

# Langzeiteffekte von Ausdauertraining auf kardiovaskuläre Risikofaktoren

eine randomisierte, kontrollierte Studie bei inaktiven  
Männern und Frauen mittleren Alters

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Suter, Esther Margrit

**Publication date:**

1989

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000568877>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

# **LANGZEITEFFEKTE VON AUSDAUERTRAINING AUF KARDIOVASKULÄRE RISIKOFAKTOREN**

eine randomisierte, kontrollierte Studie bei inaktiven  
Männern und Frauen mittleren Alters

Abhandlung  
Zur Erlangung des Titels

DOKTORIN DER NATURWISSENSCHAFTEN  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

**Esther Margrit Suter**

Dipl. sc. nat. ETH

geboren am 25. Februar 1962  
von Beromünster LU

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. H.-U. Wanner, Referent  
Prof. Dr. C. Wenk, Koreferent  
Dr. B. Marti, Koreferent

1989

*H. U. Wanner*

## ZUSAMMENFASSUNG

61 Männer (mittleres Alter  $37.5 \pm 8.5$  Jahre) und 33 Frauen ( $40.1 \pm 9.0$  Jahre) nahmen freiwillig an einer randomisierten, kontrollierten Interventionsstudie mit präventiver Zielsetzung teil. Es waren nur subjektiv gesunde, nichtrauchende Personen mit Blutdruck unter 170/110 mmHg zugelassen, die weniger als eine Stunde Ausdauersport pro Woche betrieben. Die Trainingsintervention bestand aus 120 Min. Jogging pro Woche über die Dauer von vier Monaten. Das Lauftraining wurde von den Probanden grundsätzlich in eigener Verantwortung, unter Ueberwachung des Trainingspulses zu Hause durchgeführt. Die Trainingsintensität betrug 85% des Pulses an der anaeroben Schwelle, welche zuvor individuell mit einem maximalen Lauftest nach dem Prinzip von Conconi bestimmt worden war.

Anhand der Daten aus der Grunduntersuchung wurden Wechselbeziehungen zwischen Dauerleistungsvermögen, anthropometrischen Messgrößen, Lebensstilfaktoren und Serumlipoproteinen untersucht. Bei beiden Geschlechtern war das Bauch- zu Hüftumfangverhältnis der beste Prädiktor für LDL, Apo B, VLDL und Triglyzeride (positive Beziehung), HDL und Apo A-I (inverse Beziehung). Bei den Männern war der mittels Bioimpedanz gemessene Körperfettanteil der zweitbeste Prädiktor für die Lipoproteine und Apolipoproteine, während es bei den Frauen der Körpermassenindex war (KMI). Die prädiktive Bedeutung der zusätzlich zum KMI erhobenen anthropometrischen Variablen wurde getestet, indem sie dem bereits alle verfügbaren Lebensstilfaktoren enthaltenden Regressionsmodellen für die Lipide schrittweise beigefügt wurden. Sowohl die Summe der vier Hautfalten (als Indikator für die Masse des Subkutanfetts) als auch das Verhältnis von Bauch- zu Hüftumfang (als Indikator für die Körperfettverteilung) waren bei den Männern unabhängig und vergleichsweise stark prädiktiv für HDL, Triglyzeride und die Quotienten von Apo B/ Apo A-I resp. LDL/HDL, indem beide Variablen die Varianz der Regressionsmodelle eindeutig zu erhöhen vermochten. Ferner zeigten alle vier anthropometrischen Parameter in beiden Geschlechtern eine klare, inverse Beziehung zum mittels Feldtest gemessenen Dauerleistungsvermögen ( $r = -0.46$  bis  $-0.62$  bei den Männern, resp.  $-0.38$  bis  $-0.58$  bei den Frauen).

Das Dauerleistungsvermögen seinerseits war bei den Männern in bivariaten Analysen mit einem günstigen Serumlipidprofil korreliert, verlor aber viel von seiner prädiktiven Kraft in multivariaten Analysen. Dies deutet darauf hin, dass zumindest ein Teil des Effektes von Fitness auf die Serumlipide über einen geringeren Körperfettanteil zustandekommen dürfte. In einem multivariaten Modell vermoch-

ten die anthropometrischen Messgrößen zusammen mit Alter und Lebensstilfaktoren wie körperliche Aktivität und Alkoholkonsum 58% der beobachteten Varianz des Dauerleistungsvermögens zu erklären. Somit kam diesem einfach zu erhebenden Fitnessparameter in den Querschnittsanalysen eine zweifache Bedeutung zu: Zum einen spiegelte sich in ihm als Erfolgsvariable mehrere Lebensgewohnheiten in integrierter Weise wider, zum andern war das Dauerleistungsvermögen selbst ein wichtiger, unabhängiger Prädiktor des Lipidprofils.

Obwohl die Laufaktivität der Probanden insgesamt deutlich geringer als erwartet ausfiel, konnten bei den Männern folgende 4-Monate Nettoeffekte (Aenderungen in der Trainingsgruppe minus Aenderungen in der Kontrollgruppe) beobachtet werden: HDL +0.12 mmol/l (95% Vertrauensintervall 0.02, 0.22;  $p=0.028$ ), LDL +0.08 mmol/l (ns), VLDL -0.26 mmol/l (-0.45, -0.07;  $p=0.009$ ), Triglyzeride -0.21 mmol/l (ns), HDL/Gesamtcholesterin +0.02 (0.001, 0.05;  $p=0.047$ ). Die Nettoänderungen im Dauerleistungsvermögen und im Ruhepuls waren ebenfalls signifikant positiv. Die Nettoänderungen der anthropometrischen Messgrößen verpassten zumeist die statistische Signifikanz, zeigten aber in eine plausible Richtung, indem die Trainingsgruppe eine tendenzielle Körperfettabnahme verzeichnete. Weiterführende Analysen zeigten, dass z.B. ein Anstieg der gesamten körperlichen Aktivität mit einem Anstieg des HDL/Gesamtcholesterin-Quotienten verbunden war ( $r=0.46$ ,  $p<0.001$ ), resp. Aenderungen im prozentualen Anteil Körperfett mit gegensinnigen Aenderungen des HDL/Gesamtcholesterin-Quotienten korrelierten ( $r=-0.40$ ,  $p<0.001$ ), oder es zeigte sich eine inverse Beziehung zwischen Aenderungen der Hautfaltensumme und Aenderungen der HDL<sub>2</sub>-Subfraktion ( $r=-0.39$ ,  $p<0.001$ ). Interessanterweise ergaben sich aber keine signifikanten Korrelationen zwischen Aenderungen des Dauerleistungsvermögens und Aenderungen der Serumlipide.

Die Nettoänderungen im Blutdruck verpassten die statistische Signifikanz. Schloss man jedoch die bei Studienbeginn hypotensiven Probanden ( $n=19$ ) von der Analyse aus, konnte ein signifikanter Nettoeffekt des Trainings auf den diastolischen Blutdruck beobachtet werden (-4.3 mmHg,  $p=0.048$ ). Ein Anstieg des Dauerleistungsvermögens war sowohl mit einem Anstieg des systolischen Blutdrucks (SBD) als auch des diastolischen Blutdrucks (DBD) verbunden (SBD  $r=0.37$ ,  $p<0.05$ ; DBD  $r=0.25$ , ns). Aenderungen der gesamten körperlichen Aktivität waren hingegen genauso wie Aenderungen des Körperfettanteils oder des Bauch- zu Hüftumfangverhältnisses mit günstigen Aenderungen im DBD korreliert ( $r=-0.28$ , 0.33, resp. 0.35;  $p<0.05$  für alle).

Multivariate Analysen lassen vermuten, dass ein grosser Teil der günstigen Effekte von Jogging sowohl auf das HDL wie auf den Blutdruck durch eine begleitende Körperfettabnahme zustandekommen dürfte.

Bei den Frauen nahm die körperliche Aktivität in der Freizeit signifikant zu. Die Verbesserung des Dauerleistungsvermögens verpasste allerdings die statistische Signifikanz und die Nettodifferenz des Ruhepulses war praktisch Null. Die Aenderungen der anthropometrischen Parameter waren nicht so konsistent wie bei den Männern und erreichten mit Ausnahme der Abnahme der Hautfaltensumme in der Trainingsgruppe keine statistische Signifikanz.

Die 4-Monate Aenderungen der Serumlipide und des Blutdrucks waren allgemein gering und statistisch nicht signifikant. Bei der Untergruppe der Frauen mit deutlich verbessertem Dauerleistungsvermögen wiesen hingegen die Veränderungen der Serumlipide durchwegs in eine risikovermindernde Richtung. Dies deutet darauf hin, dass eine zu geringe durchschnittliche Laufaktivität bei den Frauen eine wichtige Teilursache für den fehlenden HDL-Anstieg sein dürfte.

Wir schliessen aus den Resultaten dieser Studie, dass ein 4-monatiges, in Eigenregie durchgeführtes Joggingtraining von 120 Min. pro Woche bei untrainierten Personen grundsätzlich durchführbar ist. Es vermag bei einem selbstselektionierten Kollektiv von nichtrauchenden Männern und Frauen mittleren Alters das HDL-Cholesterin zu erhöhen und den Blutdruck bei leicht hypertensiven Probanden geringfügig zu senken. Die Daten lassen vermuten, dass zumindest ein Teil der günstigen Effekte von Jogging auf die kardiovaskulären Risikofaktoren durch eine begleitende Abnahme des Körperfetts zustande kommen dürfte, wobei quantitative Aspekte der körperlichen Aktivität (zumindest bei den Männern) wichtiger zu sein scheinen als die Trainingsintensität.

## SUMMARY

To study the effects of long-term, home-based exercise on physical fitness and cardiovascular risk factors, a controlled, randomized study was conducted in 61 men (mean age  $37.5 \pm 8.5$  years) and 33 women ( $40.1 \pm 9.0$ ). Only non-smoking men and women free of cardiovascular disease with blood pressure levels below 170/110 mmHg and with no more than one weekly hour of endurance sports activity were admitted to the study. The training intervention consisted of a principally home-based exercise program of at least 120 mins jogging per week for four months. The individually prescribed training intensity was 85% of the heart rate at the anaerobic threshold. Anaerobic threshold and endurance capacity were estimated from an outdoor maximal exercise test following the Conconi protocol.

Analysis of cross-sectional data revealed, that among both genders the ratio of waist-to-hip circumferences (WHR) was the single best predictor of levels of LDL-C, apo B, VLDL-C and triglycerides (positive association) as well as HDL-C and apo A-I (inverse association). In men, body fat as estimated from bioelectrical impedance measurement was the second best predictor of lipoprotein and apolipoprotein concentrations, whereas in women it was the body mass index (BMI). The additional independent predictive power of WHR and body fat for the lipid profile in men was tested in multivariate analyses by adding WHR and body fat sequentially to the regression models containing already all lifestyle parameters. Inclusion of body fat and WHR increased the predictive power of the equations for HDL, triglycerides and the ratios of apo B/apo A-I as well as LDL/HDL. All four anthropometric parameters showed a strong inverse association to endurance capacity among both genders ( $r = -0.46$  to  $-0.62$  for men, resp.  $-0.38$  to  $-0.58$  for women).

In bivariate analyses endurance capacity was significantly and favourably related to serum lipids and lipoproteins in men. The independent impact was, however, clearly reduced in multivariate analysis, which suggests that a substantial part of the beneficial effects of exercise and fitness on blood lipids is mediated through alterations of body composition and fat distribution. In a multiple linear regression analysis of endurance capacity, the equation based on age, behavioral variables and anthropometric measurements explained 58% of variance of endurance capacity.

Despite varying adherence to the exercise regimen, the following 4-month net changes (effect in exercise group minus effect in control group) were seen in men: HDL-C  $+0.12$  mmol/l (95% confidence interval 0.02, 0.22;  $p = 0.028$ ), LDL-C  $+0.08$

mmol/l (ns), VLDL-C -0.26 mmol/l (-0.45, -0.07;  $p=0.009$ ), triglycerides -0.21 mmol/l (ns), HDL/total cholesterol +0.02 (0.001, 0.05;  $p=0.047$ ). The net changes in endurance capacity and resting heart rate in favour of exercise were significant as well. The net changes of anthropometric characteristics were mostly nonsignificant, although exercisers tended to lower, and controls tended to increase their estimated body fat. Exploratory analyses revealed, for example, associations of the increase in total physical activity with an increase in the HDL-C/total cholesterol ratio ( $r=0.46$ ;  $p<0.001$ ) and of the estimated body fat content with an opposed change in the HDL-C/total cholesterol ratio ( $r=-0.40$ ;  $p<0.001$ ) or an inverse relationship of the change in subcutaneous fat with a change in the HDL<sub>2</sub>-level ( $r=-0.39$ ;  $p<0.001$ ). Interestingly, no significant correlations could be observed between the changes in endurance capacity and the changes in serum lipids.

Net changes in arterial blood pressure were nonsignificant, but after exclusion of low-normotensive men ( $n=19$ ) from analysis, a significant net effect of exercise on diastolic blood pressure was seen (-4.3 mmHg;  $p=0.048$ ). Exploratory analyses indicated, that an increase in endurance capacity was directly related to the change in systolic and diastolic blood pressure ( $r=0.37$ ;  $p<0.05$ , resp.  $r=0.25$ ; ns). On the other hand, changes in total physical activity as well as changes in body fat or WHR were favorably related to changes in diastolic blood pressure ( $r=-0.28$ , 0.33 and 0.35;  $p<0.05$  for all). Multivariable analyses revealed that much of the beneficial effect of exercise on HDL and blood pressure was apparently mediated through a decrease in body fat.

In women total physical activity increased significantly. But the improvement in endurance capacity was nonsignificant and the net change in resting heart rate was close to zero. Changes in anthropometric measurements were somewhat inconsistent and failed to reach statistical significance with the exception of the decrease in sum of skinfolds.

The 4-month net changes in serum lipids and blood pressure were generally small and nonsignificant. In the subgroup of women who clearly improved endurance capacity, however, changes in serum lipids were favorably. This indicates that a too low exercise adherence of study women was probably a main reason for the lack in HDL-rise.

This study confirms that an individually prescribed, home-based jogging program of 120 mins per week during four month is feasible in untrained, sedentary,

---

non-smoking volunteers. It can somewhat increase serum HDL-C and slightly reduce blood pressure in high-normotensive subjects. The results revealed that probably most of the beneficial effects of exercise on cardiovascular risk factors is mediated by a concomitant reduction in body fat. One would be inclined to emphasize rather the importance of quantitative aspects of physical activity than its intensity, at least in men.