeinflussung der Immunfunktion oder der zellulären antioxidativen Regulation (Berg et al., in Vorbereitung) induziert werden, muß über weiterführende Untersuchungen gesichert werden.

**Literatur**

1. Bauer, S., A. Berg, J. Keul: Ernährungserhebung bei Ausdauersportlern. I. Energiezufuhr und Nährstoffrelation. *Akt Ernähr -Med* 18:(1993), 14-20.
2. Bauer, S., A. Berg, J. Keul: Ernährungserhebung bei Ausdauersportlern. II. Vitamin-, Mineralstoff- und Spurenelementzufuhr. *Akt Ernähr -Med* 18:(1993), 279-285.
3. Berg, A., S. Bauer, J. Keul: Energie- und Nährstoffbedarf des Leistungssportlers. *Ernährungs Umschau* 39 (Sonderheft):(1992), S 102-S 108.
4. Berg, A., M. Halle, I. Aspriorn, J. Keul: Muskelbelastung und Ganzkörperreaktion - Einfluß intensiver Körperarbeit auf Parameter der humoralen Immunität. *Natur- und Ganzheitsmedizin* 5:(1992), 53-59.
5. Berg, A., J. Keul: Physiological and metabolic responses of female athletes during laboratory and field exercise. *Med Sport* 14:(1981), 77-96.
6. Berg, A., J. Keul: Spurenelementversorgung beim Sportler. In: Wolfram G, Kirchgäßner M, eds. *Spurenelemente und Ernährung*. Wissenschaftl. Verlagsges. mbH, Stuttgart: 1990, 175-185.
7. Berg, A., D. König, M. Baumstark, D. Grathwohl, J. Keul, . Northhoff: The exercise induced systemic interleukin 6 (IL-6) response is strongly correlated with other muscular stress indicators. *Eur J Appl Physiol* 69 (suppl.3):(1994), S25.
8. Berg, A., D. König, J. Keul: Sport und Ernährung 1996. *Akt Ernähr -Med* 21:(1996), 315-322.
9. Berg, A., D. König, H. Schlachter, J. Keul: Zur Qualität der Fettsäurezufuhr und ihrem Einfluß auf die periphere Regulationslage von Sportlern. *Dtsch Z Sportmed* 44(Sonderheft):(1993), 445-452.
10. Berg, A., M. Lais, G. Huber, J. Keul: Wirkungsweise von Regazell Energen auf den Regenerationsstoffwechsel von Ausdauerlei-

- stungssportlern. *Leistungssport* 15:(1985), 53-58.
11. Berg, A., M. Lais, G. Huber, J. Keul: Effekte einer biologischen Wirkstoffkombination auf die belastungsinduzierte Immunreaktion bei Ausdauersportlern. *Med Klin* 80:(1985), 319-322.
12. Berg, A., H. Northhoff, J. Keul: Immunologie und Sport. *Internist* 33:(1992), 169-178.
13. Berg, A., R. Roessel, D. König, J. Keul: Sport und Laborparameter: Plasmaproteine. *Diagnose & Labor* 45:(1995), 27-35.
14. Biesalski, H.P., H. Böhles, H. Esterbauer, P. Fürst, K.F. Gey, H. Sies, J. Weisburger, G. Hundsdörfer: Antioxidative Vitamine in der Prävention. *Dt Ärztebl* 92:(1995), A1316-A1321.
15. Braun, B., P. Clarkson, P. Freedson, R. Kohl: Effects of coenzyme Q10 supplementation on exercise performance, VO<sub>2</sub>max, and lipid peroxidation in trained cyclists. *Int J Sport Nutr* 1:(1991), 353-365.
16. Brouns, F: *Nutritional needs of athletes*. John Wiley & Sons, Maastricht, Netherlands: 1993.
17. Brune, G: Die therapeutische Bedeutung der Hefen. In: Reiff F, Kautzmann R, Lüers H, Lindemann M, eds. *Die Hefen* (Band 1). Carl Verl. Nürnberg: 1969, 973-995.
18. Cannon, J.G., S.N. Meydani, R.A. Fielding, M.A. Fiatarone, M. Meydani, M. Farhangmehr, S.F. Orencole, J.B. Blumberg, W.J. Evans: Acute phase response in exercise. II. Associations between vitamin E, cytokines, and muscle proteolysis. *Am J Physiol* 260:(1991), R1235-R1240.
19. Cannon, J.G., S.F. Orencole, R.A. Fielding, M. Meydani, S.N. Meydani, M.A. Fiatarone, J.B. Blumberg, W.J. Evans: Acute phase response in exercise: interaction of age and vitamin E on neutrophils and muscle enzyme release. *Am J Physiol* 259:(1990), R1214-R1219.
20. Chandra, R.K: Effect of vitamin and trace-element supplementation on immune responses and infection in elderly subjects. *Lancet* 340:(1992), 1124-1127.
21. Chandra, R.K., P. Sarchielli: Nutritional status and immune responses. *Clin Lab Med* 13:(1993), 455-461.
22. Clarkson, P.M. *Minerals: exercise performance and supplementation in athletes*. [Review]. *Journal of Sports Sciences* 9 Spec No:(1991), 91-116.
23. Clarkson, P.M: Antioxidants and physical performance. *Crit Rev Food Nutr* 35:(1995), 131-141.
24. Clarkson, P.M., E.M. Haymes: Trace mineral requirements for athletes. *Int J Sport Nutr* 4:(1994), 104-119.
25. Dekkers, C., L.J.P.v. Doornen, H.C.G. Kemper: The role of antioxidant vitamins and enzymes in the prevention of exercise-induced muscle damage. *Sports Med* 21:(1996), 213-238.
26. Dufaux, B., U. Order, H. Liesen: Effect of a short maximal physical exercise on coagu-



- lation, fibrinolysis, and complement system. *Int J Sportsmed* 12:(1991), S38-S42.
27. *Ellis, M., S. Hill, P. Foster*: Reactions of nitrosonitrobenzenes with biological thiols: identification and reactivity of glutathion-S-yl. *Chem Biol Interact* 82:(1992), 151-163.
28. *Evans, W.J., C.N. Meredith, J.G. Cannon, C.A. Dinarello, W.R. Frontera, V.A. Hughes, B.H. Jones, H.G. Knutgen*: Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men. *J Appl Physiol* 61:(1986), 1864-1868.
29. *Favier, A*: Le stress oxydant: interet de sa mise en evidence en biologie medicale et problemes poses par le choix d'un marker. *Ann Biol Clin (Paris)* 55:(1997), 9-16.
30. *Folkers, K., M. Morita, J.J. McRee*: The activities of coenzyme Q10 and vitamin B6 for immune response. *Biochem Biophys Res Commun* 193:(1993), 88-92.
31. *Gabriel, H., L. Schwarz, G. Steffens, W. Kindermann*: Immunoregulatory hormones, circulating leucocyte and lymphocyte subpopulations before and after endurance exercise of different intensities. *Int J Sports Med* 13:(1992), 359-366.
32. *Geißler, G*: Die Bedeutung der Bierhefe in der Therapie. *Z Allg Med* 57:(1981), 1692-1695.
33. *Kanter, M*: Free radicals, exercise, and antioxidant supplementation. *Int J Sport Nutr* 4:(1994), 205-220.
34. *Kasper, H*: Tumorentstehung - hemmende und fördernde Effekte von Ernährungsfaktoren. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V. ed. *Ernährungsbericht 1996*. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V. Frankfurt: 1996, 203-216.
35. *Keul, J., A. Berg*: Vitamins and minerals. In: Polunin M, ed. *The Health & Fitness Handbook*. Windward & Here's Health, England: 1981, 118-122.
36. *Keul, J., D. König, M. Huonker, A. Berg*: Ernährung, Sport und muskelzelluläre Belastbarkeit. *Dtsch Z Sportmed* 47 (S1):(1996), 228-237.
37. *Keul, J., D. König, M. Huonker, M. Halle, B. Wohlfahrt, A. Berg*: Adaptation to training and performance in elite athletes. *Res Quart Exerc Sport* 67 (Suppl 3):(1996), 29-36.
38. *Kieffer, F*: Spurenelemente unter den Aspekten der optimalen Versorgung. *Chimia* 27:(1973), 596-602.
39. *Kieffer, F*: Spurenelemente und ihre Steuerungfunktion. *Dtsch Z Sportmed* 37:(1986), 118-123.
40. *König, D., A. Berg, M.W. Baumstark, D. Grathwohl, M. Halle, J. Keul*: Correlation between plasma fatty acids and the immunologic response to exercise in endurance trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 28,S5:(1996), 30
41. *König, D., A. Berg, C. Weinstock, J. Keul, H. Northoff*: Essential fatty acids, immune function, and exercise. *Exerc Immunol Rev* 3:(1997), 1-31.
42. *Liesen, H., B. Dufaux, H. Hollmann*: Modifications of serum glycoproteins the days following a prolonged physical exercise and the influence of physical training. *Eur J Appl Physiol* 37:(1977), 243-254.
43. *Marcand, S., E. Gilson, D. Shore*: A protein-counting mechanism for telomere length regulation in yeast. *Science* 275:(1997), 986-990.
44. *Northoff, H., A. Berg*: Immunologic mediators as parameters of the reaction to strenuous exercise. *Int J Sports Med* 14:(1991), S9-S15.
45. *Northoff, H., S. Enkel, C. Weinstock*: Exercise, injury, and immune function. *Exerc Immunol Rev* 1:(1995), 1-25.
46. *Northoff, H., C. Weinstock, A. Berg*: The cytokine response to strenuous exercise. [Review] [27 refs]. *Int J Sports Med* 15 Suppl 3:(1994), S167-71.
47. *Northoff, H., C. Weinstock, A. Berg*: The cytokine response to strenuous exercise. *Int J Sports Med* 15:(1994), S167-S171.
48. *Piendl, A., F. Rummel-Pitlik*: Hefe - ein vielseitiges Lebens- und Heilmittel. *Apoth J* 6:(1985), 66-71.
49. *Schneider, R., C. Eckerskorn, F. Lottspeich, M. Schweiger*: The human ubiquitin carrier protein E2 (Mr = 17000) is homologous to the yeast DNA repair gene RAD6. *The EMBO Journal* 9:(1990), 1431-1434.
50. *Sen, C.K*: Oxidants and antioxidants in exercise. *J Appl Physiol* 79:(1995), 675-686.
51. *Sinclair, D., K. Mills, L. Guarente*: Accelerated aging and nucleolar fragmentation in yeast *sgs1* mutants. *Science* 277:(1997), 1313-1316.
52. *Snider, I.P., T.L. Bazzarre, S.D. Murdoch, A. Goldfarb*: Effects of coenzyme athletic performance system as an ergogenic aid on endurance performance to exhaustion. *Int J Sport Nutr* 2:(1992), 272-286.
53. *Tiidus, P.M., M.E. Houston*: Vitamin E status does not affect the response to exercise training and acute exercise in female rats. *J Nutr* 123:(1993), 834-840.
54. *Tiidus, P.M., M.E. Houston*: Vitamin E status and response to exercise training. *Sports Med* 20:(1995), 12-23.
55. *Volkheimer, G., G. Hermann, E. Hermanns, H. John, F. Al Abesie, S. Wachtel*: Über die Resorption und Ausscheidung von intakten Hefezellen. *Zentralbl Bakteriol* 192:(1964), 121-125.
56. *Volkheimer, G., F.H. Schulz, J. Aurich, S. Strauch, H. Beuthin, H. Wendlandt*: Persorption of particles. *Digestion* 1:(1968), 78-80.
57. *Watzl, B*: Gesundheitliche Bedeutung sekundärer Pflanzenstoffe. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V. ed. *Ernährungsbericht 1996*. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V. Frankfurt: 1996, 217-232.
58. *Weicker, H., E. Werle*: Interaction between hormones and the immune system. *Int J Sports Med* 12:(1991), S30-S37.
59. *Weinstock, C., D. König, R. Harnischmacher, J. Keul, A. Berg, H. Northoff*: Effect of exhaustive exercise stress on the cytokine response. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 29:(1997), 345-354.
60. *Williams, M.H*: Ergogenic aids in sport. Human Kinetics Publishers, Champaign, IL 61820: 1983.
61. *Williams, M.H*: Nutritional aspects of human physical and athletic performance. Charles C Thomas Publisher, Springfield, IL: 1985.
62. *Witt, E., A. Reznich, C. Viguie, P. Strake-Reed, L. Packer*: *J Nutr* 122 (3 Suppl):(1992), 766-773.

#### Anschrift für die Autoren:

Prof. Dr. med. Aloys Berg  
Klinikum der  
Albert-Ludwigs-Universität  
Lehrstuhl u. Abt. Rehabilitative und  
Präventive Sportmedizin  
Hugstetterstr. 55,  
D-79106 Freiburg  
Tel.: +49 761 270 7453/52/73  
Fax.: +49 761 270 7470  
E-Mail: berg@msm1.ukl.uni-freiburg.de