

ACCEPTED: March 2015

PUBLISHED ONLINE: May 2015

DOI: 10.5960/dzsm.2015.172

Kappenstein J, Ferrauti A.

Intervallsprinttraining verbessert die aerobe Ausdauer im Grundschulalter. Dtsch Z Sportmed. 2015; 66: 128-133.

Intervallsprinttraining verbessert die aerobe Ausdauer im Grundschulalter

Interval Training Increases Aerobic Capacity in Primary School Children

1. RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM,
Fakultät für Sportwissenschaft,
Lehr- und Forschungsbereich
Trainingswissenschaft,
Gesundheitscampus Nord Nr. 120,
Bochum

Zusammenfassung

- › **Problemstellung:** Das Ziel der Studie bestand darin, die Effekte eines spielerisch ausgerichteten Ausdauertrainings nach der intensiven Intervallsprintmethode mit jenen eines Trainings nach der extensiven (variablen) Dauerperiode auf die aerobe Ausdauer, Sprintschnelligkeit und Körperkomposition sowie Belastungsverträglichkeit und Akzeptanz von Kindern im Grundschulalter zu vergleichen.
- › **Methoden:** Während eines zehnwöchigen Interventionszeitraums wurden im Rahmen eines 3-Gruppen-Untersuchungsdesigns mit 42 Kindern (9,5±1,1 Jahre) der Einfluss eines intensiven Intervallsprinttraining (INT) mit jenen eines Trainings nach der extensiven (variablen) Dauerperiode (DM) im Vergleich zu einer nichttrainierenden Kontrollgruppe (KON) untersucht. Jeder Teilnehmer absolvierte eine pädiatrische Untersuchung sowie eine Eingangs- und Ausgangsdiagnostik zur Bestimmung von Anthropometrie, aerober Leistungsfähigkeit (u.a. maximaler Sauerstoffaufnahme (VO_{2peak})) und Sprintschnelligkeit.
- › **Ergebnisse:** Während INT lagen die Blutlaktatkonzentrationen signifikant höher und die Herzfrequenzen signifikant niedriger als während DM. Die Akzeptanz von INT war signifikant höher als von DM. VO_{2peak} verbesserte sich signifikant um 20% nach INT bzw. 19% nach DM, nicht jedoch in KON (4%). Das Körpergewicht nahm durch INT (3,5%) und DM (3,1%) signifikant weniger zu als in KON (6,5%), der BMI erhöhte sich lediglich in KON (5,6%) ($p < 0,05$).
- › **Diskussion:** Über eine Anhebung der Trainingsintensität bei gleichzeitiger Verkürzung der Trainingsdauer um 40% gegenüber der Dauerperiode konnte trotz Verzicht einer individuellen Intensitätssteuerung durch ein spielerisch gestaltetes Ausdauertraining nach der intensiven Intervallsprintmethode bei hoher Compliance eine gleichwertige Verbesserung der aeroben Fitness realisiert werden. Zeitersparnis und Akzeptanz eröffnen neue Möglichkeiten eines fitness- und gesundheitsorientierten Ausdauertrainings für den Schulsport.

SCHLÜSSELWÖRTER:

Dauerperiode, Herzfrequenz, Kinder, Laktat, VO_{2peak}

Summary

- › **Introduction:** The aim of the present study was to compare the effects of intensive interval sprint training and continuous endurance training integrated as play on aerobic fitness, sprint performance and body composition as well as exercise tolerance and acceptance in primary school children.
- › **Methods:** The effects of intensive interval training (INT) and continuous endurance training (DM) compared to a non-training control group (KON) were examined during a 10-week intervention in 42 children (9.5±1.1 yrs). Each participant completed a paediatric examination as well as pre- and post-diagnostics to determine anthropometry, aerobic fitness (e.g. maximum oxygen uptake (VO_{2peak})) and sprint performance.
- › **Results:** Blood lactate concentrations were significantly higher and heart rates significantly lower during INT compared to DM. Acceptance was significantly higher in INT compared to DM. VO_{2peak} was significantly improved after INT (20%) and DM (19%), but not in KON (4%). Body mass showed a significantly lower increase after INT (3.5%) and DM (3.1%) compared to KON (6.5%), whereas BMI only increased significantly in KON (5.6%) ($p < 0.05$).
- › **Discussion:** Intensive interval sprint training integrated as play shows equal results in aerobic fitness as continuous endurance training, without individual intensity control. Time saving of about 40% and high compliance offer new perspectives for fitness- and health related endurance training in school sport.

KEY WORDS:

Continuous Training, Heart Rate, Lactate, VO_{2peak}



QR-Code scannen
und Artikel online
lesen.

KORRESPONDENZADRESSE:

Jennifer Kappenstein, Dipl. Sportwissensch.
Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Sportwissenschaft, Lehr- und
Forschungsbereich Trainingswissenschaft,
Gesundheitscampus Nord Nr. 120,
44780 Bochum
✉: jennifer.kappenstein@rub.de

Einleitung

Körperliche Aktivität und motorische Leistungsfähigkeit im Kindesalter haben sich im Laufe der letzten Jahrzehnte signifikant verringert (20). Insbesondere die Ausdauerleistungsfähigkeit unterliegt seit den 1970er-Jahren einem drastischen Rückgang um jährlich 0,5% (26). Dabei ist gerade der positive Zusammenhang zwischen aerober Ausdauerleistung und psychophysischer Gesundheit unbestritten (11). Der

daraus resultierenden akuten Handlungsnotwendigkeit stehen in der Regel nur ein geringes Zeitbudget (maximal drei, vielfach jedoch nur zwei Stunden Schulsportunterricht pro Woche mit jeweils niedriger Nettobelastungszeit (28)) sowie eine unzureichende Wertschätzung im sozialen und schulischen Umfeld für eine zielgerichtete Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit im Schulkindalter gegenüber.

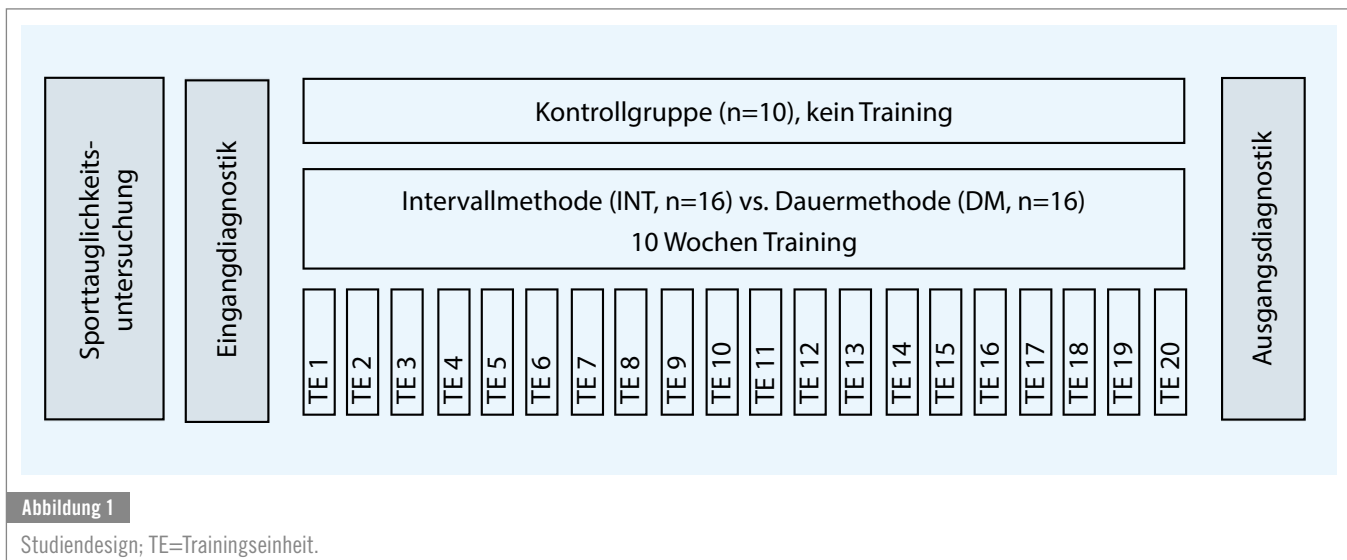


Abbildung 1

Studiendesign; TE=Trainingseinheit.

Positive Anpassungserscheinungen der aeroben Fitness durch aerobes sowie partiell anaerobes Ausdauertraining im Kindesalter wurden mehrfach erwiesen (u.a. 5, 18, 27). Matos und Winsley (17) gehen von Steigerungen der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2peak}) durch aerobes Ausdauertraining um ca. 5-6% pro Monat bei Kindern aus. Von deutlich stärkeren Effekten berichten Lemura et al. (16) bei Erwachsenen (15-20%) im Vergleich zu Kindern (6%) bei identisch moderaten Trainingsinhalten. Einige Autoren folgern daher, dass Kinder intensiver belastet werden müssen als Erwachsene, um eine vergleichbare Leistungssteigerung zu erzielen (6, 25).

Intensive intervallförmige Trainingsinhalte sind in diesem Zusammenhang aus verschiedenen Gründen von speziellem Interesse für das Training im Kindesalter. Sowohl bei Nachwuchssportlern (23) als auch bei Schülern (4, 5) und übergewichtigen Kindern (9) konnten positive Anpassungen der aeroben Leistungsfähigkeit bzw. der VO_{2peak} von 5-8% pro Monat infolge eines hochintensiven Intervalltrainings beobachtet werden. Die Autoren berichteten zudem von einer Steigerung von Explosivkraft und Sprintschnelligkeit (4), einer Reduktion von Körpergewicht und Insulinresistenz (9) sowie einer Verbesserung von Lungenfunktion und Atemwegempfindlichkeit (21).

Zugunsten des hochintensiven Intervalltrainings liegen ferner überzeugende Befunde vor, dass Kinder im Vergleich zu Erwachsenen eine höhere Ermüdungsresistenz sowie Belastungsverträglichkeit aufweisen und auf systemischer (z.B. Laktatelimination) sowie zellphysiologischer Ebene (z.B. Phosphokreatinresynthese) schneller zwischen und nach intensiven intermittierenden Belastungen regenerieren (10, 13, 14). Auch auf psychosozialer Ebene scheinen abwechslungsreiche und teilweise intensive Belastungsformen für das Kindesalter hervorragend geeignet, da sie dem natürlichen kindlichen Bewegungsverhalten entsprechen, welches von Bailey et al. (3) als intermittierend, explosiv und mit kurzen Bewegungsphasen (<15s) moderater bis hoher Intensität beschrieben wird. Aus trainingsökonomischer Sicht kann davon ausgegangen werden, dass höhere Intensitäten eine Reduktion des zeitlichen Trainingsumfangs gegenüber dem klassischen hochvolumigen und moderaten Ausdauertraining ermöglichen (7, 19, 23). Dieser Vorteil ist aufgrund der erschreckend geringen Nettobelastungszeit im Schulsportunterricht (28) und den dort vielfach konkurrierenden überwiegend pädagogischen Zielsetzungen von herausragender Bedeutung für eine zukunftsweisende Unterrichtsgestaltung.

Das Ziel der Studie bestand folglich darin, die Effekte eines zehnwöchigen, spielerisch ausgerichteten Ausdauertrainings nach der intensiven Intervallsprintmethode mit jenen eines Trainings nach der extensiven (variablen) Dauertraining-Methode auf die aerobe Ausdauer, Sprintschnelligkeit und Körperkomposition sowie Belastungsverträglichkeit und Akzeptanz von Kindern im Grundschulalter zu vergleichen.

Material und Methode

Probanden

42 untrainierte präpubertäre Kinder (16 Mädchen, 26 Jungen) im Alter von $9,5 \pm 1,0$ Jahren (Tanner Stadium ≤ 2 (24)) nahmen an der Studie teil (Tab. 1). Alle Teilnehmer wurden über Ausschreibungen in regionalen Tageszeitungen sowie an regionalen Schulen rekrutiert und gingen neben dem Schulsportunterricht maximal einmal wöchentlich einer freizeitsportlichen Betätigung nach. Die Kinder und ihre Erziehungsberechtigten wurden (kindgemäß) über Ziele, Inhalte und Methoden der Studie aufgeklärt, woraufhin die Kinder eine verbale und die Erziehungsberechtigten eine schriftliche Einverständniserklärung im Namen ihrer Kinder abgaben. Zum Ausschluss von Kontraindikationen erfolgte eine Sporttauglichkeitsuntersuchung durch den jeweils behandelnden Pädiater. Die biologische Entwicklung wurde von den Teilnehmern und ihren Erziehungsberechtigten anhand der Tanner-Stadien bestimmt (24). Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum bewilligt (Reg.-Nr. 3923-11)

Studiendesign

Während eines zehnwöchigen Interventionszeitraums mit zwei Trainingseinheiten pro Woche wurden im Rahmen eines 3-Gruppen-Untersuchungsdesigns die Effekte eines intensiven Intervallsprinttrainings (INT) mit jenen eines Trainings nach der extensiven (variablen) Dauertraining-Methode (DM) im Vergleich zu einer nichttrainierenden Kontrollgruppe (KON) untersucht. Jeder Teilnehmer absolvierte vor bzw. eine Woche nach dem Interventionszeitraum eine Eingangs- (PRE) sowie Ausgangsdiagnostik (POST) zur Bestimmung von Anthropometrie und maximaler Sauerstoffaufnahme (VO_{2peak}) sowie der maximalen Blutlaktatkonzentration (LA_{max}), Herzfrequenz (HF_{max}) und Laufgeschwindigkeit (v_{max}) unter konstanten Laborbedingungen (Umgebungstemperatur $18-22^\circ$) sowie der Sprintschnelligkeit über 20m (t20) auf einer Outdoor-Tartanbahn (Abb. 1). >

Tabelle 1

Anthropometrische Daten; alle Parameter sind als Mittelwerte und Standardabweichungen dargestellt; INT Interventionsgruppe Intervallmethode, DM Interventionsgruppe Dauermethode, KON Kontrollgruppe; BMI Body Mass Index, MM Muskelmasse, FM Fettmasse; * signifikanter Unterschied von PRE zu POST (* p<0,05; ** p<0,01).

	INT (N=16)		DM (N=16)		KON (N=10)		ANOVA		
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	MESSZEITPUNKT	GRUPPE	INTERAKTION
Alter (Jahre)	9,5 ± 1,0	9,7 ± 1,0	9,2 ± 0,9	9,4 ± 0,9	10,0 ± 1,2	10,2 ± 1,2	n.s.	n.s.	n.s.
Körpergröße (cm)	143 ± 7	144 ± 7	138 ± 8	140 ± 8	141 ± 11	142 ± 11	p<0,01	n.s.	n.s.
Körpergewicht (kg)	36,8 ± 8,7**	38,1 ± 9,2**	33,6 ± 9,8**	34,7 ± 10,4**	35,6 ± 9,3**	38,1 ± 10,4**	p<0,01	n.s.	p<0,05
BMI (Perzentil)	55,5 ± 25,7	55,4 ± 27,6	48,6 ± 30,4	50,1 ± 30,7	53,8 ± 21,3*	62,2 ± 22,5*	p<0,05	n.s.	p<0,05
MM (%)	47,4 ± 6,7	48,1 ± 6,7	47,4 ± 6,1	48,3 ± 7,6	50,3 ± 6,0	48,5 ± 7,3	n.s.	n.s.	n.s.
FM (%)	24,4 ± 9,7	25,2 ± 10,7	24,8 ± 8,0	24,4 ± 8,9	21,3 ± 7,2	22,4 ± 8,4	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 2

Testresultate; alle Parameter sind als Mittelwerte und Standardabweichungen dargestellt; INT Interventionsgruppe Intervallsprint, DM Interventionsgruppe Dauermethode, KON Kontrollgruppe; Hfmax maximale Herzfrequenz; * signifikanter Unterschied von PRE zu POST (* p<0,05).

	INT (N=16)		DM (N=16)		KON (N=10)		ANOVA		
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	MESSZEITPUNKT	GRUPPE	INTERAKTION
VO _{2peak} (ml/kg/min)	44,0 ± 7,6*	52,3 ± 9,2*	44,4 ± 9,2*	50,7 ± 8,3*	44,1 ± 10,3	45,6 ± 10,2	p<0,01	n.s.	p<0,05
LA _{max} (mmol/l)	3,5 ± 1,8	3,8 ± 2,0	5,0 ± 2,0	4,5 ± 1,8	3,2 ± 1,2	3,3 ± 1,6	n.s.	n.s.	n.s.
HF _{max} (1/min)	193 ± 12	195 ± 10	200 ± 9	199 ± 11	187 ± 9	183 ± 14	n.s.	p<0,01	n.s.
v _{max} (m/s)	3,15 ± 0,50	3,33 ± 0,43	3,08 ± 0,54	3,20 ± 0,44	2,88 ± 0,59	2,80 ± 0,57	n.s.	n.s.	n.s.
t20 (s)	4,00 ± 0,40	3,99 ± 0,38	4,06 ± 0,31	4,03 ± 0,32	3,96 ± 0,37	4,04 ± 0,41	n.s.	n.s.	n.s.
FM (%)	24,4 ± 9,7	25,2 ± 10,7	24,8 ± 8,0	24,4 ± 8,9	21,3 ± 7,2	22,4 ± 8,4	n.s.	n.s.	n.s.

Anhand der VO_{2peak} wurden die Teilnehmer parallelisiert in drei alters-, geschlechts- und leistungshomogene Gruppen eingeteilt. Die Teilnehmer wurden instruiert, ihren normalen Ernährungs- und Bewegungsgewohnheiten zu folgen, jedoch spätestens 2h vor den Untersuchungen die letzte kohlenhydratreiche Mahlzeit zu konsumieren und 24h vorher von einer sportlichen Aktivität abzusehen. Zu KON erfolgte nach fünf Wochen des Interventionszeitraums eine telefonische Kontaktaufnahme.

Trainingsinterventionen

Vor dem gruppenspezifischen Training erfolgte ein gemeinsames zehnmütiges Aufwärmen (Spielformen mit und ohne Ball). INT bestand mit einer Trainingsdauer von 30 min aus intervallsprintorientierten Lauf- und Spielformen mit Intensitäten von 100% v_{max} bis all-out in den 5-15-sekündigen Belastungsphasen. DM bestand mit einer Trainingsdauer von 50 min aus Lauf- und Spielformen nach der extensiven (variablen) Dauermethode. Abschließend erfolgte ein 10-minütiges Cool-down in der Gesamtgruppe. Jede Trainingseinheit wurde anhand der Frage „Wie hat Dir das Training gefallen?“ über eine 5-stufige piktografische Notenskala von „sehr gut“ bis „mangelhaft“ auf ihre Akzeptanz hin bewertet. Während der 7. und 14. Trainingseinheit wurden HF sowie unmittelbar nach dem gruppenspezifischen Training LA erfasst. Das Training fand in einem Stadion mit 400m Tartan-Rundbahn und Rasenfläche statt.

Testverfahren

Körpergröße (±0,5 cm) und Körpergewicht (±0,1 kg) wurden mittels stationärem Stadiometer (Holtain Ltd., Crosswell, UK) und medizinisch genormter Personenwaage (Soehnle Professional 2755, Soehnle Professional GmbH, Backnang, Deutschland) bestimmt. Der Body-Mass-Index (BMI) wurde gemäß der klassischen Formel BMI=kg/m² bestimmt und die alters- und geschlechtsspezifischen Perzentile (BMI_{perz}) abgeleitet (15). Die Bestimmung der prozentualen Fett- (FM) und

Muskelmasse (MM) erfolgte mittels Bioimpedanzanalyse (BIA 101 Anniversary Sport Edition, Akern, Pontassieve, Italy) (12).

VO_{2peak}, LA_{max}, HF_{max} und v_{max} wurden per Laufbandstufentest (Start: 1,6 m/s, Stufen: 0,4 m/s, Stufendauer: 3 min, Steigung: 1%) bis zur subjektiven Ausbelastung, unter Berücksichtigung der in Armstrong und Van Mechelen (2) genannten Kriterien, bestimmt. Als Ausbelastungskriterien wurden ein Respiratorischer Quotient ≥ 1,0 oder ein Levelling off der HF bei ≥200 Schlägen/min anerkannt (2). Die O₂-Aufnahme wurde mittels offener Einzelatemzuganalyse (ZAN 600, nSpire, Oberhulba, Deutschland) ermittelt. In Ruhe, unmittelbar nach jeder Stufe sowie in der 1., 3. und 5. Nachbelastungsminute wurden 20 µl Kapillarblut zur Bestimmung der LA aus dem hyperämisierten Ohrfläppchen entnommen. Die Proben wurden amperometrisch-enzymatisch analysiert (EBIO* plus, Eppendorf AG, Hamburg, Deutschland). HF wurde kontinuierlich in 5s-Intervallen registriert (Polar RS400, Polar Elektro GmbH, Büttelborn, Deutschland).

Die Sprintschnelligkeit im 20m-Linearsprint (t20 [s]) wurde in drei Durchgängen mit 45-sekündiger Pause mittels Funk-Doppellichtschranken-Messung (Sportronic, Mauthausen, Deutschland) ermittelt. Die Probanden starteten aus aufrechter Position auf ein akustisches Signal.

Statistische Analyse

Alle Messdaten werden als Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD) dargestellt. Die Akutreaktionen (HF, LA und Akzeptanz) auf die Trainingseinheiten wurden mittels t-Tests für unabhängige Stichproben zwischen INT und DM verglichen. Zum Vergleich der drei Gruppen hinsichtlich der Veränderungen ihrer anthropometrischen sowie leistungsdiagnostischen Daten von PRE zu POST wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung (Zeit x Gruppe) durchgeführt. Zur Überprüfung signifikanter Mittelwertunterschiede wurde das Post-hoc-Verfahren nach Bonferroni angewandt. Als Signifikanzniveau wurde p<0,05 festgelegt. Alle statistischen

Analysen erfolgten mittels IBM SPSS Statistics 22 (IBM, Armonk, NY, USA).

Ergebnisse

Trainingsinterventionen

Die Teilnehmer der Interventionsgruppen absolvierten durchschnittlich 19 von 20 maximal möglichen Trainingseinheiten. LA war nach INT ($2,6 \pm 0,8$ mmol/l; 89% LA_{max}) signifikant höher als nach DM ($1,3 \pm 0,4$ mmol/l; 31% LA_{max}) ($p < 0,05$). Die durchschnittliche HF war während INT (145 ± 14 S/min; 78% HF_{max}) signifikant niedriger als während DM (158 ± 13 S/min; 79% HF_{max}) ($p < 0,05$). Die Akzeptanz von INT ($1,3 \pm 0,3$) war signifikant höher als von DM ($1,8 \pm 0,8$) ($p < 0,05$) (Abb. 2).

Eingangs- und Ausgangsdiagnostik

Die Zunahme des Körpergewichts war bei vergleichbarem Größenwachstum nach INT (3,5%) und DM (3,1%) signifikant niedriger als in KON (6,5%) ($p < 0,05$). BMI_{perz} stieg in KON signifikant an ($p < 0,05$), während es nach INT und DM unverändert blieb (Tab. 1). VO_{2peak} verbesserte sich signifikant um 20% nach INT und um 19% nach DM ($p < 0,05$), nicht jedoch in KON (4%). Die Verbesserungen von LA_{max} , HF_{max} und v_{max} wiesen tendenziell in die gleiche Richtung, waren aber statistisch nicht signifikant. t20 blieb in allen Gruppen unverändert (Tab. 2).

Diskussion

Ziel der Studie war es, die Effekte eines zehnwöchigen, spielerischen Ausdauertrainings nach der intensiven Intervallsprintmethode mit jenen eines Trainings nach der extensiven (variablen) Dauer- und Sprintmethode auf die aerobe Ausdauer, Sprintschnelligkeit und Körperkomposition sowie Belastungsverträglichkeit und Akzeptanz von Kindern im Grundschulalter zu vergleichen. Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass über eine Anhebung der Trainingsintensität bei gleichzeitiger Verkürzung der Trainingsdauer um 40% gegenüber DM durch INT bei signifikant höherer Akzeptanz gleichwertige Verbesserungen der aeroben Fitness sowie eine Stabilisation von Körpergewicht und BMI_{perz} realisiert werden konnten.

Die in INT realisierten Belastungsmuster und HF können in die intensive Intervallmethode mit Kurzzeitintervallen eingeordnet werden und entsprechen den Studien von Baquet et al. (4, 5, 7). Die im Training erreichten LA erscheinen vergleichsweise niedrig. Signifikant niedrigere LA gegenüber Erwachsenen gelten nach intensiven Intervallbelastungen im Kindesalter jedoch als erwiesen (1, 10). Unter Berücksichtigung einer altersbedingt reduzierten Laktatakkumulation unserer Teilnehmer, entsprechen die realisierten LA immerhin 90% der im Laufbandstufentest erreichten LA_{max} und können für ein intensives Intervalltraining als angemessenen interpretiert werden. Die realisierten Trainingsintensitäten in DM folgten den klassischen Vorgaben eines Ausdauertrainings nach der extensiven (variablen) Dauer- und Sprintmethode.

Die Verbesserungen der VO_{2peak} um 20% (2%/Woche) durch INT sowie um 19% (1,9%/Woche) durch DM überreffen die Ergebnisse vorangegangener Studien (5, 7, 9, 17, 18, 19, 22). Zwar weisen die Ergebnisse eine für leistungs- und gewichtsheterogene Schülergruppen erwartungsgemäß hohe Range auf, innerhalb derer jedoch nach INT jedes einzelne der Kinder seine VO_{2peak} deutlich verbesserte. Abweichende Ergebnisse waren insbesondere in Abhängigkeit von Gewicht und Leistungs-niveau nach DM zu beobachten. In dieser Stichprobe verbesserten sich die übergewichtigen tendenziell weniger als die normalge-

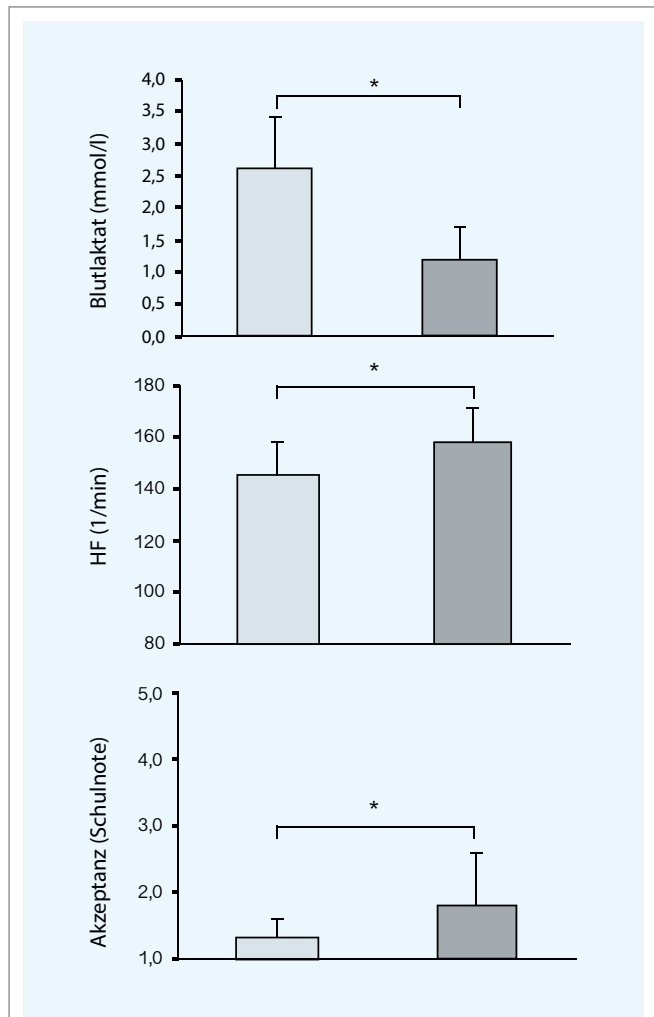


Abbildung 2

Akutreaktionen auf die Trainingseinheiten in den Interventionsgruppen INT (hellgrau, n=16) und DM (dunkelgrau, n=16); HF=Herzfrequenz (dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichungen; *: signifikanter Unterschied, $p \leq 0,05$).

wichtigen sowie die leistungsstarken weniger als die leistungsschwachen Kinder.

Vergleichend betrachtet konnten über eine Anhebung der Trainingsintensität durch INT bei gleichzeitiger Verkürzung der Trainingsdauer um 40% gegenüber DM gleichwertige Verbesserungen der VO_{2peak} erreicht werden. Dies bestätigen auch vorangegangene Vergleichsstudien (7, 19).

Der zunächst überraschende Befund, dass auch ohne klassisches aerobes Ausdauertraining Verbesserungen der VO_{2peak} möglich sind, kann metabolisch auf den hohen oxidativen Bedarf während der Erholungspausen im Intervalltraining zurückgeführt werden, während die Belastungsphasen selber aerob bis anaerob-laktazid realisiert werden. Bei Kindern konnte nachgewiesen werden, dass auch bereits in den Belastungsphasen große Anteile oxidativ abgedeckt werden (13). Die Verbesserung der aeroben Fitness ging in keiner der beiden Trainingsgruppen zu Lasten der Sprintschnelligkeit (t20).

Die geringere Zunahme von Körpergewicht nach INT und DM im Vergleich zu KON spiegelt sich in einem konstanten BMI der beiden Trainingsgruppen gegenüber einem signifikanten Anstieg in KON wieder. Während sich BMI_{perz} in den beiden Interventionsgruppen durchweg im alters- und geschlechtsspezifischen Normbereich befand, wiesen die Entwicklungen in KON einen deutlichen Negativtrend auf. In einer Studie >

mit übergewichtigen Kindern konnte eine signifikante Reduktion beider Parameter durch ein 12-wöchiges intensives Intervalltraining erreicht werden (9). Die Gewichtsveränderungen schlugen sich weder in dieser noch in anderen Studien in einem veränderten Anteil an FM und MM nieder (7, 23). Die physiologische Nachhaltigkeit der genannten Trainingseffekte bleibt zu evaluieren.

Hinsichtlich der Akzeptanz des Trainings bewerteten die Kinder INT signifikant höher als DM. Dies lässt sich auf eine Präferenz von Kindern zu intermittierenden Belastungsmustern mit partiell intensiven kurzen Belastungsphasen (3) sowie den motivierenden Charakter von variierenden Belastungszeiten und -intensitäten zurückführen (8). Die hohe Compliance bietet praxisrelevante Implikationen auch für den Schulsport. Eine attraktive Umsetzung von Ausdauerinhalten offeriert Chancen hinsichtlich Schülermotivation und folglich auch präventivmedizinischer Nachhaltigkeit, im Sinne eines Transfers gesundheits- und fitnessorientierten Ausdauertrainings auf den außerschulischen Bereich.

Das Fehlen einer individuellen und systematischen Trainingssteuerung kann einerseits als Limitation der Studie und als problematisch für den Transfer in die Sportpraxis betrachtet werden. Andererseits verdeutlichen die Ergebnisse, dass eine adäquate Reizsetzung in leistungs- und gewichtsheterogenen Schülergruppen durch ein praxisnahes, attraktiv gestaltetes Gruppentraining nach der Intervallmethode erreicht werden kann. Dies mag unter anderem an der vielfach geringen Aus-

dauerleistungsfähigkeit der Schüler und deren entsprechend hohem Adaptationspotential liegen. Zudem kann das Risiko einer potentiellen Überlastung im Kindesalter nahezu ausgeschlossen werden, da Kinder verglichen mit Erwachsenen einen geringeren Power-Out und somit niedrigere Laktatkonzentrationen sowie einem stabileren pH-Wert im intensiven Intervalltraining aufweisen (u.a. 14).

Schlussfolgerung

Verbesserungen der aeroben Fitness sowie eine positive Beeinflussung des Körpergewichts können auch unter Verzicht einer individuellen Intensitätssteuerung über ein spielerisch gestaltetes Ausdauertraining nach der intensiven Intervallmethode realisiert werden. Dies bestätigt einmal mehr die Eignung des intensiven Intervalltrainings im Kindesalter. Zeitersparnis und Akzeptanz eröffnen neue Möglichkeiten, ein gesundheitsorientiertes Ausdauertraining ohne Effektivitätseinbußen auch in größeren heterogenen Gruppen unter den üblichen Rahmenbedingungen ökonomisch in den Schulsport zu integrieren (z.B. im Sinne einer sportartspezifischen Integration in das jeweilige Unterrichtsvorhaben oder als fester Bestandteil im Offenen Ganztage).

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

Keine

Literatur

- (1) **ARMSTRONG N, TOMKINSON GR, EKELUND U.** Aerobic fitness and its relationship to sport, exercise training and habitual activity during youth. *Br J Sports Med.* 2011;45:849-858. doi:10.1136/bjsports-2011-090200.
- (2) **ARMSTRONG N, VAN MECHELEN W.** Paediatric Exercise Science and Medicine. 2nd Ed. New York: Oxford University Press; 2008.
- (3) **BAILEY RC, OLSON J, PEPPER SL, PORSZASZ J, BARSTOW TJ, COOPER DM.** The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:1033-1041. doi:10.1249/00005768-199507000-00012
- (4) **BAQUET G, BERTHOIN S, GERBEAUX M, VAN PRAAGH E.** High-Intensity Aerobic Training During a 10 Week One-Hour Physical Education Cycle: Effects on Physical Fitness of Adolescents Aged 11 to 16. *Int J Sports Med.* 2001;22:295-300. doi:10.1055/s-2001-14343
- (5) **BAQUET G, BERTHOIN S, DUPONT G, BLONDEL N, FABRE C, VAN PRAAGH E.** Effects of high intensity intermittent training on peak VO₂ in prepubertal children. *Int J Sports Med.* 2002;23:439-444. doi:10.1055/s-2002-33742
- (6) **BAQUET G, VAN PRAAGH E, BERTHOIN S.** Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. *Sports Med.* 2003;33:1127-1143. doi:10.2165/00007256-200333150-00004
- (7) **BAQUET G, GAMELIN FX, MUCCI P, THÉNEVEY D, VAN PRAAGH E, BERTHOIN S.** Continuous vs. interval aerobic training in 8- to 11-year-old children. *J Strength Cond Res.* 2010;24:1381-1388. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d1575a
- (8) **BARKLEY JE, EPSTEIN LH, ROEMMICH JN.** Reinforcing value of interval and continuous physical activity in children. *Physiol Behav.* 2009;98:31-36. doi:10.1016/j.physbeh.2009.04.006
- (9) **CORTE DE ARAUJO AC, ROSCHEL H, ROSSI PÍCANÇO A, LEITE DO PRADO DM, FERREIRA VILLARES SM, DE SÁ PINTO AL, GUALANO B.** Similar health benefit of endurance and high-intensity interval training in obese children. *PLoS ONE.* 2012;7:e42747. doi:10.1371/journal.pone.0042747.
- (10) **FALK B, DOTAN R.** Child-adult differences in the recovery from high-intensity exercise. *Exerc Sport Sci Rev.* 2006;34:107-112. doi:10.1249/00003677-200607000-00004
- (11) **HOLLMANN W, STRÜDER H.** Sportmedizin. 5. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 2009.
- (12) **JANSSEN I, HEYMSFIELD SB, BAUMGARTNER RN, ROSS R.** Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol.* 2000;89:465-471.
- (13) **KAPPENSTEIN J, FERRAUTI A, RUNKEL B, FERNANDEZ-FERNANDEZ J, MÜLLER K, ZANGE J.** Changes in phosphocreatine concentration of skeletal muscle during high-intensity exercise in children and adults. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113:2769-2779. doi:10.1007/s00421-013-2712-x
- (14) **KAPPENSTEIN J, ENGEL F, FERNANDEZ-FERNANDEZ J, FERRAUTI A.** Effects of active and passive recovery on blood lactate and blood pH after a repeated sprint protocol in children and adults. *Pediatr Exerc Sci.* 2015; 27:77-84. doi:10.1123/pes.2013-0187
- (15) **KROMEYER-HAUSCHILD K, WABITSCH M, KUNZE D, GELLER F, GEISS HC, HESSE V, VON HIPPEL A, JAEGER U, JOHNSEN D, KORTE W, MENNER K, MÜLLER G, MÜLLER JM, NIEMANN-PILATUS A, REMER T, SCHAEFER F, WITTCHEN H-U, ZABRANSKY S, ZELLNER K, ZIEGLER A, HEBEBRAND J.** Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschr Kinderheilkd.* 2001;149:807-818. doi:10.1007/s001120170107
- (16) **LEMURA LM, VON DULLIVARD SP, CARLONAS R, ANDREACCI J.** Can exercise training improve maximal aerobic power (VO₂max) in children: a meta-analytic review. *JEPonline.* 1999;2:1-22.
- (17) **MATOS N, WINSLEY RJ.** Trainability of young athletes and overtraining. *J Sports Sci Med.* 2007;6:353-367.
- (18) **MCMANUS AM, ARMSTRONG N, WILLIAMS CA.** Effect of training on the aerobic power and anaerobic performance of prepubertal girls. *Acta Paediatr.* 1997;86:456-459. doi:10.1111/j.1651-2227.1997.tb08912.x
- (19) **MCMANUS AM, CHENG CH, LEUNG MP, YUNG TC, MACFARLANE DJ.** Improving Aerobic Power in Primary School Boys: A Comparison of Continuous and Interval Training. *Int J Sports Med.* 2005;26:781-786. doi:10.1055/s-2005-837438.
- (20) **MOUNTJOY M, ANDERSEN LB, ARMSTRONG N, BIDDLE S, BOREHAM C, BRANDL BEDENBECK H-P, EKELUND U, ENGBRETSSEN L, HARDMAN K, HILLS A, KAHLMEIER S, KRIEMLER S, LAMBERT E, LJUNGQVIST A, MATSUO V, MCKAY H, MICHELI L, PATE R, RIDDOCH C, SCHAMASCH P, SUNDBERG CJ, TOMKINSON G, VAN SLUIJS E, VAN MECHELEN W.** International Olympic Committee consensus statement on the health and fitness of young people through physical activity and sport. *Br J Sports Med.* 2011;45:839-848. doi:10.1136/bjsports-2011-090228.
- (21) **ROSENKRANZ SK, ROSENKRANZ RR, HASTMANN TJ, HARMS CA.** High-intensity training improves airway responsiveness in inactive nonasthmatic children: evidence from a randomized controlled trial. *J Appl Physiol.* 2012;112:1174-1183. doi:10.1152/jappphysiol.00663.2011.
- (22) **ROTSTEIN A, DOTAN R, BAR-OR O, TENENBAUM G.** Effects of training on anaerobic threshold, maximal aerobic power and anaerobic performance of preadolescent boys. *Int J Sports Med.* 1986;7:281-286. doi:10.1055/s-2008-1025775
- (23) **SPERLICH B, ZINNER C, HEILEMANN I, KJENDLIE P-L, HOLMBERG H-C, MESTER J.** High-intensity interval training improves VO₂peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9-11-year-old swimmers. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110:1029-1036. doi:10.1007/s00421-010-1586-4.
- (24) **TANNER JM.** Growth of adolescents. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1962.
- (25) **TOLFREY K, CAMPBELL IG, BATTERHAM AM.** Aerobic trainability of prepubertal boys and girls. *Pediatr Exerc Sci.* 1998;10:248-263.
- (26) **TOMKINSON GR, OLDS TS.** Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture. In: Tomkinson GR, Olds TS, eds. *Pediatric Fitness. Secular trends and geographic variability.* Medicine and Sport Science. Vol. 50. Basel: Karger; 2007: 46-66.
- (27) **WELSMAN JR, ARMSTRONG N, WITHERS S.** Responses of young girls to two modes of aerobic training. *Br J Sports Med.* 1997;31:139-142. doi:10.1136/bjism.31.2.139
- (28) **WYDRA G.** Belastungszeiten und Anstrengung im Sportunterricht. *Sportunterricht.* 2009;58:129-136.