
WOLFGANG KEMMLER, SIMON VON STENGEL, KLAUS ENGELKE, WILLI KALENDER
Institut für Medizinische Physik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Einfluss körperlichen Trainings auf Herz-Kreislauf-Risikofaktoren bei älteren Frauen mit Metabolischem Syndrom

6-Monats-Ergebnisse der Senioren Fitness und Präventions-Studie (SEFIP)

1 Einleitung

Fast jeder sechste Euro im deutschen Gesundheitswesen wird für die Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen aufgewendet. Die Kosten des Diabetes mellitus als adjuvante Erkrankung werden mit ca. 5 Mrd. Euro/p. a. beziffert (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2004). Zusätzlich lassen epidemiologische Daten über die Entwicklung von Körpergewicht und Adipositas in Deutschland auf ein weiteres Ansteigen der Prävalenzraten der oben aufgeführten Erkrankungen schließen (BENECKE & VOGEL, 2005).

Die Prävalenz des Metabolischen Syndroms als Risikokonglomerat kardialer und metabolischer Erkrankungen ist in Deutschland derzeit nicht präzise gesichert, da die „Consensus-Konferenz“ zur „idealen“ Festlegung der Kriterien dieses Syndroms erst kürzlich abgeschlossen wurde (ALBERTI, ZIMMET & SHAW, 2006). Legt man die neue Definition zugrunde, so beträgt die Prävalenz bei vergleichbaren kaukasischen Kollektiven (Österreich) ca. 26% für Männer und ca. 20% für Frauen (SANDHOFER et al., 2007).

Diese extrem hohe Prävalenz stellt das Gesundheitswesen vor gravierende Probleme, nicht zuletzt deswegen, weil derzeit keine medikamentöse Therapieform übergreifend Wirkung auf dieses komplexe Risikofaktorenkonglomerat zeigt. Im Gegensatz dazu zeigen unterschiedliche Untersuchungen, dass verstärkte körperliche Aktivität (FORD & CHAOYNAG, 2006) oder gezieltes körperliches Training das Potenzial aufweisen, die Risikofaktoren des Metabolischen Syndroms wie Glucoseintoleranz/Insulinresistenz (DI LORETO et al., 2005), Dyslipidämie (HOUDE & MELILLO, 2002), Bluthochdruck (ACSM, 1998) und abdominale Adipositas (KAY & FIATARONE SINGH, 2006) positiv zu beeinflussen.

Nun sind Alltagsaktivität und körperliches Training schon bezüglich der Belastungsinhalte auch innerhalb der präventiv/therapeutischen Ausrichtung ein heterogener Bereich, der von Spazierengehen über Krafttraining bis High-Impact Aerobic variieren kann. Berücksichtigt man zusätzlich die vielfältigen Belastungs- und Reizkonstellationen, die solche Aktivitäten beinhalten können (also bspw. umfangorientiertes Wandern vs. hochintensives Krafttraining), so wird schnell klar, dass eine einzelne spezifische Trainingsintervention insbesondere beim älteren Menschen mit entsprechend erweitertem Risikoprofil nur schwerlich alle

wichtigen Beschwerden und Risikofaktoren positiv beeinflussen kann. Dies wäre jedoch nötig, da kaum eine Person bereit ist, spezielle meist „lediglich“ präventiv orientierte Trainingsprogramme jeweils mehrmals pro Woche durchzuführen (MARCUS, 1998). Somit war ein wesentliches Ziel der Senioren Fitness und Präventions-Studie, den Einfluss einer übergreifenden Trainingsintervention im Gruppenrahmen auf wichtige Risikofaktoren älterer Frauen zu überprüfen. Primärer Endpunkt der SEFIP-Studie ist dabei das Frakturrisiko, erfasst über die Knochendichte und die Sturzhäufigkeit. Sekundäre Endpunkte sind Parameter des Metabolischen Syndroms.

Im Rahmen unserer Halbjahresergebnisse konzentrieren wir uns in diesem Beitrag auf den Komplex Metabolisches Syndrom in der relevanten Subgruppe von Frauen mit vorliegendem Metabolischem Syndrom gemäß der IDF (International Diabetes Federation)-Definition (ALBERTI, ZIMMET & SHAW, 2006).

In der vorliegenden Arbeit soll nun die Fragestellung verfolgt werden, welchen Einfluss das körperliche Training auf die „Prävalenz“ des Metabolischen Syndroms ausübt – und über welche der einzelnen Risikofaktoren das Metabolische Syndrom beeinflusst werden kann.

2 Methodik

Die Senioren Fitness und Präventions-Studie (SEFIP) ist eine 18-monatige, randomisierte und einfach verblindete Untersuchung mit über 65-jährigen Frauen. Die Untersuchung wurde vom Bundesamt für Strahlenschutz (Z5-22462/2-2005-026) und von der Ethikkommission der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Ethik Antrag 3354) überprüft und genehmigt. Alle Teilnehmerinnen gaben vor Beginn der Untersuchung ihre schriftliche Einwilligung. Die Untersuchung wird durch das Institut für Medizinische Physik der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg durchgeführt. Die methodische und statistische Begleitung der Untersuchung erfolgt durch das Institut für Biometrie und Medizinische Statistik der FAU.

2.1 Endpunkte

Primäre Endpunkte

- Knochenfestigkeit
- Sturzhäufigkeit

Sekundäre Endpunkte

- Metabolisches Syndrom
- Körperliche Fitness
- Subjektives Wohlbefinden

2.2 Stichprobe der SEFIP-Studie

Insgesamt 246 Frauen aus der Region Erlangen-Nürnberg wurden über persönliche Anschreiben und Werbeauftrufe von Juni 2005 bis Februar 2006 rekrutiert und nach Anwendung der unten aufgeführten initialen Ein- und Ausschlusskriterien in die SEFIP-Untersuchung aufgenommen:

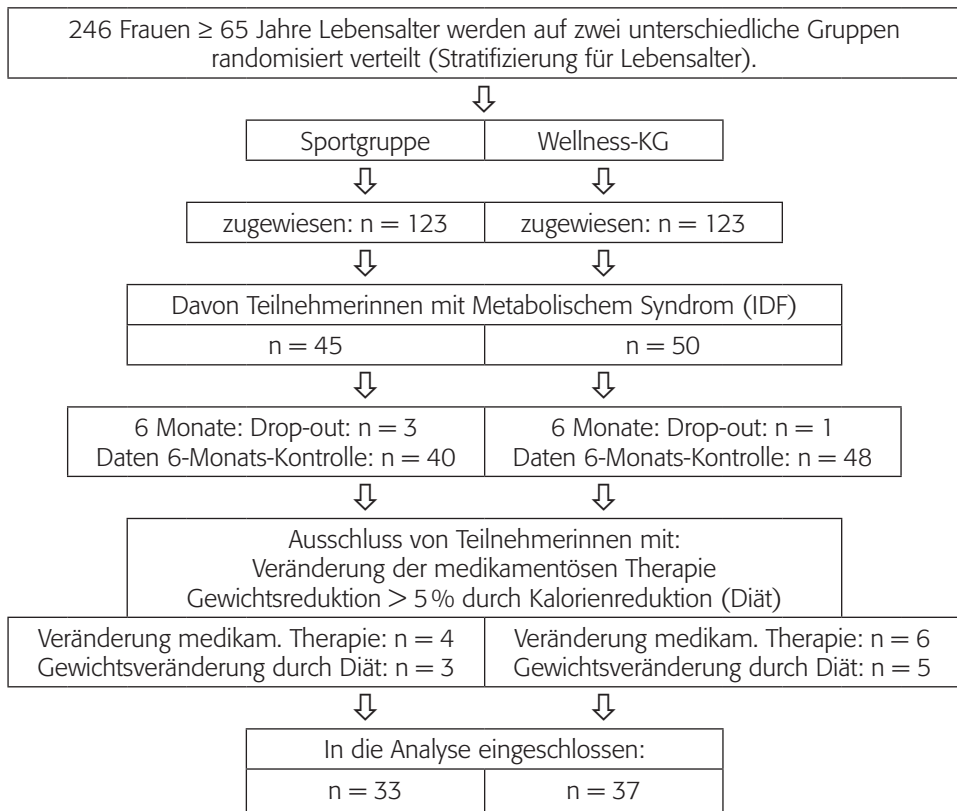


Abb. 1: Studiendesign der SEFIP-Studie sowie Flow-chart der vorliegenden Stichprobe

2.2.1 Einschlusskriterien

- Weiblich $>$ 65 Jahre Lebensalter

2.2.2 Ausschlusskriterien

- Gleichzeitige Teilnahme an anderen Interventionsstudien mit Effekt auf Sturz- und Frakturrisiko, Herz-Kreislaufisiko oder körperliche Fitness
- Sekundäre Osteoporosen
- Herz-Kreislauf-Erkrankungen
- Einnahme von Medikamenten mit Einfluss auf den Muskel- und Knochenmetabolismus im Zeitraum von zwei Jahren vor Studienbeginn
- sehr geringe körperliche Leistungsfähigkeit
- Alkoholmissbrauch.

Die Gesamtstichprobe wurde mittels computergenerierter Randomisierungsliste unter Beachtung des Lebensalters gleichmäßig auf zwei Subgruppen (Abb. 1) verteilt.

Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen mit absolut inaktiven Kontrollgruppen versuchten wir die Untersuchung auf der Patientenebene durch Etablierung

einer aktiven Kontrollgruppe mit abweichenden Trainingszielen (s. u.) zu „verblinden“. Eine Erfassung des Erfolges dieser Maßnahme erfolgt zum Studienende.

2.2.3 Stichprobe der vorliegenden Untersuchung

Von den insgesamt 246 Probanden wiesen 95 Teilnehmerinnen der Subgruppen „Rehabilitationssport“ und „Wellness-Kontrollgruppe“ der SEFIP-Studie ein Metabolisches Syndrom gemäß ALBERTI et al. (2006) auf. Ausschließlich diese Teilnehmerinnen wurden in die vorliegende Analyse eingeschlossen. 45 Personen gehörten dabei der Rehabilitationssportgruppe an, 50 Personen waren Mitglieder der Wellness-Kontrollgruppe (WG).

2.3 Intervention

2.3.1 Rehabilitationssport

Das Trainingsprogramm gliederte sich in zwei überwachte, gemeinsame Trainingseinheiten (je 60 min) sowie in zwei Heimtrainingseinheiten (je 15–20 min) pro Woche. Die Teilnehmerinnen der Trainingsgruppe führten Trainingstagebücher, die alle sechs Monate eingesammelt und ausgewertet wurden, um Rückschlüsse auf die Häufigkeit und Vollständigkeit der Trainingsdurchführung zu gewinnen. Die gemeinsamen Trainingseinheiten erfolgten an zwei nicht aufeinander folgenden Tagen je Woche und wurden von speziell geschulten Übungsleitern durchgeführt und überwacht. Die Teilnehmerzahl je Gruppe betrug zu Beginn der Interventionsmaßnahme 10–15 Personen. Die Einheit gliederte sich in vier Sequenzen: 1. Ausdaueranteil/Warm-up; 2. Koordination; 3. isometrisches Krafttraining; 4. dynamisches Krafttraining und ein während der Pausen durchgeführtes Training der Beweglichkeit.

1. 20 min überwiegend Low-Impact-Aerobic bei 70–85% Hfmax
2. 3–5 min spezifisches Training der Gleichgewichtsfähigkeit
3. 20 min isometrisches Maximalkrafttraining (8–10 sec maximale Anspannung), überwiegend Hüft-, Rumpfmuskulatur (9–11 Übungen, 1–3 Sätze)
4. 15–17 min Übungen mit elastischen Bändern (obere Extremitäten, Schulter), 2–3 Sätze mit 12–15 Wiederholungen (Vorgabe: Ausbelastung – 2 Wdh.); spezifische Kraftübungen für die unteren Extremitäten (Wadenheben, Ausfallschritte, einbeinige Kniebeugen, Beinabduktion), zwei Sätze im Zirkeltrainingsmodus mit ca. je 12 Wdh.

In den Übungs- oder Satzpausen wurden korrespondierende Übungen zur Beweglichkeit nach der Dauerdehnungsmethode durchgeführt.

2.3.2 Wellnessgruppe („Kontrollgruppe“)

Innerhalb der Wellness-Kontrollgruppe stand die Verbesserung des subjektiven Wohlbefindens im Vordergrund. Im Gegensatz zur Rehabilitationssportgruppe, deren Übungsbetrieb durchgängig betrieben wurde, führte die Wellnessgruppe ihr Programm in Blocks über 10 Wochen mit jeweils 10-wöchigen Pausen durch. Das Übungsprogramm wurde während der Trainingsphasen einmal pro Woche angeboten. Innerhalb der Wellnessgruppe wurden unterschiedliche Inhalte mit niedriger Belastungsintensität durchgeführt. Neben der Verbesserung des subjektiven Wohlbefindens sollten sich die Teilnehmerinnen durch das Programm mit

den unterschiedlichen Inhalten eines gesundheitsorientierten Bewegungsverhaltens vertraut machen. Die Trainingsgestaltung und Auswahl der Belastungsnormativa wurden dabei so gewählt, dass physiologische Größen möglichst nicht beeinflusst wurden.

Das Wellnessprogramm unterteilte sich in fünf Sequenzen:

1. Informationsteil (5 min), 2. Aufwärmteil (10 min; < 60% Hfmax, Borg: 10–11), 3. Hauptteil mit den unten aufgeführten Inhalten (20 min, s. u.), 4. Stretching (15 min), 5. Entspannung mit systematischem Erlernen verschiedener Techniken (10 min).

Inhalte des Hauptteils waren:

- Entspannungstechniken (Einführung)
- Spielerische Bewegungsformen
- Rückenschule/Funktionsgymnastik
- Atemgymnastik
- Beckenbodengymnastik
- Tai-Chi Bewegungsübungen
- Körperwahrnehmung
- Tänze
- Yoga-Elemente
- Techniken der Fuß- und Partnermassage.

Die Belastung der Teilnehmer sollte bei den entsprechenden Ausdauer- oder Kräftigungsübungen ein leichtes bis mittleres Belastungsgefühl nicht überschreiten. Auf eine progressive Belastungserhöhung im Verlauf wurde bewusst verzichtet.

2.4 Messungen

Die vorliegende Zwischenanalyse unserer 18-monatigen Interventionsstudie schließt ausschließlich Risikofaktoren/Messgrößen ein, bei denen der halbjährige Interventionszeitraum ausreichend erscheint, relevante Veränderungen zu bewirken.

2.4.1 Definition des Metabolischen Syndroms gemäß IDF (ALBERTI, ZIMMET & SHAW, 2006)

Tab. 1: Metabolisches Syndrom gemäß International Diabetes Federation (ALBERTI, ZIMMET & SHAW, 2006)

Stammfettsucht	Taillenumfang je nach Ethnie: Weiße Europäer: ♂ ≥ 94 cm; ♀ ≥ 80 cm
und mindestens zwei der unten aufgeführten Risikofaktoren	
Erhöhte Triglyzeride	≥ 150 mg/dl (1.7 mmol/l)
Erniedrigtes HDL-C	♂ ≤ 40 mg/dl (≤ 1.03 mmol/l), ♀ ≤ 50 mg/dl (≤ 1.29 mmol/l) oder spezifische medikamentöse Therapie
Erhöhter Blutdruck	Diastolisch ≥ 85 mmHG oder systolisch ≥ 130 mmHG oder spezifische medikamentöse Therapie
Erhöhte Nüchtern glukose	≥ 100 mg/dl (5.6 mmol/l) oder Diabetes Typ II (Zusätzlich wird ein oraler Glukosetoleranztest empfohlen)

2.4.2 „Prävalenz“ des Metabolischen Syndroms

Da eine Veränderung der Prävalenz in Kollektiven mit ausschließlichen Vorliegen des Indikators nicht zu berechnen ist¹, wählten wir als übergreifenden Indikator des Metabolischen Syndroms die Anzahl der initial und zum 6-Monats-Testtermin vorliegenden Risikofaktoren nach IDF (s. o.) aus.

2.4.3 Anthropometrie

Körpergewicht und Körpergröße sowie Umfangs- und Längenwerte unterschiedlicher Körperregionen wurden über entsprechende Messungen an geeichten Geräten zu allen Messzeitpunkten ermittelt. Aus Körpergröße und Körpergewicht wurde nach der Formel Körpergewicht (in Kilogramm) dividiert durch Körpergröße (in Meter)² der Body-Mass-Index (BMI) errechnet. Der Taillenumfang wurde an der schmalsten Stelle zwischen kaudaler Rippe und Beckenkamm erfasst, entsprechend wurde der Hüftumfang an der breitesten Stelle der Hüfte erfasst.

2.4.4 Blutentnahme

Die Blutentnahme erfolgte zu Beginn der Untersuchung und in 6-monatigem Abstand. 24 Stunden vor der Blutentnahme erfolgte weder eine Trainingsmaßnahme noch sollte eine intensive körperliche Belastung durchgeführt werden. Ebenfalls 24 Stunden vor der Blutentnahme sollten die Teilnehmerinnen auf Alkohol, Nikotin und ungewöhnliche Nahrungszufuhr verzichten. Die Blutentnahmen erfolgten nüchtern zwischen 7:00 und 9:00 Uhr durch Venenpunktion in der Ellbeuge.

2.4.5 Labor

Gesamtcholesterin, LDL-Cholesterin, HDL-Cholesterin, Triglyzeride und Blutzucker wurden mittels Testkits der Firma Olympus Diagnostica GmbH (Hamburg, Deutschland) analysiert. Die Analyse wurde im Zentrallabor der Medizinischen Klinik I der FAU Erlangen-Nürnberg durchgeführt.

2.4.6 Blutdruck

Die Blutdruckmessung erfolgte zu Beginn der Untersuchung und in 6-monatigem Abstand jeweils zur selben Uhrzeit (± 60 min) im nicht-nüchternen Zustand. Die Messungen wurden nach 5-minütigem Sitzen mittels eines automatischen Blutdruckmessgerätes (Bosco, Bosch, Jungingen, Deutschland) durchgeführt. Parallel zur Messung des Blutdrucks wurde die Herzfrequenz in Ruhe mit demselben Gerät erfasst.

2.4.7 Fragebogen

Der Anamnese- und Kontrollfragebogen (KEMMLER & RIEDEL, 1998) wurde mit den Teilnehmerinnen jeweils zum Blutentnahmeterrmin besprochen mit der Bitte, ihn zum Sporttest – etwa zwei Wochen später – ausgefüllt mitzubringen. Zum zweiten Messtermin wurde der Fragebogen mit den Teilnehmerinnen nochmals durchgesprochen und von den Untersuchern auf Unzulänglichkeiten geprüft, die dann

¹ Grundsätzlich ist nur eine Verringerung möglich, Personen bei denen sich ein Metabolisches Syndrom über den Interventionszeitraum entwickeln könnte, kommen ja nicht hinzu.

unmittelbar mit den Teilnehmerinnen korrigiert werden konnten. Parallel dazu wurde der SF 12 (BULLINGER & KIRCHBERGER, 1998) und der QUALEFFO der Internationalen Osteoporose Foundation abgefragt (LIPS et al., 1999).

2.4.8 Ernährungsanalyse

Die Erfassung der aktuellen Ernährungssituation der Teilnehmerinnen erfolgte durch ein 4-tägiges Ernährungsprotokoll zu Beginn der Untersuchungen. Zum genauen Abwiegen der Speisen wurden den Teilnehmern bei Bedarf präzise Haushaltswaagen (Söhnle combi plus, Murrhardt, Deutschland) überlassen. Die Auswertung der Ernährungsprotokolle erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung für Sportmedizin des Sportinstituts der Universität Bayreuth mittels eines speziellen ernährungswissenschaftlichen Programms (Prodi-4,5/03 Expert). Das genannte Programm enthält neben dem BLS(Bundeslebensmittelschlüssel)-Code die Daten unterschiedlicher Produkthersteller, was eine sehr präzise Eingabe ermöglicht.

2.4.9 Körperzusammensetzung und Körperfett

Körperzusammensetzung und Körperfettgehalt ausgewählter Körperregionen wurden mittels Dual-Energy-X-Ray-Absorptiometrie (DXA, Hologic QDR 4500a, Bedford USA) bestimmt. Diese Technik wurde allerdings für die 6-Monats-Kontrollmessung nicht eingesetzt.

2.4.10 Statistische Analyse

In der vorliegenden Arbeit wurden primär die 6-Monats- mit den Baseline-Daten verglichen und zum besseren Verständnis im Text als prozentuale Veränderungen (δ -Werte) angegeben. Mittelwertsunterschiede innerhalb der Sport- bzw. der Wellnessgruppe zwischen den beiden Zeitpunkten sowie Zwischengruppenunterschiede wurden bei Normalverteilung per T-Test (unabhängiger T-Test: Basis absolute Veränderungen: 6 Monate - basale Messung) ansonsten per Wilcoxon oder Whitney-Mann U-Test analysiert. Die Normalverteilung der Werte wurde mittels Kolmogorow-Smirnov-Test, die Varianzhomogenität mittels Levene-Test überprüft. Es wurde ein Signifikanzniveau von 5% benutzt. Eine α -Fehleradjustierung wurde nicht vorgenommen. Zur Berechnung von Effektstärken wurde der Test von COHEN (COHEN's d) (COHEN, 1988) herangezogen. Verglichen wurden die absoluten Veränderungen innerhalb der Gruppen (s. o.). In Anlehnung an COHEN gelten Effektgrößen von $d \leq 0.2$ als gering, moderat: $d \approx 0.5$ und hoch: $d \geq 0.8$.

Alle Analysen wurden mit SPSS Version 14.0 durchgeführt.

3 Ergebnisse

Aus dem Kreis der Personen mit Metabolischem Syndrom verließen vier Personen der Sport- (n = 3) und Wellnessgruppe (n = 1) die Studie vorzeitig. Als Gründe wurden entweder zu hoher Aufwand (Sportgruppe) oder zu geringes Trainingspensum (Wellnessgruppe) angeführt. Zwei Teilnehmerinnen der Sportgruppe und eine Teilnehmerin der Wellnessgruppe waren zum Messzeitpunkt erkrankt oder nicht erreichbar, sodass für diese Personen keine Daten vorliegen.

Nach Anwendung der Kriterien

- Veränderung der medikamentösen Therapie während des Interventionszeitraumes und
- Gewichtsreduktion von > 5% des Körpergewichts durch bewusste Kalorienreduktion

mussten 18 Teilnehmerinnen ausgeschlossen werden, sodass von den 88 verbliebenen Personen mit Metabolischem Syndrom 70 Personen (33 Teilnehmerinnen der Sportgruppe, 37 Teilnehmerinnen der Wellnessgruppe) in die Datenanalyse aufgenommen wurden. Tabelle 2 zeigt anthropometrische, sportmotorische und ernährungsspezifische Variablen des Kollektivs. Tabelle 3 gibt die initialen Werte der erfassten Risikofaktoren wieder. Zwischen den beiden Gruppen zeigen sich keine signifikanten Zwischengruppenunterschiede.

Bezogen auf den Endpunkt „Anzahl der Risikofaktoren des Metabolischen Syndroms/Person (Abb. 2) reduzierten sich diese Indikatoren (gemäß IDF-Definition) in der Sportgruppe (SG) signifikant ($p = .01$) von durchschnittlich 3.88 ± 0.64 zu

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der anthropometrischen, sportmotorischen und ernährungsspezifischen Variablen der Sport- und der Wellnessgruppe

Variable	Sport (n = 33)	Wellness (n = 37)	p
Lebensalter [Jahre]	68.9 ± 3.5	69.9 ± 4.2	n. s.
Größe [cm]	161.9 ± 5.8	160.3 ± 5.8	n. s.
Gewicht [kg]	72.5 ± 10.1	72.9 ± 10.5	n. s.
Körperfett [%]	38.7 ± 5.6	39.4 ± 4.9	n. s.
Abdominales Fett [g]	3527 ± 1242	3546 ± 1111	n. s.
Sport > 60 min/Woche [%]	22.8	21.6	n. s.
Energieaufnahme [kcal]	1475 ± 357	1478 ± 433	n. s.
Energieverteilung KH/Fett/EW/Alk [%]	46.7/34.7/15.4/3.2	47.6/33.2/16.5/2.7	n. s.
Cholesterinaufnahme [mg]	147.8 ± 78.2	163.7 ± 83.0	n. s.
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren [g]	5.6 ± 2.4	4.7 ± 2.7	n. s.

Tab. 3: Basale Mittelwerte und Standardabweichungen der Einzelparameter des Metabolischen Syndroms gemäß IDF (ALBERTI, ZIMMET & SHAW, 2006)

Variable	Sport (n = 33)	Wellness (n = 37)	p
Taillenumfang [cm]	93.8 ± 7.8	94.8 ± 8.3	n. s.
Triglyzeride [mg/dl]	159.4 ± 71.5	155.4 ± 75.9	n. s.
HDL-Cholesterin [mg/dl]	60.0 ± 11.7	64.1 ± 14.2	n. s.
Nüchtern-glucose [mg/dl]	99.8 ± 13.0	100.5 ± 14.3	n. s.
Blutdruck diastolisch [mm/HG]	87.4 ± 10.7	90.7 ± 11.5	n. s.
Sport > 60 min/Woche [%]	146.1 ± 22.3	153.3 ± 17.5	n. s.

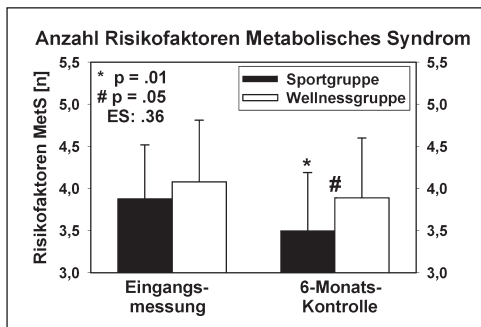


Abb. 2: Basale und 6-Monats-Kontrollwerte der Anzahl der Risikofaktoren des Metabolischen Syndroms

* Signifikante Veränderung im Verlauf
Signifikante Zeit-Gruppen-Interaktion

Beginn auf 3.50 ± 0.73 nach sechs Monaten. In der Wellnessgruppe (WG) zeigte sich ein tendenzieller Rückgang von durchschnittlich 4.08 ± 0.69 auf 3.88 ± 0.71 Risikofaktoren ($p = .25$). Der longitudinale Zwischengruppenunterschied erwies sich als grenzwertig signifikant ($p = .05$; $ES: .36$).

Im Weiteren werden die Auswirkungen der Intervention auf die einzelnen Parameter (IDF-Definition) des Metabolischen Syndroms dargestellt, um die Interpretation des Interventionseffektes zu erleichtern. Die korrespondierenden basalen Werte sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Bezogen auf den Taillenumfang (Abb. 3) als zentrales „Knock-out Kriterium“ des Metabolischen Syndroms nach IDF zeigten sich keine signifikanten Zwischengruppenunterschiede ($p = .51$, $ES = .24$) zwischen Sportgruppe (MV: $-0.9 \pm SD: 2.1\%$, $p = 0.18$) und Wellnessgruppe ($-0.3 \pm 2.8\%$, $p = .91$).

Die Triglyzerid-Konzentration (Abb. 4) nahm innerhalb der Sportgruppe um $-10.4 \pm 18.2\%$ ($p = .02$) ab, während für die Wellnessgruppe ein tendenzieller Anstieg ($8.9 \pm 25.0\%$, $p = .12$) erfasst wurde. Ein Zwischengruppenvergleich zeigte einen signifikanten Unterschied ($p = .02$) zwischen den Gruppen ($ES = .55$). Im Gegensatz dazu zeigte die HDL-Cholesterin-Konzentration (Abb. 3) lediglich tendenzielle positive Veränderungen (SG: $3.5 \pm 12.8\%$, $p = .08$) in der SG verglichen mit einer negativen Veränderung in der WG ($-1.3 \pm 12.2\%$, n. s.). Ein signifikanter Zwischengruppenunterschied ($p = .13$) wurde nicht nachgewiesen ($ES = .39$).

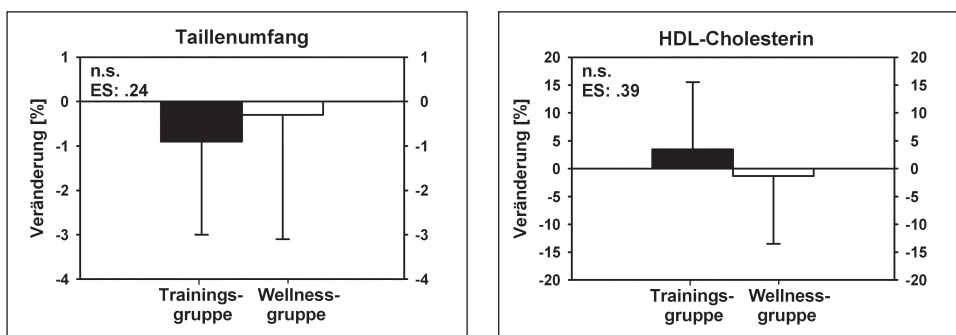


Abb. 3: Zusammenfassende Darstellung der Veränderung des Taillenumfangs und des HDL-Cholesterins

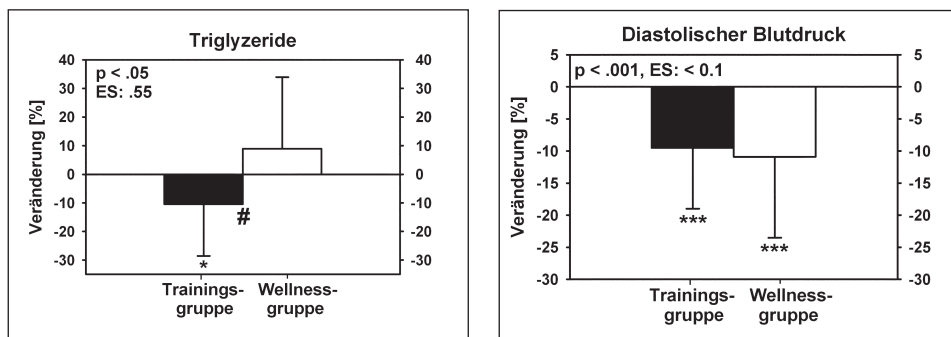


Abb. 4: Zusammenfassende Darstellung der Veränderung der Triglyzeride und des diastolischen Blutdrucks. * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$ für signifikante Veränderung im Verlauf. # Signifikante Zeit-Gruppen-Interaktion

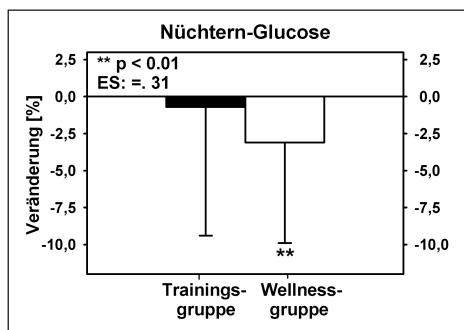


Abb. 5: Zusammenfassende Darstellung der Veränderung der Nüchtern-Glucose
* $p < 0.05$ für signifikante Veränderung im Verlauf

Die Nüchtern-Glucosekonzentration (Abb. 5) reduzierte sich in der Wellnessgruppe signifikant ($p = .01$) um $-3.1 \pm 6.8\%$, während sich in der Sportgruppe nur leichte, nicht signifikante Verbesserungen ($-0.7 \pm 8.7\%$, $p = .19$) zeigten. Ein signifikanter Zwischengruppenunterschied ($p = .18$) bezüglich der longitudinalen Veränderung wurde nicht erfasst (ES: .31).

Für beide Gruppen wurde eine signifikante Reduktion des systolischen (SG: $-4.9 \pm 11.2\%$, $p = .03$ vs. WG: $-5.7 \pm 11.1\%$; $p = .02$) und diastolischen Blutdrucks (Abb. 4) (SG: -9.5 ± 9.5 vs. WG: -10.9 ± 12.6 , je $p < .001$) nachgewiesen. Zwischen den Gruppen zeigten sich für beide Parameter keine signifikanten Unterschiede ($p > 0.8$; ES < 0.1).

4 Diskussion

Ein wesentliches Ziel der übergreifenden SEFIP-Studie ist die Evaluierung der Wirkung eines komplexen, aber wenig geräteaufwendigen Trainingsprogrammes im ambulanten Gruppenrahmen auf die wichtigsten Risikofaktoren des älteren Menschen. Die primären Endpunkte der SEFIP-Studie liegen indes im „Frakturbereich“ (Knochendichte und Sturzhäufigkeit), der Faktor Metabolisches Syndrom wurde als sekundärer Endpunkt klassifiziert. In der vorliegenden Untersuchung wurde

dieser sekundäre Endpunkt Metabolisches Syndrom nicht innerhalb des randomisierten und nach Lebensalter und Leistungsfähigkeit stratifizierten SEFIP-Gesamtkollektivs monitorisiert, sondern innerhalb einer Subgruppe von „subjects at risk“, also von Personen mit einem vorliegenden Metabolischen Syndrom. Obgleich sich zum Zeitpunkt der initialen Messung keine signifikanten Unterschiede zwischen SG und WG zeigten (Tab. 2 und 3), birgt diese Vorgehensweise naturgemäß einige methodische Schwächen, die der Leser bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigen sollte.

Entsprechend der Festlegung der Endpunkte fokussiert das Trainingsdesign mit seiner intensitätsorientierten Vorgehensweise verstärkt den ossären Bereich der Frakturprophylaxe (KEMMLER et al., 2004), der primär für hochintensive Belastungsreize reagibel ist. Inwieweit das vorliegende, leicht adaptierte, aber noch immer wenig umfangsorientierte Trainingsprogramm (auch) Einfluss auf das Metabolische Syndrom als Konglomerat kardialer und metabolischer Risikofaktoren bei Frauen mit einem entsprechenden Profil ausübt, ist Gegenstand dieser Arbeit.

Zusammenfassend zeigt ein intensives körperliches Training einen ebenso signifikanten positiven Einfluss auf Körperzusammensetzung, Blutfette und Lipidprofil wie auf systolischen und diastolischen Blutdruck. Keine wesentlichen Veränderungen wurden bei entsprechenden Mittelwerten im Normalbereich für die Nüchtern-Glukosekonzentration festgestellt.

Auch die niedrigintensive und mit sehr geringer Trainingshäufigkeit durchgeführte Intervention der als Kontrollgruppe etablierten Wellnessgruppe führte zu signifikant positiven Veränderungen des systolischen und diastolischen Blutdrucks und der Nüchtern-glukose. Inwieweit dieses Ergebnis ein tatsächlicher physiologischer Effekt der Intervention ist oder als Placeboeffekt im Sinne einer erfolgreichen Verblindung der Untersuchung betrachtet werden kann, ist schwer zu entscheiden (s. u.). Ein Vergleich unserer Daten mit der entsprechenden Literatur fällt in diesem Fall schwer, da keine Arbeiten vorliegen, die auch nur annähernd mit einer vergleichbar geringen Reizintensität respektive einem ähnlich niedrigen Belastungsvolumen gearbeitet haben.

Vergleicht man das Ergebnis der Sportgruppe mit Literaturdaten, so zeigt sich eine vergleichsweise hohe Übereinstimmung mit Studien, deren Hauptendpunkt (Prävalenz oder Anzahl Risikofaktoren) das Metabolische Syndrom (BREHM et al., 2005; KATZMARZYK et al., 2003; ORCHARD et al., 2005; STEWART et al., 2005; WATKINS et al., 2003 - Übersicht in GAESSER, 2007) oder entsprechende kardiale oder metabolische Größen waren (CASTANEDA et al., 2002; DUMORTIER et al., 2003; GIANNOPOULOU et al., 2005; THOMAS et al., 2005).

Betrachtet man die zuerst genannten Studien, welche die Auswirkungen sportlichen Trainings auf die Prävalenz des Metabolischen Syndroms (u. a. KATZMARZYK et al., 2003; ORCHARD et al., 2005; STEWART et al., 2005) erfassen, so zeigen sich Reduktionen um bis zu 40% (ORCHARD et al., 2005; STEWART et al., 2005). Da uns eine Berechnung der Prävalenz durch die Wahl eines Kollektivs mit initial ausschließlich vorliegendem Metabolischen Syndrom nicht möglich war, wählten wir die Anzahl der Risikofaktoren des Metabolischen Syndroms je Person als Messgröße unseres primären Endpunktes. Zusammenfassend reduzierte sich die Anzahl der Risikofaktoren innerhalb der SG um ca. 10%, innerhalb der WG um 4%. BREHM et al. (2005) fokussierten ebenfalls die Risikofaktoren des Metabolischen Syndroms

über einen Index. Die Autoren erfassten dabei innerhalb der unserem Kollektiv vergleichbaren „high-risk“-Interventionsgruppe eine Reduktion des Risikofaktorenindex um ca. 5%.

Für eine spezifischere Analyse erscheint es bezüglich des Risikofaktorenkonstrukts des Metabolischen Syndroms wichtig, welche Faktoren für die oben beschriebene Reduktion konkret verantwortlich zeichnen.

Betrachtet man innerhalb der Einzelindikatoren des Metabolischen Syndroms zunächst das abdominale Körperfett als zentralen Risikofaktor des Metabolischen Syndroms (MATSUZAWA, 1997), so fügt sich unser Ergebnis gut in die vorliegende Literatur ein. Dabei muss allerdings bedacht werden, dass der Taillenumfang zwar grundsätzlich als sehr guter Prädiktor des abdominalen Körperfetts gilt (KAMEL, MCNEILL & VAN WIJK, 2000; POULIOT et al., 1994), longitudinale Veränderungen des als besonders stoffwechselaktiv (JENSEN, 2006) geltenden viszeralen Körperfetts aber nicht hinreichend genau über die Taillenmessung erfasst werden können (KAY & FIATARONE SINGH, 2006). So berichten KAY und FIATARONE SINGH (2006) von Reduktionen des viszeralen Fettanteils von bis zu 48% gänzlich ohne oder zumindest ohne korrespondierende Veränderungen des Taillenumfanges. Insbesondere für die abdominale Adipositas zeigt es sich somit, dass die wenig aufwendige Erfassung des Taillenumfanges zur Risikoeinschätzung aus epidemiologischer Sicht zwar ausreichend erscheint, für eine Verlaufskontrolle, die sich einem hohen wissenschaftlichen Standard verpflichtet fühlt, sind jedoch dezidiertere Messmethoden wie CT oder MRI anzustreben.

Die optimalen Belastungsinhalte und -normativa zur Reduktion des Körperfetts sind derzeit nicht bekannt. Fest steht jedoch, dass eine Kombination aus Ausdauertraining und intensivem Krafttraining sehr positiven Einfluss auf Körpermasse und Körperfett ausübt (SCHMIDT-TRUCKSÄSS, 2006). Bekannt ist ebenfalls, dass ein vergleichsweise kurzes, aber intensives (65–80% VO_2max) Ausdauertraining im Vergleich zu einem längeren, weniger intensiven (40–55% VO_2max) Programm unter der Prämisse gleichen Energieverbrauchs/Einheit einen vergleichbar positiven Einfluss auf Körperfett und Körperzusammensetzung zeigt (SLENTZ et al., 2005).

KELLEY et al. (2004) erfassen innerhalb ihrer Meta-Analyse von randomisierten kontrollierten Studien mit dem Schwerpunkt „aerobes Training“ bei prä- und postmenopausalen Frauen vergleichbare Veränderungen von -2 bis -5% für die Parameter Gesamtcholesterin, LDL-C und Triglyzeride sowie +3% für das HDL-C. Die Mehrzahl dieser Untersuchungen orientierte sich dabei bezüglich des Belastungsregimes an der ACSM-Empfehlung von 1998 (ACSM, 1998). Obwohl diese Empfehlung sehr heterogen gehalten wurde (3–5-mal 20–60 min bei 55–90% der Hfmax (!)), ist zumindest der Umfang der Ausdauerbelastung in unserer Untersuchung geringer, wohingegen die Reizhöhe im oberen Bereich dieser Empfehlung angesiedelt ist. Trotz dieser Abweichung konnten wir Reduktionen der Triglyzeride erfassen, die mit den Daten von KELLEY zumindest vergleichbar sind. Eine lediglich tendenzielle Erhöhung ohne signifikante Unterschiede zur Wellnessgruppe konnte für das HDL-C erfasst werden. In der Vergangenheit wurde angenommen, dass die Belastungsintensität² des Ausdauertrainings 75–80% der HFmax überschreiten

² Bei moderatem Umfang der Belastung (ca. 2 h/Wo) bzw. bei Laufbelastungen von 10 Meilen/Woche.

muss, um eine positive HDL-C-Reaktion auszulösen (KOKKINOS & FERNHALL, 1999). Neuere Untersuchungen, die den Einfluss der Belastungsintensität auf die Veränderung des HDL-C untersuchen (KING et al., 1995; MCAULEY et al., 2002), belegen jedoch einen teilweise günstigeren Effekt bei niedrigerer Reizhöhe, sodass ein primär belastungsintensitätsabhängiger Mechanismus u. E. nach ausgeschlossen werden kann. Inwieweit der Umfang der Belastung relevant für eine Erhöhung ist, wurde bislang nicht endgültig geklärt. Zwar zeigt eine Übersicht von KOKKINOS und FERNHALL (1999), dass der Trainingsumfang bei Läuferinnen in einem engeren Zusammenhang zur HDL-C Konzentration steht als die Laufgeschwindigkeit, entsprechende longitudinale Dosis-Wirkungs-Daten liegen für postmenopausale Frauen jedoch nicht vor.

Interessante Daten bezüglich geschlechtsspezifisch unterschiedlicher Reaktionen der Blutfette und insbesondere des HDL-C auf ein Krafttraining bei Menschen in mittlerem bis hohem Lebensalter (54–71 J.) liefern JOSEPH et al. (1999), die nach 12-wöchigem Krafttraining (2 TE/Woche, 5 Übungen, 2 Sätze, 12 Wdh. bei 80% 1RM) nur bei Männern eine signifikant positive Reaktion belegen konnten, während für die Frauen eine signifikante Reduktion des HDL-C nachgewiesen wurde. Diese Daten werden dahingehend von BLUMENTHAL et al. (1991); RHEA et al. (1999) und TREUTH et al. (1995) bestätigt, als dass die Autoren bei postmenopausalen Frauen nach 3–4 Monaten Krafttraining (2 bzw. 3 TE/Wo. bei mittlerer bis hoher Belastungsintensität) keine positive Auslenkung der HDL-C Konzentration erfassen konnten.

Körperliches Training zeigt insbesondere bei Typ II Diabetikern positiven Einfluss auf die HBA1c-Konzentration (BOULE et al., 2001). Weniger eindeutig ist der Effekt auf die Nüchtern-Glucosekonzentration. Unabhängig vom Diabetes-Status erfassen einige Autoren sehr deutliche signifikante Reduktionen der Nüchtern-Glucosekonzentration (BREHM et al., 2005; CAUZA et al., 2005; DI LORETO et al., 2005), während andere Autoren (DUNSTAN et al., 2002; THOMAS et al., 2000; WEINSTOCK, HUILLIANG & WADDEN, 1998) nach vergleichbaren Kraft- und Ausdauerprogrammen keine signifikante Auswirkung auf diesen Parameter nachweisen können. Interessanterweise zeigte nicht unsere Verumgruppe, sondern die Wellnessgruppe signifikant positive Auslenkungen der Nüchtern-Glucosekonzentration. Obwohl auch Trainingsprogramme mit niedrigem Belastungsumfang und niedriger Intensität signifikant positiven Einfluss auf die Nüchtern-Glucosekonzentration bei Personen mit Normwerten haben können (BREHM et al., 2005), wurde eine zumindest tendenziell höhere Verbesserung innerhalb der Sportgruppe erwartet.

Bereits seit längerem ist ein signifikant positiver Effekt körperlicher Aktivität respektive eines sportlichen Trainings, auf die Senkung des diastolischen und/oder des systolischen Blutdrucks beim älteren Menschen nachgewiesen (ACSM, 1998; ASIKAINEN, KUKKONEN-HARJULA & MIILUNPALO, 2004). Neben dem Ausdauertraining als klassischer Belastungsform innerhalb eines Herz-Kreislauf-Trainings konnte auch für das Krafttraining ein positiver Einfluss auf den Ruheblutdruck belegt werden (CASTANEDA et al., 2002; KALLINEN, 2005). COX et al. (2001) zeigen nach einem Ausdauertraining (3 x 30 min/Wo. 40–55% HFR vs. 65–80% HFR) nur innerhalb der Subgruppe mit geringer Reizhöhe positive Veränderungen des systolischen und diastolischen Blutdrucks bei postmenopausalen Frauen. Im Gegen-

satz konnten wir innerhalb unserer vergleichsweise mit geringerem Belastungsumfang und höherer Reizintensität arbeitenden Trainingsgruppe sehr deutliche Reduktionen erfassen. Überraschender als das Ergebnis der Sportgruppe ist die sehr ausgeprägte Verbesserung des Blutdrucks innerhalb der Wellnessgruppe. Jahreszeitliche Unterschiede mit Wirkung auf den Blutdruck, wie sie bei einer Halbjahres-Kontrollmessung möglich wären, können jedoch nach Sichtung der Einjahresdaten ausgeschlossen werden.

Wir versuchten mit der SEFIP-Studie möglichst nahe an den Goldstandard evidenzbasierter Forschung heranzureichen. Während die elegante Möglichkeit der Placeboverblindung innerhalb der pharmakologischen Forschung problemlos zu praktizieren ist, ist diese Vorgehensweise in Bewegungsstudien mit kaum möglicher Verblindung von Trainingsreizen nur sehr schwer durchführbar (MEYER, 2006). Um folglich eine Verblindung auf Teilnehmer- und Übungsleiterebene zu erreichen, müsste die Kontrollgruppe, insbesondere unter der Prämisse eines Erfahrungsaustausches unter den Teilnehmern, ein zumindest für Teilbereiche vergleichbar Erfolg versprechendes Programm durchführen. In diesem Sinne war unser Fokus, innerhalb der Wellness-Kontrollgruppe eine Steigerung des Wohlbefindens verbunden mit einer Erhöhung der Kompetenz gesundheitsorientierten Bewegungsverhaltens zu erreichen, ohne physiologische Größen zu beeinflussen. Da jedoch selbst geringe Trainingsreize bei untrainierten älteren Kollektiven Effekte zeigen können (ASIKAINEN et al., 2002), ist es keinesfalls ausgeschlossen, dass das Wellnessprogramm trotz „extrem“ niedrigem Trainingsumfang und sehr geringer Belastungsintensität zumindest bei Risikofaktoren mit niederschwelliger Adaptationsgrenze (bspw. Blutdruck) entgegen unserer Absicht relevanten physiologischen Einfluss ausübte und nicht wie geplant „lediglich“ einen Placebo-Effekt generiert. Die Kontrolle der Verblindung auf der Basis einer Teilnehmerbefragung zum Ende der Untersuchung kann hier wichtige Einsichten gewähren.

Wie auch immer, unser auch ideologisch „sportlicher“ Ansatz, der eine Verumgruppe mit einer aktiven Kontrollgruppe vergleicht, zeigt für den sekundären Studien-Endpunkt Metabolisches Syndrom ebenso signifikant positive Veränderung wie für den in dieser Arbeit nicht abgehandelten primären Endpunkt „Frakturprophylaxe“ (vgl. hier: KEMMLER, VON STENGEL, KALENDER & ENGELKE, 2007). Trainingsprogramme mit höherer Intensität, wie sie für den Bereich der Frakturprophylaxe benötigt werden (KEMMLER, 2003), zeigen somit auch bei vergleichsweise geringer Trainingshäufigkeit relevante Effekte innerhalb der Prophylaxe metabolischer und kardialer Erkrankungen, scheinen also in unserer bewegungsarmen Gesellschaft ein ideales Mittel zur Steigerung der Volksgesundheit zu sein.

Unser ganz besonderer Dank gilt der Siemens-Betriebskrankenkasse (SBK) für die Cofinanzierung des Trainingsbetriebes und der Opfermann GmbH (Wiehl, Deutschland) für die Bereitstellung von Kalzium und Vitamin für unsere Untersuchungsteilnehmer. Der Ludwig Arzt GmbH (Hadamers, Deutschland) sei herzlich gedankt für die kostenlose Überlassung von Thera-Bändern; der Fa. Mtd-Systems (Neunburg v. Wald, Deutschland) sowie der Firma Viasys (Conshohocken, PA, USA) schulden wir ebenfalls großen Dank für die Überlassung von Testgeräten.

Literatur

- ACSM (1998). Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30 (6), 992–1008.
- ACSM (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30 (6), 975–991.
- ALBERTI, K. G., ZIMMET, P. & SHAW, J. (2006). Metabolic syndrome – a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med*, 23 (5), 469–480.
- ASIKAINEN, T. M., KUKKONEN-HARJULA, K. & MIILUNPALO, S. (2004). Exercise for health for early postmenopausal women. *Sports Med*, 34 (11), 753–778.
- ASIKAINEN, T. M., MIILUNPALO, S., OJA, P., RINNE, M., PASANEN, M., UUSI-RASI, K. et al. (2002). Randomised, controlled walking trials in postmenopausal women: the minimum dose to improve aerobic fitness? *Br J Sports Med*, 36 (3), 189–194.
- BENECKE, A. & VOGEL, H. (2005). *Übergewicht und Adipositas* (No. 16): Robert-Koch-Institut.
- BLUMENTHAL, J. A., MATTHEWS, K., FREDRIKSON, M., RIFAI, N., SCHNIEBOLK, S., GERMAN, D. et al. (1991). Effects of exercise training on cardiovascular function and plasma lipid, lipoprotein, and apolipoprotein concentrations in premenopausal and postmenopausal women. *Arterioscler Thromb*, 11 (4), 912–917.
- BOULE, N. G., HADDAD, E., KENNY, G. P., WELLS, G. A. & SIGAL, R. J. (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Jama*, 286 (10), 1218–1227.
- BREHM, W., WAGNER, P., SYGUSCH, R., SCHÖNUNG, A. & HAHN, U. (2005). Health promotion by means of health sport – a framework and a controlled intervention study with sedentary adults. *Scan J Med Sci Sports*, 15 (1), 13–20.
- BULLINGER, M. & KIRCHBERGER, I. (1998). *Der SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand – Handbuch für die Deutschsprachige Fragebogen-Version*. Göttingen: Hogrefe.
- CASTANEDA, C., LAYNE, J. E., MUNOZ-ORIAN, L., GORDON, P. L., WALSMITH, J., FOLDVARI, M. et al. (2002). A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25 (12), 2335–2341.
- CAUZA, E., HANUSCH-ENSERER, U., STRASSER, B., KOSTNER, K., DUNKY, A. & HABER, P. (2005). Strength and endurance training lead to different post exercise glucose profiles in diabetic participants using a continuous subcutaneous glucose monitoring system. *Eur J Clin Invest*, 35 (12), 745–751.
- COHEN, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- COX, K. L., BURKE, V., MORTON, A. R., GILLAM, H. F., BEILIN, L. J. & PUDDEY, I. B. (2001). Long-term effects of exercise on blood pressure and lipids in healthy women aged 40–65 years: The Sedentary Women Exercise Adherence Trial (SWEAT). *J Hypertens*, 19 (10), 1733–1743.
- DI LORETO, C., FANELLI, C., LUCIDI, P., MURDOLO, G., DE CICCO, A., PARLANTI, N. et al. (2005). Make your diabetic patients walk: long-term impact of different amounts of physical activity on type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 28 (6), 1295–1302.
- DUMORTIER, M., BRANDOU, F., PEREZ-MARTIN, A., FEDOU, C., MERCIER, J. & BRUN, J. F. (2003). Low intensity endurance exercise targeted for lipid oxidation improves body composition and insulin sensitivity in patients with the metabolic syndrome. *Diabetes Metab.*, 29, 509–518.

- DUNSTAN, D. W., DALY, R. M., OWEN, N., JOLLEY, D., DE COURTEN, M., SHAW, J. et al. (2002). High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25 (10), 1729-1736.
- FORD, E. S. & CHAOYNAG, L. (2006). Physical activity or fitness and the metabolic syndrome. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 4 (6), 897-915.
- GAESSER, G. A. (2007). Exercise for prevention and treatment of cardiovascular disease, type 2 diabetes, and metabolic syndrome. *Curr Diab Rep*, 7 (1), 14-19.
- GIANNOPOULOU, I., PLOUTZ-SNYDER, L. L., CARHART, R., WEINSTOCK, R. S., FERNHALL, B., GOULOPOULOU, S. et al. (2005). Exercise is required for visceral fat loss in postmenopausal women with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*, 90 (3), 1511-1518.
- HOUE, S. & MELILLO, K. D. (2002). Cardiovascular health and physical activity in older adults: an integrative review of research methodology and results. *J Adv Nurs*, 38 (3), 219-234.
- JENSEN, M. D. (2006). Is visceral fat involved in the pathogenesis of the metabolic syndrome? Human model. *Obesity*, 14 (Suppl. 1), S20-S24.
- JOSEPH, L. J., DAVEY, S. L., EVANS, W. J. & CAMPBELL, W. W. (1999). Differential effect of resistance training on the body composition and lipoprotein-lipid profile in older men and women. *Metabolism*, 48 (11), 1474-1480.
- KALLINEN, M. (2005). Cardiovascular benefits and potential hazards of physical exercise in elderly people. *Journal of Sports Science & Medicine*, 4 (Suppl. 7), 1-51.
- KAMEL, E. G., MCNEILL, G. & VAN WIJK, M. C. (2000). Usefulness of anthropometry and DXA in predicting intra-abdominal fat in obese men and women. *Obes Res*, 8 (1), 36-42.
- KATZMARZYK, P. T., LEON, A. S., WILMORE, J. H., SKINNER, J. S., RAO, D. C., RANKINEN, T. et al. (2003). Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc*, 35 (10), 1703-1709.
- KAY, S. J. & FIATARONE SINGH, M. A. (2006). The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature. *Obes Rev*, 7 (2), 183-200.
- KELLEY, G. A., KELLEY, K. S. & TRAN, Z. V. (2004). Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in women: a meta analysis of randomized controlled trials. *Journal of Women's Health*, 13 (10), 1148-1164.
- KEMMLER, W., ENGELKE, K., LAUBER, D., WEINECK, J., HENSEN, J. & KALENDER, W. A. (2004). Impact of intense exercise on physical fitness, quality of life, and bone mineral density in early postmenopausal women. Year 2 results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Arch Int Med*, 164, 1084-1091.
- KEMMLER, W. & RIEDEL, H. (1998). Körperliche Belastung und Osteoporose - Einfluß einer 10monatigen Interventionsmaßnahme auf ossäre und extraossäre Risikofaktoren einer Osteoporose. *Dtsch Z Sportmed*, 49, 270-277.
- KEMMLER, W., VON STENDEL, S., KALENDER, W. & ENGELKE, K. (2007). Einfluss körperlicher Belastung auf Risikofaktoren der Fraktur bei älteren Frauen. Vorläufige Ergebnisse der Senioren Fitness und Präventions Studie (SEFIP). *Osteologie*, 16 (Suppl. 1), 19.
- KEMMLER, W., WEINECK, J., HENSEN, J., LAUBER, D., KALENDER, W. A. & ENGELKE, K. (2003). Empfehlungen für ein körperliches Training zur Verbesserung der Knochenfestigkeit: Schlussfolgerungen aus Tiermodellen und Untersuchungen an Leistungssportlern. *Dtsch Z Sportmed*, 54 (11), 306-316.
- KING, A. C., HASKELL, W. L., YOUNG, D. R., OKA, R. K. & STEFANICK, M. L. (1995). Long-term effects of varying intensities and formats of physical activity on participation rates, fitness, and lipoproteins in men and women aged 50 to 65 years. *Circulation*, 91 (10), 2596-2604.
- KOKKINOS, P. F. & FERNHALL, B. (1999). Physical activity and high density lipoprotein cholesterol levels: what is the relationship? *Sports Med*, 28 (5), 307-314.
- LIPS, P., COOPER, C., AGNUSDEI, D., CAULIN, F., EGGER, P., JOHNNELL, O. et al. (1999). Quality of life in patients with vertebral fractures: validation of the Quality of Life Question-

- naire of the European Foundation for Osteoporosis (QUALEFFO). Working party for quality of life of the european foundation for Osteoporosis. *Osteoporos Int*, 10 (2), 150-160.
- MARCUS, R. (1998). Exercise: moving in the right direction. *J Bone Miner Res*, 13 (12), 1793-1796.
- MATSUZAWA, Y. (1997). Pathophysiology and molecular mechanisms of visceral fat syndrome: the Japanese experience. *Diabetes Metab Rev*, 13 (1), 3-13.
- MCAULEY, K. A., WILLIAMS, S. M., MANN, J. I., GOULDING, A., CHISHOLM, A., WILSON, N. et al. (2002). Intensive lifestyle changes are necessary to improve insulin sensitivity: a randomized controlled trial. *Diabetes Care*, 25 (3), 445-452.
- MEYER, T. (2006). Trainingsgestaltung im Leistungsfußball - wissenschaftliche Erkenntnisse vs. sportartspezifische Tradition. *Dtsch Z Sportmed*, 57 (5), 132-137.
- ORCHARD, T. J., TEMPROSA, M., GOLDBERG, R., HAFFNER, S., RATNER, R., MARCOVINA, S. et al. (2005). The effect of metformin and intensive lifestyle intervention on the metabolic syndrome: the Diabetes Prevention Program randomized trial. *Ann Intern Med*, 142 (8), 611-619.
- POULIOT, M. C., DESPRES, J. P., LEMIEUX, S., MOORJANI, S., BOUCHARD, C., TREMBLAY, A. et al. (1994). Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol*, 73 (7), 460-468.
- RHEA, P. L., RYAN, A. S., NICKLAS, B. J., GORDON, P. L., TRACY, B. L., GRAHAM, W. et al. (1999). Effects of strength training with and without weight loss on lipoprotein-lipid levels in postmenopausal women. *Clinical Exercise Physiology*, 1 (3), 138-144.
- SANDHOFER, A., IGLSEDER, B., PAULWEBER, B., EBENBICHLER, C. F. & PATSCH, J. R. (2007). Comparison of different definitions of the metabolic syndrome. *Eur J Clin Invest*, 37 (2), 109-116.
- SCHMIDT-TRUCKSÄSS, A. (2006). Abnehmen beim metabolischen Syndrom. Ausdauer und Kraft trainieren! *MMW-Fortschr. Med*, 148 (38), 30-32.
- SLENTZ, C. A., AIKEN, L. B., HOUMARD, J. A., BALES, C. W., JOHNSON, J. L., TANNER, C. J. et al. (2005). Inactivity, exercise, and visceral fat. STRRIDE: a randomized, controlled study of exercise intensity and amount. *J Appl Physiol*, 99 (4), 1613-1618.
- STATISTISCHES-BUNDESAMT (2004). *Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- STEWART, K. J., BACHER, A. C., TURNER, K., LIM, J. G., HEES, P. S., SHAPIRO, E. P. et al. (2005). Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *Am J Prev Med*, 28 (1), 9-18.
- THOMAS, E. L., BRYNES, A. E., MCCARTHY, J., GOLDSTONE, A. P., HAJNAL, J. V., SAEED, N. et al. (2000). Preferential loss of visceral fat following aerobic exercise, measured by magnetic resonance imaging. *Lipids*, 35 (7), 769-776.
- THOMAS, G. N., HONG, A. W., TOMLINSON, B., LAU, E., LANM, C. W., SANDERON, J. E. et al. (2005). Effects of Tai Chi and resistance training on cardiovascular risk factors in elderly chinese subjects: a 12 month longitudinal, randomized, controlled trial. *Clinical Endocrinology*, 63, 663-669.
- TREUTH, M. S., HUNTER, G. R., KEKES-SZABO, T., WEINSIER, R. L., GORAN, M. I. & BERLAND, L. (1995). Reduction in intra-abdominal adipose tissue after strength training in older women. *J Appl Physiol*, 78 (4), 1425-1431.
- WATKINS, L. L., SHERWOOD, A., FEINGLOS, M., HINDERLITER, A., BABYAK, M., GULLETTE, E. et al. (2003). Effects of exercise and weight loss on cardiac risk factors associated with syndrome X. *Arch Intern Med*, 163 (16), 1889-1895.
- WEINSTOCK, R. S., HUILIANG, D. & WADDEN, T. A. (1998). Diet and exercise in the treatment of obesity. *Arch Intern Med*, 158, 2477-2483.