

Körperliche Belastung und kardiometabolisches Risiko bei jungen Erwachsenen

Physical activity and cardiometabolic risk factors in young adults

Zusammenfassung

- **Problemstellung:** Der Übertritt von Schule zu Ausbildung, Beruf und insbesondere Studium, meist verknüpft mit höherer Arbeitsbelastung und dem Verlassen des Elternhauses, wird im Zusammenhang mit negativen Veränderungen von gesundheitlichen Risiko- und Schutzfaktoren gesehen. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Einfluss von Veränderungen der körperlichen Aktivität auf das Metabolische Syndrom (MetS) zu evaluieren.
- **Methoden:** 61 ausbildungsbedingt körperlich überwiegend inaktive Zahnmedizin- (ZS: 20,8±2,6 J.) vs. 53 körperlich hochaktive Sportlehrer-Student(inn)en (SLS: 20,5±2,1 J.) wurden während des Studiums begleitet (4,8±0,5 J.). Körperliche Aktivität, Sporttreiben und körperliches Training wurden mit spezifischen Fragebögen erfasst und mittels Delphi-Technik kategorisiert. Primärer Studienendpunkt war der MetS-Z-Score.
- **Ergebnisse:** Während des Studiums stieg die habituelle körperliche Aktivität in beiden Gruppen leicht an (ZS: 8%, p=.056 bzw. SLS: 6%, p=.96), wobei sämtliche Sportindizes in der ZS-Gruppe signifikant abfielen und in der SLS signifikant anstiegen. Der MetS-Z-Score verbesserte sich in der SLS-Gruppe leicht (-0,25±0,56, p=.367) und verschlechterte sich in der ZS-Gruppe signifikant (1,44±0,78, p<.001). Der korrespondierende Gruppenunterschied war hochsignifikant. In der SLS-Gruppe veränderte sich keines der MetS-Kriterien, während in der ZS-Gruppe eine relativ konsistente negative Entwicklung auftrat, die für den Taillenumfang, den Blutdruck und die Triglyzeridkonzentration signifikantes Niveau erreichten.
- **Diskussion:** Die Aufrechterhaltung regelmäßigen und intensiven körperlichen Trainings im jungen Erwachsenenalter ist ein zentraler Schutzfaktor zur Vermeidung kardiometabolischer Risiken, der möglicherweise auch ungünstige Lebensstiländerungen kompensieren kann. Eine institutionelle Einführung zeiteffizienter Trainingsprotokolle könnte in diesem Zusammenhang einen wichtigen Beitrag zur Gesundheitsförderung leisten.

SCHLÜSSELWÖRTER:

Körperliche Aktivität, Sport, kardiometabolisches Risiko, Metabolisches Syndrom, junge Erwachsene

Summary

- **Background:** The transition from school to university, traineeship or job with the relocation from home may lead to unhealthy changes in young adults. Thus, we determined the effect of changes in physical activity on the development of cardiometabolic risk factors in two cohorts of students with considerably different demands on physical fitness.
- **Methods:** 61 male and female dental students (ZS, 20.8±2.6 yrs.) and 53 male and female sport students (SLS, 20.5±2.1 yrs.) were accompanied over the course (4.8±0.5 years) of their studies. Changes in physical activity and exercise were assessed by specific questionnaires and interviews, while cardiometabolic risk factors were determined by the Metabolic-Syndrome-(MetS)-Z-Score.
- **Results:** During the study-period physical activity increased slightly in both groups (6-8%). Exercise indices increased significantly in the SLS-group (p=.001) and decreased significantly (p=.001) in the ZS-group. The MetS-Z-Score improved slightly in the SLS (-0.25±0.56, p=.367) and was significantly impaired in the ZS: 1.44±0.78, p<.001). Group differences were significant (p=.001). None of the components of the MetS was relevantly changed in the SLS-group while all Met-S-criteria were negatively affected in the ZS-group with most pronounced effects for waist circumference, mean arterial pressure and triglycerides.
- **Conclusion:** Despite positive changes in habitual physical activity, reductions of exercise during a university study-program may be the most prominent risk factor for cardiometabolic diseases in young adults. Maintenance or increase of exercise is thus highly relevant and may compensate an otherwise unhealthy lifestyle.

KEY WORDS:

Physical activity, exercise, cardiometabolic risk, metabolic syndrome, young adults

Einleitung

Junges Erwachsenenalter ist durch vielfältige Veränderungen der Lebenssituation eine der turbulentesten Phasen der Lebensspanne. Der Übergang von Schule zu Ausbildung, Beruf und insbesondere Studium, verknüpft mit höherer Arbeitsbelastung und dem Verlassen des Elternhauses scheint dabei

zu negativen Veränderungen von mentalem Stress, Drogen- und Genussmittelkonsum, Ernährungs- und Schlafgewohnheiten (6, 20, 24, 28, 29) zu führen. Zudem nimmt die „körperliche Aktivität“ als wichtiger Schutzfaktor in diesem Lebensabschnitt deutlicher als in anderen Lebensphase ab (20,23). ➤

1. FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG (FAU), *Institut für Medizinische Physik*,
2. UNIVERSITÄT FURTWANGEN, *Fakultät Medical and Life Sciences*,



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

KORRESPONDENZADRESSE:

Professor Dr. Wolfgang Kemmler
Institut für Medizinische Physik
Friedrich-Alexander Universität Erlangen
Henkestrasse 91, 91052 Erlangen
✉ : wolfgang.kemmler@imp.uni-erlangen.de

Tabelle 1

Basale Charakteristika der Studienteilnehmer. ¹Via DXA-Messung, ²Skala der körperlichen Aktivität (ohne Sporttreiben) zwischen 1 (sehr gering) und 7 (sehr hoch), ³Intensitätsindex „Ausdauer“, ⁴Intensitätsindex „Kraft“, ⁵Rad-Stufentest bis zur subjektiven Ausbelastung, offene Spirometrie (Viasys, Conshohocken, USA). ⁶Anteil an der Energieaufnahme in %.

VARIABLE	SPORTLEHRAMT-STUDIUM		ZAHNMEDIZINSTUDIUM	
	Weiblich (n=24)	Männlich (n=29)	Weiblich (n=33)	Männlich (n=28)
Alter [Jahre]	20,1±2,1	20,6±1,9	20,5±2,5	21,1±3,1
Größe [cm]	167,5±6,4	181,0±5,5	169,2±7,1	181,3±7,0
Gewicht [kg]	62,5±7,4	72,8±6,6	59,8±6,4	75,5±8,7
Körperfett [%]	23,8±4,2	12,5±3,1	26,3±3,9	16,7±4,0
Körperliche Aktivität (All) [Index] ²	4,1±0,8	4,0±0,7	4,0±0,9	4,2±1,1
Trainingsumfang (EI) [min/Wo.]	221±115	270±126	109±65	123±71
IElaer [min/Wo.] ³	241±124	328±148	112±88	131±92
IElres [min/Wo.] ⁴	85±57	109±52	37±27	23±17
VO _{2max} [ml/min/kg] ⁵	46,1±4,2	57,4±5,5	42,2±5,8	52,0±8,8
Energieaufnahme [kcal/d]	2301±591	2659±612	2119±408	2714±643
KH/Eiweiß/Fett/Alkohol [%] ⁶	59/18/22/1	58/20/18/4	65/14/20/1	57/18/21/4

Im Detail zeigt sich jedoch, dass es in dieser Lebensphase zwar zu signifikanten Reduktionen der Sportpartizipationsraten, nicht jedoch zu einer relevanten Reduktion der habituellen körperlichen Belastung kommt (27). Die prominenteste Konsequenz geringerer Sportpartizipation mit kardiometabolischer Relevanz sind wohl drastische Zunahmen des Körpergewichts (bzw. Körperfetts (9)), die, zumindest bei (US-)Studenten, um das 5,5-fache höher liegen als in anderen Lebensphasen (21). Vice versa zeigen sich bei Aufrechterhaltung des Sporttreibens in Adoleszenz/jungem Erwachsenenalter zumindest signifikant günstigere Werte für ausgewählte kardiometabolische Risikofaktoren als bei relevanter Reduktion der Sportpartizipation (25). Inwieweit die berufsbedingte Reduktion des Sporttreibens in dieser Lebensphase Einfluss auf das Metabolische Syndrom (MetS) ausübt, ist unseres Wissen bislang nicht bekannt. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, zwei Studentenkollektive mit ausbildungsbedingt sehr unterschiedlicher Beanspruchung (Zahnmediziner vs. Sportstudenten) über den Studienzeitraum zu begleiten, um die Effekte von Veränderungen von körperlicher Aktivität und Sporttreiben/körperlichen Trainings u.a. auf das MetS zu evaluieren.

Unsere Hypothese (a) war, dass die berufs-/studiumsbedingte Reduktion des Sporttreibens im jungen Erwachsenenalter zu signifikant negativen Effekten auf das MetS führt, während (b) eine Erhöhung des Umfangs, der Intensität und Komplexität körperlichen Trainings signifikante Verbesserung dieses kardiometabolischen Risikoclusters generiert.

Material und Methoden

Die Studie ist Teil eines Projektes, bei dem der Einfluss berufsbedingter körperlicher Belastung bzw. Inaktivität auf gesundheitliche Risikofaktoren bei jungen Erwachsenen (Studenten) studienbegleitend (11/2007 bis 07/2013) evaluiert wurde. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Universität Erlangen (Ethik-Antrag 3674) und dem Bundesamt für Strahlenschutz (Z5-22462/2-2007-041) genehmigt. Alle Studienteilnehmer gaben ihre schriftliche Einwilligung. Die Studie ist unter www.clinicaltrials.gov (NCT00521235) registriert.

Endpunkte

Primärer Endpunkt: Metabolisches Syndrom-Z-Score (14); Sekundäre/experimentelle Endpunkte: Kriterien des Metabolischen Syndroms nach NCEP ATP III (22)

Stichprobe

Abbildung 1 zeigt den „Teilnehmerfluss“ der Untersuchung. Per Zufallsauswahl wurden 100 männliche und 100 weibliche Studienanfänger in den Fachbereichen „Zahnmedizin“ und „Sport“ (Lehramt an Gymnasien und Realschulen) der Jahrgänge 2007 und 2008 der Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) ausgewählt und angeschrieben. Insgesamt 157 Personen bekundeten Ihr Interesse und wurden detailliert informiert. 121 Personen erklärten sich bereit, an dem Projekt teilzunehmen, und wurden bezüglich ihrer Eligibilität überprüft. Nach Anwendung der Ausschlusskriterien, (a) Medikamente oder Erkrankungen mit Einfluss auf die Körperzusammensetzung, (b) Schwangerschaft, (c) geplanter Wechsel des Studienortes oder Studienganges, (d) Alter > 30 Jahre, wurden 114 Probanden eingeschlossen und absolvierten die unten aufgeführten Messungen. Tabelle 1 zeigt die Charakteristika beider Studentengruppen.

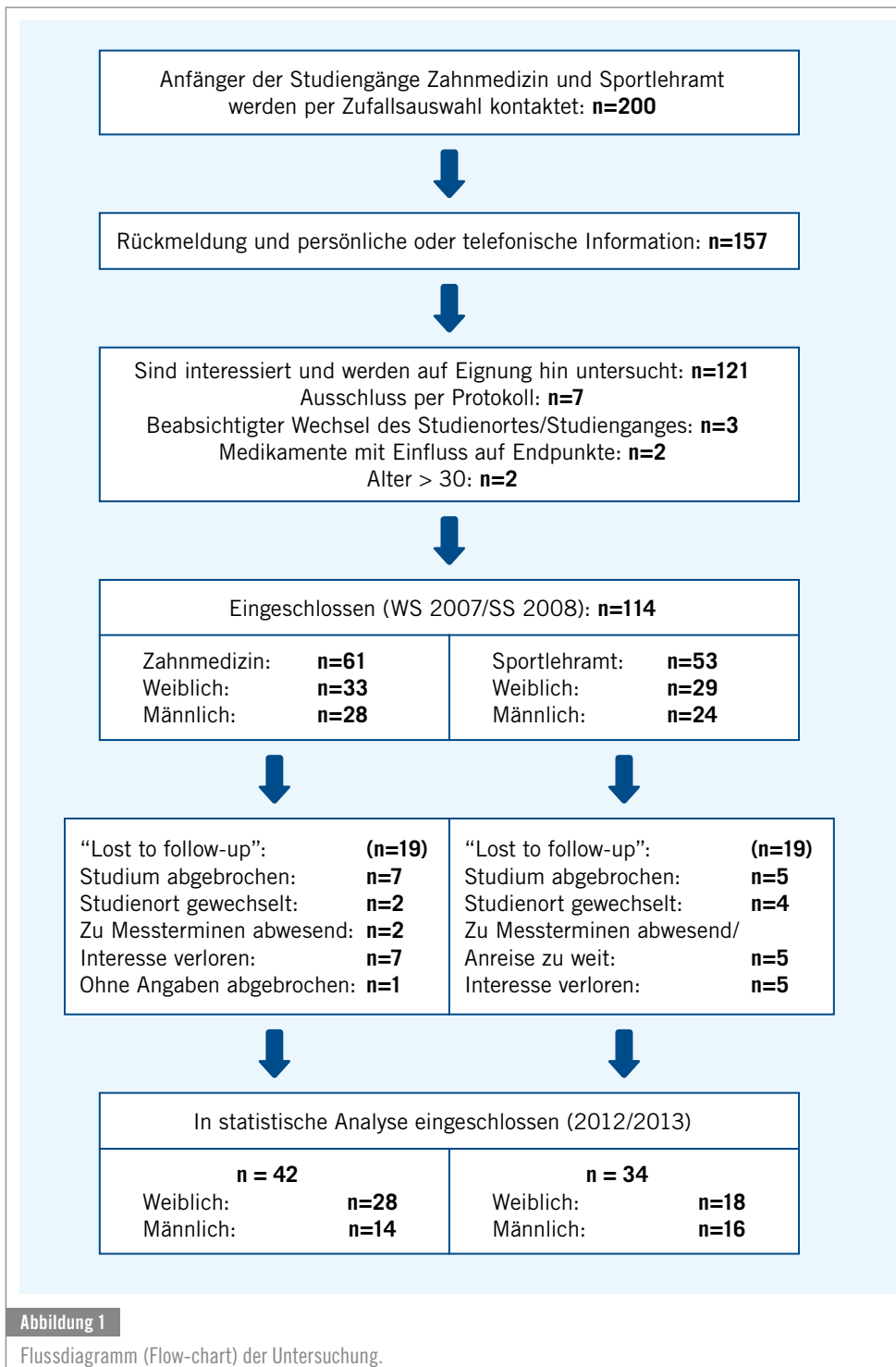
Messungen

Die basalen Messungen beider Studiengruppen wurden in den ersten 4 Wochen nach Studienbeginn durchgeführt. Um die Unterschiede der Regelstudiendauer (s.u.) zu berücksichtigen, wurden die Abschlussmessungen der Sportlehramtsstudenten (SLS) zum Ende des Abschlusssemesters/Beginn des Referendariats, diejenige der Zahnmedizinstudenten (ZS) im vorletzten bzw. im Abschlusssemester durchgeführt. Die Beobachtungsdauer ist somit für beide Kollektive identisch (4,8±0,5 Jahre).

Alle Untersuchungen wurden in identischer Reihenfolge in den gleichen Räumlichkeiten und zur selben Uhrzeit (±2h) mit denselben Testgeräten (s.u.) durchgeführt. Den Untersuchern war untersagt, den Status (SLS oder ZS) der Probanden zu erfragen.

Anthropometrische Daten: Größe, Körpergewicht und Umfangswerte der Probanden wurden mit geeichten Geräten erfasst. Der BMI wurde aus Gewicht und Körpergröße berechnet (kg/m^2). Fettfreie Masse, Körperfett und Knochenmasse wurden mittels Dual-Energy-X-Ray-Absorptiometrie (DXA, (Hologic QDR 4500a, Discovery-upgrade, Bedford, USA) gemessen.

Metabolisches Syndrom (MetS)-Z-Score: Die Berechnung des MetS Z-Score gemäß Johnson et al. (14) basiert auf dem NCEP ATP III-Kriterium des MetS (22) und dessen „cut-off“-Werten (s.u.) für Männer und Frauen. Nach Johnson et al. (14), werden die z.T. geschlechtsspezifischen „cut off“ Werte (s.u.) und die basalen gruppenspezifischen Standardabweichungen (SD) für



Männer vs. Frauen mit dem individuellen Werten für die jeweilige Parameter in Verbindung gesetzt. Im Detail berechnet sich der MetS-Z-Score wie folgt:

$$[(40 \text{ (m) or } 50 \text{ (f)} - \text{HDL-C}) / \text{SD HDL-C}] + [(\text{TriGly} - 180) / \text{SD TriGly}] + [(\text{Glucose} - 100) / \text{SD Glucose}] + [(\text{WC} - 88 \text{ (f) or } 102 \text{ (m)}) / \text{SD WC}] + [(\text{MAP} - 100) / \text{SD MAP}]$$

Blutparameter, Blutdruck: Die Bestimmung der Konzentration von Nüchtern-glucose, Triglyzerid und HDL-C im Serum (Olympus Diagnostik GmbH, Hamburg, Deutschland) erfolgte unmittelbar im Anschluss an die Blutentnahme durch das Zentrallabor der Medizinischen Klinik I der FAU.

Die Blutdruckmessung erfolgte immer zur selben Uhrzeit (± 2 h) im nicht-nüchternen Zustand nach 10-minütigem Liegen. Die Messung wurde mit einem automatischen Blutdruckmess-

gerät (Bosco, Bosch, Jungingen, Deutschland) durchgeführt.

Fragebogen, Interviews: Allgemeine soziodemographische Daten, Erkrankungen, Risikofaktoren, Schmerzen und Daten zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität wurden mittels standardisiertem Fragebogen erhoben. Basierend auf einem spezifischen Fragebogen (17) und persönlichen Interviews wurden von 3 Sportwissenschaftlern (WK, SvS, MB) gemäß Delphi-Technik (11) unterschiedliche Aktivitätsscores generiert: (a) der Aktivitäts-Intensitäts-Index (AII) als Summe der körperlichen Aktivität (h/Woche) unter Berücksichtigung der selbst eingeschätzten Intensität (Skala von 1-7) und (b) der Trainingsumfangs-Index (EI, in min/Woche) als Summe aus Gesamtvolumen von Sport/körperlichem Training (also Häufigkeit x Dauer einer Einheit). Dieser Index (EI) wurde zusätzlich (c) entsprechend dem Inhalt bzw. Typ des Sporttreibens/körperlichen Trainings in Belastungsformen mit relevanter Ausdauer- (EI_{aer} in min/Woche) oder Kraftkomponente (EI_{res} in min/Woche) gegliedert. (d) Die beiden letztgenannten Indices (IEI_{aer} ; IEI_{res}) wurden weiterhin x 1 (für eine niedrige -), x 2 (für eine moderate -) oder x 3 (für eine hohe Intensität der Belastungscharakteristika der Sportart) multipliziert und bildeten so den Sport-Intensitäts-Index (SII) für ausdauer- (SII_{aer}) bzw. kraftbasierte (SII_{res}) sportliche Belastungsformen (in min/Wo.).

Der Follow-up-Fragebogen und dezidierte Interviews erfassen darüber hinaus in zweijährigem Abstand Veränderungen von Größen, die möglicherweise

Einfluss auf unsere Endpunkte haben konnten (u.a. Ernährung, körperliche Aktivität, Erkrankungen).

Darüber hinaus erfolgte zu Beginn, im 5. Semester, und zum Ende des Studienzeitraumes eine Analyse der Ernährung über ein 4-tägiges Ernährungsprotokoll und eine entsprechende Software (nutri-science, Hausach, Deutschland).

Intervention

Studienbedingte Veränderungen von körperlichen Aktivität und Sporttreiben: Die Regelstudiendauer für das Fach Sportlehramt an Gymnasien und Realschulen (Bayern) liegt bei 9 Semestern (12-14 Veranstaltungswochen) mit ca. 900-1050 h obligatorischer Sportpraxis. Zählt man Prüfungsvorbereitungen und sportpraktische Prüfungen hinzu, so kann von durch-

Tabelle 2

Ergebnisse der Completer-Analyse für den MetS-Z-Score (Sportlehrants vs. Zahnmedizinstudenten).

METS (Z-SCORE)	SPORTLEHRANTS-STUDENTEN (SLS)	ZAHNMEDIZIN-STUDENTEN (ZS)	ABSOLUTE DIFFERENZ MV (95% CI)	P	(D ²)
Basaler Wert	-8,08±2,12	-8,09±2,72	–	,972	–
Differenz	-0,28±1,85 (.795)	1,35±2,10 (<.001)	1,63 (0,67 bis 2,57)	,001	,82

schnittlich 9 h Sportpraxis je Veranstaltungswoche ausgegangen werden, wobei dieser Wert während der ersten 5 Semester höher liegt und zum Ende des Studienzeitraumes abflacht. Die Belastungsformen sind dabei sehr vielfältig und schließen sämtliche „gängigen“ Sportarten ein. Auch während der Semesterferien verbleibt der Trainingsumfang bedingt durch Vorbereitung auf sportpraktische Prüfung und Erhöhung des freizeithlichen Sporttreibens auf hohem Niveau.

Die Regelstudienzeit für das Fach Zahnmedizin beträgt insgesamt 11 Semester, in denen innerhalb und außerhalb der Vorlesungszeit eine Vielzahl von Vorlesungen, Kolloquien, praktischen Veranstaltungen und Semestereingangs- und -abschlussprüfungen stattfinden. Da die zeitliche Belastung aus der Studienordnung nur schwer abgeleitet werden kann, erfolgte eine entsprechende Abfrage der berufsbedingten zeitlichen Belastung im zweiten und neunten Studiensemester. Die Abfrage ergab eine wöchentliche Belastung von 31±10 h/Woche (24-41 h/Woche) bzw. 37±12 h/Woche (25-48 h/Woche). Vorherrschend sind dabei Tätigkeiten im Sitzen oder Stehen bei insgesamt niedrigem körperlichen Aktivitätsniveau (vgl. 19).

Statistische Verfahren

Die Berechnung der formalen Fallzahl des Projektes basierte auf dem Studien-Endpunkt „Metabolisches Syndrom-Z-Score“. Es wurde eine „Completer-Analyse“ durchgeführt, bei der alle Probanden mit 5-Jahres Follow-up-Werten in die statistische Analyse eingeschlossen wurden.

Die vorliegenden Werte sind als Mittelwerte±Standardabweichungen (MV±SD) oder Mittelwert und 95% Konfidenzintervall angegeben (Tab. 2, 3). Zur Erfassung von Veränderungen und Zwischengruppenunterschieden wurden gepaarte t-Tests und ungepaarte Welch t-Tests verwendet (zweiseitig). Eine Adjustierung auf die basalen Werte wurde nicht für nötig erachtet (s.u.). Es wurde ein Signifikanzniveau von 5% festgelegt. Die Effektstärke wurde auf der Basis der absoluten Veränderungen (MV±SD) berechnet (Cohens' d). Alle Analysen wurden mit SPSS Version 21 durchgeführt.

Ergebnisse

Insgesamt 76 von 114 eingeschlossenen Studierenden (67%) nahmen an den Abschlussmessungen teil und gingen somit in die Completer-Analyse ein. Die Gründe für Drop-out und Abwesenheit bei der Abschlussmessung sind in Abbildung 1 aufgeführt. Tabelle 1 zeigt die basalen Charakteristika im Vergleich.

Veränderung von körperlicher Aktivität und Sporttreiben

Bedingt durch vorhergehenden Wehr- oder Zivildienst, Lehre, Praktikum oder Beschäftigung wechselten lediglich 43% der Studienteilnehmer direkt vom Elternhaus in das universitäre Setting außerhalb des familiären Umfelds. Hier zeigten sich allerdings signifikante Unterschiede (p=.001) zwischen den Geschlechtern (Frauen; SLS: 61%; ZS: 64%).

Der Score des habituellen körperlichen Aktivitätsniveaus (AII; Tab. 1) erhöhte sich bei den SLS (4,04±0,78 auf 4,28±0,77, p=.096) und ZS (4,08±0,97 auf 4,39±0,78; p=.058) unabhängig

vom Geschlecht deutlich bzw. grenzwertig signifikant und zwischen den Gruppen vergleichbar (p=.763). Im Detail erhöhte sich in beiden Gruppen der Umfang (2,6±4,2 h/Wo.), nicht aber die Intensität der ausbildungsunabhängigen körperlichen Aktivität überwiegend durch Tätigkeiten im Rahmen der Lebensunterhaltungssicherung.

Unabhängig vom Geschlecht waren die basalen Werte der drei vorgelegten Sport-Trainings-Scores in der SLS sämtlich signifikant höher als in der ZS-Gruppe. Die deutlichsten Unterschiede zeichneten sich erwartungsgemäß für die intensitätsorientierten Indizes ab. Der Sport-/Trainingsumfang (EI) veränderte sich in der SLS-Gruppe nur unwesentlich (-2±13 %, p=.359), sank aber in der ZS-Gruppe hochsignifikant ab (139±104 auf 92±77 min/Woche, p=.001). Parallel dazu reduzierte sich die Anzahl der ZS, die angaben mindestens zweimal je Woche Sport zu treiben, von 81% auf 60% (p=.001). Absolut gesehen bewegten sich die Sportpartizipationsraten der ZS-Gruppe (s.u.), insbesondere für die Frauen, allerdings deutlich über den Mittelwerten für gleichaltrige Deutsche (27).

Obwohl sich alle Veränderungen hochsignifikant zwischen den Gruppen unterschieden, wurde die deutlichste Differenz für die intensitätsorientierten Scores (IEI) erfasst. So sank der IEI in der ZS für ausdauer- respektive kraftorientierte Belastungsformen um -41±32% bzw. -38±22%, während beide Parameter in der SLS-Gruppe stabil blieben. Auch die Anzahl der ZS, die berichteten an Wettkämpfen oder Meisterschaften teilzunehmen, ging von 14 auf 8 Personen zurück. Fünf dieser 8 Personen gaben zudem an, auf ein niedrigeres sportliches (Liga-)Niveau gewechselt zu haben.

Wie beschrieben, beziehen sich die oben genannten Daten auf das freizeithliche Sporttreiben, für die SLS-Gruppen kommt das studienbedingte Sporttreiben (s.o.) noch hinzu.

Primäre und sekundäre Endpunkte

Nach Studienende konnten für keine der Gruppen geschlechtsspezifische Unterschiede bezüglich der MetS-Z-Score Entwicklung erfasst werden, sodass an dieser Stelle eine gemeinsame Analyse von Männern und Frauen erfolgte.

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Completer-Analyse für den MetS-Z-Score. Bei identischen Ausgangswerten wurde für die SLS eine nicht signifikante Verbesserung (p=.795), für die ZS-Gruppe eine signifikante Verschlechterung (p<.001) dieses kardiometabolischen Risikoclusters erfasst. Die Differenz zwischen den Gruppen war signifikant (p=.001).

Somit kann die Hypothese (a), dass die berufs-/studiumsbedingte Reduktion des Sporttreibens zu signifikant negativen Effekten auf das MetS führt, bestätigt werden, während Hypothese (b), dass eine Erhöhung des Umfangs, der Intensität und Komplexität körperlichen Trainings signifikante Verbesserung des MetS generiert, abgelehnt wird.

Eine differenzierte Betrachtung der Komponenten des MetS nach NCEP ATP III (22) zeigt in der ZS-Gruppe eine recht einheitliche negative Entwicklung, allerdings in unterschiedlicher Ausprägung (Tab. 3), während sich für die SLS-Gruppe keine signifikanten Veränderungen nachweisen lassen. Der Zwischengruppenvergleich für die das MetS konstituierenden

Tabelle 3

Ergebnisse der Completer-Analyse für die Komponenten des Metabolischen Syndroms gemäß NCEP ATP III (Sportlehrants- vs. Zahnmedizinstudenten).

VARIABLE	SLS	ZS	ABSOLUTE DIFFERENZ MV (95% CI)	P	(D)
Taillenumfang [cm]					
Basaler Wert	78,4±4,2	75,9±6,8	–	,060	–
Differenz	0,12±1,99 (.730)	3,10±5,77 (<,001)	2,98 (0,91 bis 5,04)	,005	,69
Mittlerer arterieller Blutdruck (MAP) [mmHG]					
Basaler Wert	96,5±7,4	97,9±8,9	–	,288	–
Differenz	1,72±5,76 (.091)	4,80±8,63 (<,001)	3,08 (-0,36 bis 6,52)	,079	,42
HDL-C [mg/dl]					
Basaler Wert	61,9±14,5	67,6±17,4	–	,443	–
Differenz	0,64±8,15 (.760)	-1,62±11,50 (.386)	2,26 (0,67 bis 2,57)	,377	,23
Triglyzeride [mg/dl]					
Basaler Wert	91,0±38,9	105,4±51,2	–	,094	–
Differenz	-1,8±28,4 (.737)	12,7±29,4 (.008)	14,49 (0,43 bis 28,54)	,044	,50
Glucose [mg/dl]					
Basaler Wert	85,6±5,3	84,9±8,0	–	,838	–
Differenz	0,59±5,69 (.593)	1,85±6,87 (.109)	1,25 (-2,80 bis 7,32)	,438	,20

Größen (Tab. 3) zeigt bei nicht signifikant unterschiedlichen Ausgangswerten und keinen signifikanten Effekten der unterschiedlichen Geschlechterrate (weiblich:männlich; SLS 1:1 vs. ZS: 2:1) in allen Fällen eine günstigere Entwicklung für die SLS-Gruppe, die für den Taillenumfang und die Triglyzeridkonzentration signifikante Dimensionen erreicht.

Beeinflussende Größen

Erkrankungen, Verletzungen: Bei den SLS betrafen 9 von 10 Verletzungen/Erkrankungen mit einer Dauer von ≥ 3 Monaten orthopädische Probleme. 3 SLS mussten letztlich aufgrund schwerwiegender Verletzungen ihr Studium abbrechen. In der ZS-Gruppe wurden neben zwei Frakturen und einer Thrombose entzündliche Erkrankungen ($n=3$), Magen-Darm-Erkrankungen ($n=2$), Schilddrüsenerkrankungen ($n=2$), eine Atemwegs- sowie eine Krebserkrankung berichtet, die vor dem Studium noch nicht vorlagen. Die Erkrankungen traten mehrheitlich in der zweiten Studienhälfte auf.

Ernährung, Genussmittel: Tabelle 1 zeigt ausgewählte Ernährungsparameter. Zusammenfassend zeigten sich nur unwesentliche Veränderungen während des Studienzeitraumes sowie keine korrespondierenden Unterschiede ($p \leq .421$) zwischen SLS und ZS. Die Energiezufuhr stieg in beiden Gruppen nicht signifikant ($p > .35$) um 66 ± 533 (SLS) bzw. 41 ± 469 kcal/d (ZS) an. Auch die Makronährstoffzufuhr zeigte bis auf die signifikante ($p < .001$) Erhöhung des Alkoholkonsums in beiden Frauengruppen (SLS: $3,3 \pm 2,4$ auf $7,6 \pm 6,1$ g/d; ZS: $4,1 \pm 3,6$ auf $7,1 \pm 6,1$ g/d) keine Veränderung. Ebenfalls keine wesentliche Veränderung zeigte der Anteil der Raucher/Gruppe (SLS: 6% vs. ZS: 18%).

Diskussion

Das primäre Studienergebnis der vorliegenden Untersuchung ist, dass Sport/körperliches Training innerhalb des Sammelbegriffs „körperliche Aktivität“ (27) die Schlüsseldeterminante zur Vermeidung kardiometabolischer Erkrankungen in dem Kollektiv junger, leistungsfähiger Erwachsener ist. Diese Einschätzung mag angesichts einer Vielzahl möglicher Störfaktoren als eindimensional angesehen werden, tatsächlich wurden aber relevante Veränderungen mit Einfluss auf unsere Endpunkte ausschließlich für die unterschiedlichen Sport-/Trainingsindizes nachgewiesen. Dies schließt explizit Ernährungsgewohnheiten und Genussmittelkonsum ein für die, im Gegensatz zur

US-amerikanischen Literatur (6, 20, 24, 29) mit jüngeren, meist unmittelbar aus dem Elternhaus kommenden Studenten (9, 24, 29), keine wesentlichen Veränderungen bei insgesamt unauffälligen Werten (4, 30) erfasst wurden. Inwiefern mögliche Unterschiede bezüglich berufsbedingtem (mentalem) Stress und/oder depressiven Symptomen zu diesem Ergebnis beigetragen haben (5), können wir mangels entsprechender Datenerhebung nicht einschätzen. Da aber eine Wechselbeziehung zwischen Sporttreiben und Stress- bzw. stressbedingten psychischen Symptomen besteht (3, 7, 13), wäre ein möglicher Zusammenhang nicht als kausal anzusehen.

Fokussiert man die habituelle körperliche Aktivität unserer Kollektive, die in Einklang mit Daten für junge Deutsche im Alter von 18-29 Jahren (27) nicht relevant sinkt, sondern mit 6% bzw. 8% (grenzwertig) signifikant anstieg, so ist deren Relevanz für das Studienergebnis schwer einzuschätzen. Offensichtlich ist jedoch, dass eine Erhöhung der habituellen körperlichen Aktivität bei gleichzeitiger Reduktion von Umfang und insbesondere Intensität körperlichen Trainings eine hochsignifikante Verschlechterung kardiometabolischer Risikofaktoren in diesem Lebensalter zumindest nicht verhindern kann. Hier stellt sich die Frage nach dem möglichen Dosis-Wirkungs-Zusammenhang, insbesondere zwischen Belastungsintensität und Veränderung kardiometabolischer Größen (Übersicht in 8, 10, 31, 32). Betrachtet man zunächst die SLS-Gruppe, so zeigen sich, entgegen unserer Erwartungen, ausgehend von hohen Werten trotz weiterer signifikanter Erhöhung von Umfang, Intensität und Komplexität der sportlichen Belastung, keine Verbesserungen kardiometabolischer Größen. Dieser „Deckeneffekt“ mag allerdings den (sehr) guten basalen Gesundheitswerten geschuldet sein. Vice versa zeigte die ZS-Gruppe bei identischem Ausgangsniveau trotz eines Anstiegs der habituellen körperlichen Aktivität ($2,6 \pm 4,2$ h/Wo., s.o.), welche bezogen auf den Energieverbrauch (METS/Wo.) die gleichzeitige Reduktion des körperlichen Trainings (-47 ± 37 min) mit großer Wahrscheinlichkeit kompensierte, eine signifikante Verschlechterung des MetS-Z-Scores. Somit folgern wir, dass bei jungen leistungsfähigen Kollektiven die Reizintensität der „körperlichen Aktivität“ im Kontext kardiometabolischer Prävention besondere Bedeutung zukommt. Diese Einschätzung halten wir angesichts der vergleichsweise überproportionalen Reduktion der Intensitätsindizes in der ZS-Gruppe auch für den Bereich des Sports/körperlichen Trainings für gültig. Untersuchungen, die in diesem Zusammenhang (aerobe) ➤

Trainingsprotokolle mit niedrig-moderater versus hoher Intensität vergleichen, zeigen zumindest einen Trend zu günstigeren Werten bei höherer Reizintensität (18, 31).

Adressiert man die Gründe der MetS-Z-Score Veränderung, so zeigt die ZS-Gruppe eine relativ harmonische Verschlechterung aller MetS-Kriterien, die für den Taillenumfang, den MAP und die Triglyzeride Signifikanz erreichen. Als ursächlich für die negativen metabolischen Veränderungen sehen wir die viszerale Fettakkumulation an (2), die vom Taillenumfangs sehr valide repräsentiert wird (15, 26).

An dieser Stelle möchten wir auf Besonderheiten und Limitationen der Untersuchung aufmerksam machen. (a) Trotz regelmäßiger und konsequenter Abfrage ist es möglich, dass nicht alle Variablen, die möglicherweise unsere Endpunkte beeinflussen, vollständig erfasst wurden. (b) Der Anteil von Personen, die nicht in die „Completer“-Analyse eingeschlossen werden konnten (Abb. 1), ist in beiden Studiengruppen relativ hoch. Die Rate der reinen Studienabbrecher (Abb. 1) ist jedoch geringer als in der Literatur beschrieben (ZS: 15%; SLS: 20%) (12). (c) Wir führten im vorliegenden Beitrag eine Completer-Analyse durch. Eine Analyse der Daten nach dem Intention-to-Treat (ITT) Prinzip zeigte indes vergleichbare Ergebnisse (16). (d) Auf jährliche Testungen wurde aufgrund des hohen Aufwandes und einer

(leichten) Strahlenbelastung durch die DXA-Scans verzichtet. (e) Im Detail wären eine noch differenziertere Abfrage der habituellen körperlichen Aktivität, ein längerer Erfassungszeitraum der Ernährungsanalyse und eine Erfassung psychischer Größen zur besseren Interpretation unserer Ergebnisse günstig gewesen.

Zusammenfassend führt berufsbedingte Reduktion von Sport und körperlichem Training zu einer signifikanten Verschlechterung kardiometabolischer Größen mit klinischer Relevanz (1). Nachhaltige Implementierung von zeiteffizienten (HIT-)Trainingsprotokollen, eingebunden in den Studiums-/Arbeitsprozess oder zumindest institutionell unterstützt, können in diesem Zusammenhang einen wichtigen Beitrag zur Gesundheitsförderung leisten.

Danksagung

Für die Unterstützung der Abschlussmessungen möchten wir uns ganz herzlich bei der ELAN-Stiftung der FAU Erlangen-Nürnberg bedanken. ■

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen:

Keine

Literatur

- (1) ALBERTI KG, ZIMMET P, SHAW J. Metabolic syndrome--a new worldwide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med* 2006;23(5):469-80.
- (2) BASTIEN M, POIRIER P, LEMIEUX I, DESPRES JP. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):369-81.
- (3) CONN VS. Depressive symptom outcomes of physical activity interventions: meta-analysis findings. *Ann Behav Med* 2010;39(2):128-38.
- (4) DGE. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bremen: Neuer Umschau Buchverlag; 2012.
- (5) EMENY R, LACRUZ ME, BAUMERT J, ZIERER A, VON EISENHART ROTHE A, AUTENRIETH C, HERDER C, KOENIG W, THORAND B, LADWIG KH. Job strain associated CRP is mediated by leisure time physical activity: results from the MONICA/KORA study. *Brain Behav Immun* 2012;26(7):1077-84.
- (6) FERRARA CM. The college experience: physical activity, nutrition, and implications for intervention and future research. *JEPonline* 2009;12(1):23-35.
- (7) FRANSSON EI, HEIKKILA K, NYBERG ST, ZINS M, WESTERLUND H, WESTERHOLM P, VAANANEN A, VIRTANEN M, VAHTERA J, THEORELL T, SUOMINEN S, SINGH-MANOUX A, SIEGRIST J, SABIA S, RUGULIES R, PENTTI J, OKSANEN T, NORDIN M, NIELSEN ML, MARMOT MG, MAGNUSSON HANSON LL, MADSEN IE, LUNAU T, LEINWEBER C, KUMARI M, KOUVONEN A, KOSKINEN A, KOSKENVUO M, KNUTSSON A, KITTEL F, JOCKEL KH, JOENSUU M, HOUTMAN IL, HOOFTMAN WE, GOLDBERG M, GEUSKENS GA, FERRIE JE, ERBEL R, DRAGANO N, DE BACQUER D, CLAYS E, CASINI A, BURR H, BORRITZ M, BONENFANT S, BJORNER JB, ALFREDSSON L, HAMER M, BATTY GD, KIVIMAKI M. Job strain as a risk factor for leisure-time physical inactivity: an individual-participant meta-analysis of up to 170,000 men and women: the IPD-Work Consortium. *Am J Epidemiol* 2012;176(12):1078-89.
- (8) GARBER CE, BLISSMER B, DESCHENES MR, FRANKLIN BA, LAMONTE MJ, LEE IM, NIEMAN DC, SWAIN DP. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59.
- (9) GROPPER SS, SIMMONS KP, CONNELL LJ, ULRICH PV. Changes in body weight, composition, and shape: a 4-year study of college students. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;37(6):1118-23.
- (10) HASKELL WL, LEE IM, PATE RR, POWELL KE, BLAIR SN, FRANKLIN BA, MACERA CA, HEATH GW, THOMPSON PD, BAUMAN A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(8):1423-34.
- (11) HASSON F, KEENEY S, MCKENNA H. Research guidelines for the Delphi survey technique. *J Adv Nurs* 2000;32(4):1008-15.
- (12) HEUBLEIN U, SCHMELZER R, SOMMER D. Die Entwicklung der Studienabbruchquote an den deutschen Hochschulen. Report. Hannover; 2008.
- (13) HSIEH PL. A school-based health promotion program for stressed nursing students in Taiwan. *J Nurs Res* 2011;19(3):230-7.
- (14) JOHNSON JL, SLENTZ CA, HOUMARD JA, SAMS GP, DUSCHA BD, AIKEN LB, MCCARTNEY JS, TANNER CJ, KRAUS WE. Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention through Defined Exercise). *Am J Cardiol* 2007;100(12):1759-66.
- (15) KAMEL EG, MCNEILL G, HAN TS, SMITH FW, AVENELL A, DAVIDSON L, TOTHILL P. Measurement of abdominal fat by magnetic resonance imaging, dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometry in non-obese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999;23(7):686-92.
- (16) KEMMLER W, BEBENEK M, VON STENGEL S, KOHL M, BAUER J. Cardiometabolic risk in young adults: impact of study program related changes of occupational and leisure time physical activity and exercise. A 5-year prospective study. *Eur J Prev Cardiol* 2014;submitted.
- (17) KEMMLER W, WEINECK J, KALENDER WA, ENGELKE K. The effect of habitual physical activity, non-athletic exercise, muscle strength, and VO2max on bone mineral density is rather low in early postmenopausal osteopenic women. *J Musculoskeletal Neuronal Interact* 2004;4(3):325-34.
- (18) KESSLER HS, SISSON SB, SHORT KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med* 2012;42(6):489-509.
- (19) KIERKLO A, KOBUS A, JAWORSKA M, BOTULINSKI B. Work-related musculoskeletal disorders among dentists - a questionnaire survey. *Ann Agric Environ Med* 2011;18(1):79-84.

- (20) KWAN MY, CAIRNEY J, FAULKNER GE, PULLENAYEGUM EE. Physical activity and other health-risk behaviors during the transition into early adulthood: a longitudinal cohort study. *Am J Prev Med* 2012;42(1):14-20.
- (21) MIHALOPOULOS NL, AUINGER P, KLEIN JD. The Freshman 15: is it real? *J Am Coll Health* 2008;56(5):531-3.
- (22) NCEP. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001;285(19):2486-97.
- (23) ORTEGA FB, KONSTABEL K, PASQUALI E, RUIZ JR, HURTIG-WENNLOF A, MAESTU J, LOF M, HARRO J, BELLOCCO R, LABAYEN I, VEIDEBAUM T, SJOSTROM M. Objectively measured physical activity and sedentary time during childhood, adolescence and young adulthood: a cohort study. *PLoS One* 2013;8(4):e60871.
- (24) RACETTE SB, DEUSINGER SS, STRUBE MJ, HIGHSTEIN GR, DEUSINGER RH. Changes in weight and health behaviors from freshman through senior year of college. *J Nutr Educ Behav* 2008;40(1):39-42.
- (25) RANGUL V, BAUMAN A, HOLMEN TL, MIDTHJELL K. Is physical activity maintenance from adolescence to young adulthood associated with reduced CVD risk factors, improved mental health and satisfaction with life: the HUNT Study, Norway. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012;9:144.
- (26) ROSS R, RISSANEN J, HUDSON R. Sensitivity associated with the identification of visceral adipose tissue levels using waist circumference in men and women: effects of weight loss. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996;20(6):533-8.
- (27) RÜTTEN A, ABU-OMAR K, LAMPERT T, ZIESE T. Körperliche Aktivität. Report. Berlin: Statistisches Bundesamt; 2005.
- (28) SERLACHIUS A, HAMER M, WARDLE J. Stress and weight change in university students in the United Kingdom. *Physiol Behav* 2007;92(4):548-53.
- (29) SMALL M, BAILEY-DAVIS L, MORGAN N, MAGGS J. Changes in eating and physical activity behaviors across seven semesters of college: living on or off campus matters. *Health Educ Behav* 2013;40(4):435-41.
- (30) STATISTISCHES-BUNDESAMT. Gesundheit in Deutschland. Berlin; 2006.
- (31) SWAIN DP, FRANKLIN BA. Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am J Cardiol* 2006;97(1):141-7.
- (32) VISSERS D, HENS W, TAEYMANS J, BAEYENS JP, POORTMANS J, VAN GAAL L. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2013;8(2):e56415.