

PERFUSION

ORIGINALARBEIT

Der Einfluß von Trainingsquantität und Leistungsfähigkeit auf kardiovaskuläre Risikofaktoren bei Marathonläufern

K. Ketelhut¹, R. G. Ketelhut^{1,2}

¹ Institut für Sportmedizin, Freie Universität Berlin

² Institut für Herz-Kreislaufkrankungen, Berlin

Zusammenfassung

30 männliche Marathonläufer (Alter 41 ± 10 Jahre) wurden in 3 gleiche Gruppen eingeteilt, die sich durch die Marathonlaufzeit im Mittel um 45 Minuten unterschieden. Der Blutdruck wurde während standardisierter ergometrischer Belastung (50–150 Watt) gemessen. Blutentnahmen zur Bestimmung der Lipide, der Harnsäure und der Glukose erfolgten vor und sofort nach Beendigung eines Marathonlaufs. Mit abnehmender Marathonlaufzeit und besserem Trainingszustand war eine positive Tendenz in allen gemessenen Parametern nachweisbar. Die Unterschiede waren am stärksten beim Blutdruckverhalten während ergometrischer Belastung ausgeprägt. Der prozentuale Anstieg des HDL-Cholesterins nach akuter Laufbelastung war in der Gruppe mit der kürzesten Laufzeit größer im Vergleich zur Gruppe mit der längsten Laufzeit.

Die Ergebnisse zeigen, daß auch noch in einem extremen Leistungsbereich mit ansteigender Trainingsquantität und Leistungsfähigkeit eine zunehmend positive Beeinflussung kardiovaskulärer Risikofaktoren nachweisbar ist.

Schlüsselwörter: Risikofaktoren, Ausdauertraining, Blutdruck, Lipide, Harnsäure

Summary

Thirty male marathon runners (aged 41 ± 10 years) were divided into 3 groups of 10 runners each by marathon running time. Blood pressure was determined during ergometry (50–150 watts), and blood samples for lipids, uric acid and glucose measurements were obtained before and after the marathon run. The results show a positive tendency in all parameters dependent on marathon running time and physical conditioning, which was markedly pronounced in blood pressure during exercise. The percentage increase of HDL-cholesterol immediately after the marathon run was significantly higher in the group with the fastest running time compared with the group with the slowest marathon time. It can be concluded that even within groups of extremely conditioned runners, cardiovascular risk factors are positively influenced by degree of conditioning and training frequency.

Keywords: cardiovascular risk factors, endurance training, blood pressure, lipids, uric acid

Die Rückläufigkeit der koronaren Mortalität ist überwiegend auf die Bekämpfung kardiovaskulärer Risikofaktoren zurückzuführen, wodurch deren Stellenwert in der Prävention und The-

rapie der koronaren Herzerkrankung belegt wird (3). In den letzten Jahren hat sich auch ein körperliches Training und hierbei insbesondere ein Ausdauertraining durch eine günstige Be-

einflussung kardiovaskulärer Risikofaktoren als ein wichtiges therapeutisches Konzept in der Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauf-Erkrankungen durchgesetzt.

In dieser Studie sollte an ausdauertrainierten Sportlern untersucht werden, inwieweit auch noch in einem extremen Leistungsbereich mit ansteigender Trainingsquantität und Leistungsfähigkeit eine zunehmend positive Tendenz hinsichtlich der Beeinflussung kardiovaskulärer Risikofaktoren besteht.

Methodik

Aus einem Kollektiv von 100 Marathonläufern wurden 3 Gruppen mit jeweils 10 gesunden männlichen Läufern ausgewählt. Die einzelnen Gruppen unterschieden sich durch die Marathonlaufzeit (MLZ) im Mittel um 45 Minuten (Tab. 1), waren jedoch vom Alter (41 ± 10 Jahre), vom Körpergewicht (71 ± 6 kg) und in der Größe (175 ± 6 cm) vergleichbar. Die Marathonlaufzeit korrelierte signifikant ($r = 0,47$, $p < 0,001$) mit der Herzfrequenz bei 100 Watt ergometrischer Belastung. Die Trainingsanamnese (Kilometer/Woche, Trainingshäufigkeit/Woche und Trainingsjahre) ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Der Blutdruck wurde in Ruhe und während standardisierter Ergometrie (50–150 Watt, Steigerungsstufen 25 Watt/2 min) gemessen (3). Blutentnahmen zur Bestimmung des Cholesterins, des HDL-Cholesterins, der Triglyzeride, der Harnsäure und Glukose erfolgten nüchtern nach 12 Stun-

den Nahrungskarenz und wurden am Tag des Marathonlaufs innerhalb von 5 Minuten nach Beendigung des Marathonlaufs wiederholt. Das LDL-Cholesterin wurde mit Hilfe der Friedewald-Formel (4) rechnerisch ermittelt.

Ergebnisse

Der Blutdruck in Ruhe zeigte keine signifikanten Unterschiede in den 3 Läufergruppen. Während standardisierter Ergometrie waren jedoch während aller Belastungsstufen signifikante Unterschiede im systolischen und diastolischen Blutdruck nachweisbar. In der Gruppe A mit der schnellsten Marathonlaufzeit, die auch am intensivsten trainierte, wurden während aller Belastungsstufen die niedrigsten Blutdrücke gemessen. Der Blutdruck bei 100 Watt war in dieser Gruppe mit $156 \pm 11/81 \pm 7$ mmHg signifikant ($p < 0,01$) niedriger im Vergleich zur Gruppe B und C mit $169 \pm 15/86 \pm 6$ bzw. $181 \pm 16/93 \pm 9$ mmHg (Abb. 1).

Das Gesamtcholesterin, das LDL-Cholesterin und die Triglyzeride zeigten mit zunehmender Trainings- und Laufleistung eine abnehmende Tendenz, die beim LDL-Cholesterin Signifikanzniveau erreichte.

Das HDL-Cholesterin war in der leistungsstärkeren Gruppe A mit 64 ± 10 mg/dl signifikant höher (19%) im Vergleich zu 54 ± 9 mg/dl in der leistungsschwächsten Gruppe C (Abb. 2).

Der HDL-Cholesterin-Anstieg nach akutem Marathonlauf, verglichen mit dem Nüchternwert vor dem Marathonlauf, betrug in der Gruppe A, der leistungsstärksten Gruppe, 15% ($p < 0,01$) und war damit ausgeprägter im Vergleich zu den Gruppen B und C mit 11% ($p < 0,01$) bzw. 9% (nicht signifikant).

Bei der Glukose waren tendenzielle (Gruppe A: 94 ± 4 mg/100 ml, Gruppe B: $96,5 \pm 8$ mg/100 ml, Gruppe C: 100 ± 8 mg/100 ml), jedoch statistisch nicht signifikante Unterschiede zu verzeichnen, wogegen die Unterschiede bei der Harnsäure Signifikanzniveau in der Gruppe A ($4,6 \pm 0,7$ mg/100 ml) im Vergleich zu den beiden leistungsschwächeren Gruppen B und C ($5,7 \pm 0,5$ mg/100 ml bzw. $5,6 \pm 0,6$ mg/100 ml) erreichten (Abb. 2).

Diskussion

Mit Zunahme der Leistungsfähigkeit und Trainingsquantität war eine positive Veränderung bei allen untersuchten Parametern nachweisbar, besonders stark ausgeprägt beim Blutdruckverhalten während Belastung. Die Blutdruckwerte während standardisierter Ergometrie waren in allen Gruppen niedriger im Vergleich zu den von Franz (3) ermittelten Normalwerten untrainierter Probanden der entsprechenden Altersgruppe.

In einer Studie an Hochdruckkranken konnte bereits gezeigt werden, daß ein längerfristiges regelmäßiges Ausdauertraining eine Senkung des Blutdrucks in Ruhe sowie während körperlicher Belastung bewirken kann (6). Der blutdrucksenkende Effekt eines Aus-

dauertrainings läßt sich zumindest zum Teil durch eine Senkung des totalen peripheren Widerstands (Afterload) erklären, was sowohl durch metabolische Faktoren als auch durch eine Zunahme des Querschnitts des Kapillarbetts im Skelettmuskel (8) und mit funktionellen Veränderungen in den Arteriolen erklärt werden kann (2). Weitere Faktoren, wie Veränderungen der Rezeptoren in den Arteriolen sowie eine verminderte sympathische Aktivität, sind ebenfalls in Erwägung zu ziehen.

Das vasoprotektive HDL-Cholesterin war nicht nur in der Gruppe A um 19% höher als in Gruppe C, sondern auch der Anstieg nach akuter Laufbelastung war im Vergleich zu den Nüchternwerten der Gruppe A größer als in der Gruppe C, was durch eine

Tabelle 1: Marathonlaufzeit (MLZ), Herzfrequenz (HF) während Ergometrie (100 Watt), Laufleistung (km/Woche), Trainingseinheiten (Häufigkeit/Woche) und Anzahl der Trainingsjahre bei 3 verschiedenen Leistungsgruppen ausdauertrainierter Sportler

Gruppe	MLZ [min]	HF bei 100 Watt	km pro Woche	Häufigkeit pro Woche	Trainingsjahre
A	178 ± 12	97 ± 8	77 ± 18	4,8 ± 1,2	8,2 ± 6,3
B	222 ± 5	105 ± 12	50 ± 11	3,7 ± 1,4	5,7 ± 3,6
C	265 ± 8	112 ± 10	38 ± 9	2,8 ± 0,5	7,3 ± 5,7

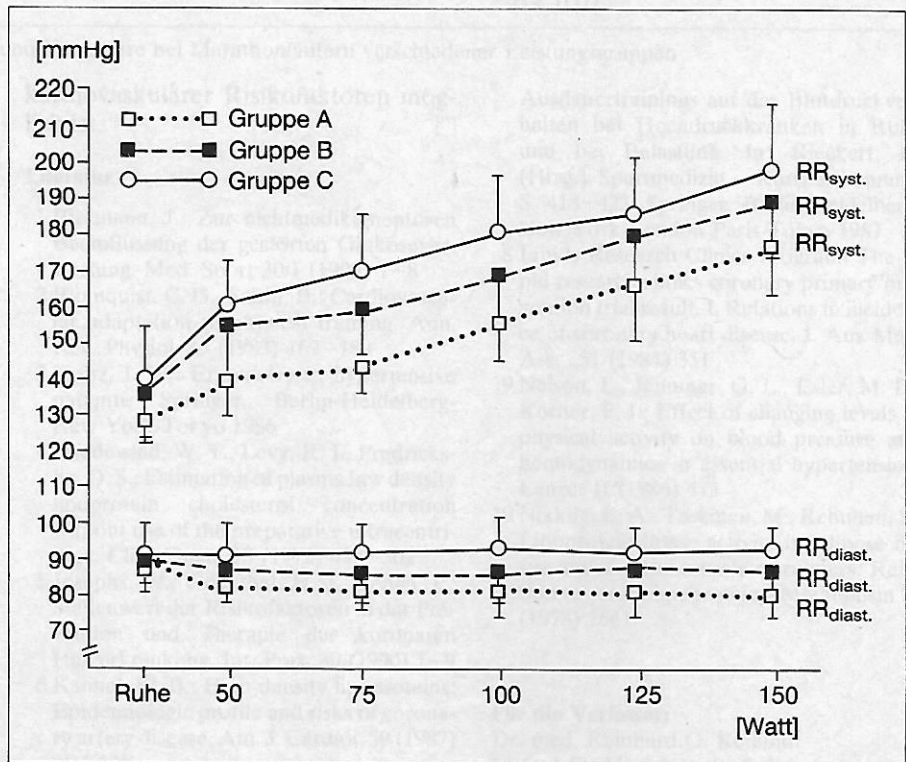


Abbildung 1: Systolischer (RR_{syst.}) und diastolischer (RR_{diast.}) Blutdruck in Ruhe und während standardisierter Ergometrie bei Marathonläufern verschiedener Leistungsgruppen

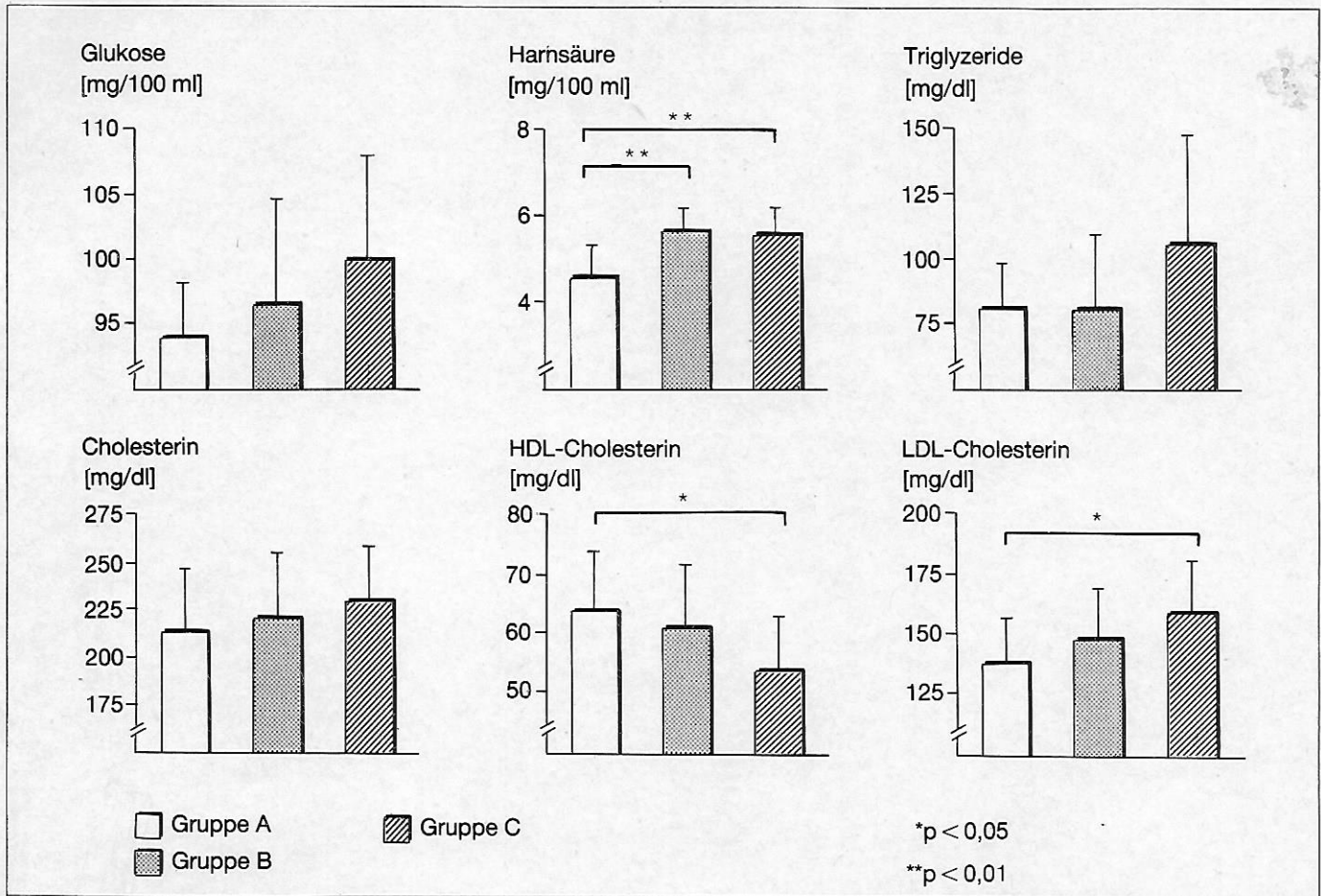


Abbildung 2: Lipide, Lipoproteine, Glukose und Harnsäure bei Marathonläufern verschiedener Leistungsgruppen

erhöhte Lipoproteinlipaseaktivität erklärbar ist (7). Nach den Daten der Framingham-Studie (4) würde die um 10 mg/dl höhere HDL-Konzentration in der Gruppe A im Vergleich zur Gruppe C eine 50%ige Risikominderung bedeuten. Das 7% niedrigere Gesamtcholesterin in der Gruppe A entspräche einer statistischen Risikominderung kardiovaskulärer Ereignisse um 14% (6). Eine verbesserte Nierendurchblutung wäre neben metabolischen Faktoren als Ursache einer Senkung der Harnsäure zu diskutieren. Die Unterschiede bei der Glukose lassen sowohl eine erhöhte Insulinsensitivität als auch eine Erhöhung der Insulinaktivität in der Muskelzelle vermuten (1). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen deutlich, daß bei ausdauertrainierten Sportlern auch noch in einem extremen Leistungsbereich mit ansteigender Trainingsquantität und in Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit eine zunehmend positive Beeinflussung

kardiovaskulärer Risikofaktoren möglich ist. □

Literatur

- 1 Biermann, J.: Zur nichtmedikamentösen Beeinflussung der gestörten Glukoseverwertung. *Med. Sport* 30/1 (1990) 7-8
- 2 Blomquist, C. G., Saltin, B.: Cardiovascular adaptation to physical training. *Ann. Rev. Physiol.* 45 (1983) 169-189
- 3 Franz, I. W.: *Ergometry in hypertensive patients*. Springer, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo 1986
- 4 Friedewald, W. T., Levy, R. I., Fredrickson, D. S.: Estimation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentration without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* 18 (1972) 499-502
- 5 Josephs, W., Odenthal, H. J., Lenga, P.: Stellenwert der Risikofaktoren in der Prävention und Therapie der koronaren Herzerkrankung. *Int. Prax.* 30 (1990) 1-9
- 6 Kannel, W. B.: High-density lipoproteins: Epidemiologic profile and risks of coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 59 (1987) 9B-12B
- 7 Ketelhut, R., Behr, U., Franz, I. W.: Zur Wirkung eines 18monatigen regelmäßigen

Ausdauertrainings auf das Blutdruckverhalten bei Hochdruckkranken in Ruhe und bei Belastung. In: Rieckert, H. (Hrsg.): *Sportmedizin - Kursbestimmung*, S. 418-423. Springer, Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo 1987

- 8 Lipids Research Clinics Program: The lipid research clinics coronary primary prevention trial result. I. Relations in incidence of coronary heart disease. *J. Am. Med. Ass.* 251 (1984) 351
- 9 Nelson, L., Jennings, G. L., Esler, M. D., Korner, P. I.: Effect of changing levels of physical activity on blood pressure and hemodynamics in essential hypertension. *Lancet* II (1986) 473
- 10 Nikkilä, E. A., Taskinen, M., Rehunen, S.: Lipoprotein lipase activity in adipose tissue and skeletal muscle of runners: Relation to serum lipoproteins. *Metabolism* 27 (1978) 1661

Für die Verfasser:

Dr. med. Reinhard G. Ketelhut
 Institut für Herz-Kreislaufkrankungen
 Perleberger Straße 51
 1000 Berlin 21