

Peter Züst, Jon Wehrin, Bernard Marti

Sportwissenschaftliches Institut, Bundesamt für Sport, Magglingen

Leistungsentwicklung im Spitzenorientierungslauf zwischen 18. und 21. Lebensjahr

Längsschnittstudie des nationalen Juniorenkaders 1996–2002

Zusammenfassung

Fragestellung: Ziel dieser Studie war einerseits, die Leistungsentwicklung von Orientierungsläufern im Juniorenalter zwischen dem 18. und 21. Lebensjahr zu dokumentieren, andererseits herauszufinden, inwieweit es prädiktive Faktoren für eine spätere Aufnahme ins Elitekader gibt.

Methoden: Es wurden die Resultate der jährlich durchgeführten sportärztlichen Untersuchung analysiert, d.h. die bei einem Laktatstufentest auf dem Laufband bestimmte maximale Laufgeschwindigkeit (V_{max}) sowie die Laufgeschwindigkeit bei einem Laktatwert von 4 mmol/l (V_{4mmol}), dazu anthropometrische Daten. Mittels Fragebogen wurden im Sommer 2002 retrospektiv Angaben zu Trainingsgewohnheiten und leistungsbeeinflussenden Faktoren erhoben. Untersucht wurden 37 Athleten (23 Herren, 14 Damen), welche zwischen 1996 und 2002 dem nationalen Juniorenkader angehörten. Die durchschnittliche Follow-up-Dauer betrug bei den Herren 2.0 ± 0.8 Jahre, bei den Damen 2.1 ± 0.8 Jahre. Als Erfolgskriterium wurde die Elitekaderzugehörigkeit am Ende des 21. Lebensjahres gewertet. Entsprechend wurde das Untersuchungskollektiv in eine Kadergruppe (15 Herren, 10 Damen) sowie eine Nicht-Kadergruppe (8 Herren, 4 Damen) eingeteilt.

Resultate: Die Damen zeigten keine signifikante Leistungsentwicklung. V_{max} stieg zwischen Kadereintritt (KA) und Follow-up (FU) von 16.65 auf 16.7 km/h und V_{4mmol} von 15.0 auf 15.2 km/h an. Unterschiede zwischen der Kadergruppe und der Nicht-Kadergruppe gab es nicht. Bei den Herren stieg V_{max} von 19.3 auf 19.8 km/h ($p < 0.05$) und V_{4mmol} von 17.3 auf 17.7 km/h (n.s.) an. Die Kadergruppe zeigte sogar für beide Parameter einen signifikanten Anstieg, während die Nicht-Kadergruppe stagnierte. Bei den Herren kam es zu einer signifikanten Gewichtszunahme sowohl für die Gesamt- wie auch für die Kadergruppe. Bei den Damen blieb das Gewicht unverändert. Kader- und Nicht-Kadergruppe unterschieden sich nicht. Der jährliche Trainingsumfang stieg während der Studienperiode sowohl bei den Damen von 340 auf 425 Stunden als auch bei den Herren von 400 auf 457 Stunden an. Unterschiede zwischen Kader- und Nicht-Kadergruppe bezüglich Training bestanden nicht. Nicht eingerechnet sind dabei die hohen Wettkampffzahlen von durchschnittlich 35 pro Jahr bei den Damen und 40 pro Jahr bei den Herren. Als leistungshemmende Faktoren konnten in erster Linie Verletzungen sowie die Zusatzbelastung durch Beruf und Schule eruiert werden. Bei den leistungsfördernden Faktoren wurde vor allem der motivierende Einfluss des sportlichen wie auch des privaten Umfeldes genannt, während Erfolg und Misserfolg nur eine untergeordnete Rolle spielten.

Folgerungen: Später erfolgreiche männliche OL-Läufer zeigten zwischen dem 18. und 21. Lebensjahr eine signifikante Verbesserung des Dauerleistungsvermögens sowie einen Anstieg des Körpergewichts, während sich bei den ebenfalls erfolgreichen OLLäuferinnen weder das Dauerleistungsvermögen noch das Körpergewicht signifikant veränderten. Unabhängig vom Erfolg wurde während der Studienperiode das Training gesteigert. Die Doppelbelastung Schule/Beruf und Sport sowie Verletzungen sind bei beiden Geschlechtern die wichtigsten leistungshemmenden Faktoren.

Summary

Development of performance in elite orienteering from age 18 to 21 years. Longitudinal study of the national junior team 1996–2002

Introduction: The aim of this study was on the one hand to document the development of performance of orienteers from age 18 to 21 years and on the other hand to identify factors predicting selection into the national elite team.

Methods: We analyzed the data which had been collected during the annual medical examinations in the years 1996–2002 of 37 athletes (23 men, 14 women) belonging to the national junior team. The average follow-up time was 2.0 ± 0.8 years for men and 2.1 ± 0.8 years for women. All runners underwent laboratory testing on a treadmill with measurements of maximum running velocity (V_{max}) and running velocity at a blood lactate concentration of 4 mmol/l (V_{4mmol}). For all athletes the anthropometric data were collected. Training habits and performance-influencing factors were assessed retrospectively in a questionnaire in summer 2002. The criterion for success was the selection into the national elite team before the 22nd birthday. So the group was divided into a national team group (15 men, 10 women) and into a non-national team group (8 men, 4 women).

Results: The women didn't improve their running performance significantly. V_{max} changed between the first test and the follow-up test from 16.65 to 16.7 km/h and V_{4mmol} from 15.0 to 15.2 km/h. There was no difference between the national team group and the non-national team group. In men V_{max} increased from 19.3 to 19.8 km/h ($p < 0.05$) and V_{4mmol} from 17.3 to 17.7 km/h (n.s.). The national team group showed a significant increase for both velocities while the non-national team group stagnated. During the period of investigation significant increases were seen in body mass for all men and for the men of the national team group. These changes could not be seen in women neither overall nor in any of the groups.

The total training amount per year increased during the study period from 340 to 425 hours in women and from 400 to 457 hours in men. Differences between the national team group and the non-national team group couldn't be seen. Not included were the big number of competitions, 35 per year for women and 40 per year for men.

The main performance-inhibiting factors were injuries and the pressure from school and from professional obligations. Motivation from the social environment both in sports and in private life was reported as the main performance-enhancing factor. Success and failure seemed to be less important.

Consequences: Later successful male orienteers from age 18 to 21 years showed a significant improvement of running performance and an increase of body mass while successful women didn't change running performance and body mass significantly. Independent of success the training amount increased during the study period. The double load of school/profession and sport as well as injuries were the most important performance-inhibiting factors for both sexes.

Einleitung

In der Schweiz beginnt die gezielte Förderung der Nachwuchsathleten im Orientierungslauf im Jugendalter zwischen 14 und 18 Jahren. Die talentierten OL-Läufer werden in die Regionalkader aufgenommen. Der Trainingsschwerpunkt liegt in diesem Alter im orientierungstechnischen Bereich, d.h. im Training mit der OL-Karte. Die Jugendlichen beginnen in diesem Alter aber auch mit einem regelmässigen Lauftraining. Normalerweise werden die besten Jugendläufer im Alter von 18 Jahren ins nationale OL-Juniorenkader aufgenommen und dort an das Leistungsniveau des Elitekaders herangeführt. Ziel ist es schliesslich, den Sprung in das nationale Elitekader im Alter von 21 Jahren zu erreichen.

Die vorliegende Untersuchung hatte einerseits zum Ziel, den längsschnittlichen Leistungsverlauf sämtlicher Athleten des nationalen Juniorenkaders im OL über mindestens zwei Jahre zu dokumentieren, andererseits Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Athleten und Athletinnen festzustellen. Die vorliegende Längsschnittstudie umfasst somit das Alterssegment zwischen dem 18. und 21. Lebensjahr. Dabei interessierte primär die Entwicklung des Dauerleistungsvermögens sowie der anthropometrischen Daten. In einer retrospektiven Erhebung wurden sekundär der Trainingsumfang und leistungsfördernde wie auch leistungslimitierende Faktoren erfragt.

Methoden

Untersuchungskollektiv

Ausgehend von sämtlichen Athleten und Athletinnen, welche zwischen 1996 und 1999 dem nationalen OL-Juniorenkader angehörten (24 Herren, 21 Damen), wurden diejenigen ins Untersuchungskollektiv aufgenommen, welche im Beobachtungszeitraum zwischen dem 18. und 21. Lebensjahr mindestens zwei Ausdauerleistungstests im Abstand mindestens eines Jahres absolvierten. Dieses Einschlusskriterium wurde von 23 Herren und 14 Damen erfüllt. Bei den Herren wurden 7 Athleten während drei, 9 während zwei und 7 während einem Jahr verfolgt (durchschnittliche Follow-up-Dauer: 2.0 ± 0.8 Jahre), bei den Damen waren es 5 Athletinnen während drei, 6 während zwei und 3 während einem Jahr (durchschnittliche Follow-up-Dauer 2.1 ± 0.8 Jahre).

Studiendesign

Für die vorliegende Studie wurden die an der alljährlich jeweils im März stattfindenden sportärztlichen Untersuchung erhobenen Resultate des Ausdauerleistungstests (Laktatstufentest auf dem Laufband) sowie die anthropometrischen Daten ausgewertet. Verfolgt wurden die Athleten ab dem 18. Lebensjahr oder bei späterem Kadereintritt ab dem Eintrittsalter. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich bis zum 21. Lebensjahr oder bei früherem Kaderausschluss bis zum Ausschlussalter. Der Zeitpunkt des Ersttestes wurde dabei als Kadereintritt (KE) und derjenige des Zweittestes als Follow-up (FU) bezeichnet. Die Ergebnisse wurden einerseits für Damen und Herren gesamthaft, andererseits nach späterem Erfolg (Elitekaderzugehörigkeit am Ende des 21. Lebensjahres; $n = 15$ Herren, $n = 10$ Damen) oder ausbleibendem Erfolg (keine Elitekaderzugehörigkeit am Ende des 21. Lebensjahres; $n = 8$ Herren, $n = 4$ Damen) aufgegliedert, präsentiert. Die Angaben zum Training, Wettkampf und leistungsbeeinflussenden Faktoren wurden mittels Fragebogen retrospektiv im Sommer 2002 erhoben.

Ausdauerleistungstest

Sowohl Testdurchführung auf dem Laufband wie auch Testinterpretation wurden nach den von Swiss Olympic im Manual «Leistungsdiagnostik Ausdauer» beschriebenen Richtlinien durchgeführt [1]. Sowohl Laborbedingungen wie auch Athletenvorbereitung wurden standardisiert. Nach vorgängigem Einlaufen wurde eine für den Athleten als locker empfundene Anfangsbelastung

gewählt. Nach einer Stufendauer von 3 Minuten und einer halbmütigen Pause zur Laktatentnahme wurde die Belastung jeweils um 1.8 km/h gesteigert. Der Test wurde bei maximaler Ausbelastung abgebrochen. Eine Laktatentnahme fand vor dem Test, nach jeder Stufe, nach Abbruch und 2 Minuten nach Abbruch statt.

Zur Beurteilung des Dauerleistungsvermögens wurde einerseits die maximale Laufgeschwindigkeit (V_{max}) als Summe für die aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit wie auch die submaximale Laufgeschwindigkeit bei einem Laktatwert von 4 mmol/l (V_{4mmol}) als Parameter für die aerobe Leistungsfähigkeit ermittelt. Wurde der Test vor dem Ende einer Stufe abgebrochen, wurde V_{max} aus der noch geleisteten Zeit extrapoliert.

Anthropometrische Daten

Es wurden die anthropometrischen Daten wie Grösse und Gewicht gemessen. Daraus wurde das relative Körpergewicht (Body mass index BMI) errechnet.

Fragebogen

Im Sommer 2002 wurden alle Studienpersonen postalisch befragt. Von den 37 teilnehmenden Athleten und Athletinnen schickten 34 den ausgefüllten Fragebogen zurück (24 Herren, 16 Damen). Im Fragebogen mussten die Athleten retrospektiv für jedes Jahr im Juniorenkader den wöchentlichen Trainingsumfang angeben. Unterteilt wurde dabei in Wintertraining, entsprechend der Vorbereitungsphase, und Sommertraining, entsprechend der Wettkampfphase. Standen die Trainingstagebücher nicht mehr zur Verfügung, wurde nach der bestmöglichen Schätzung gefragt. Nebst dem reinen Lauftraining wurden auch andere Trainingsformen zum Umfang dazugerechnet. Die Wettkampffzahl pro Saison wurde separat erfragt und wurde nicht zur Trainingsmenge dazugezählt.

In einem zweiten Teil wurde in einer offenen Fragestellung in einer Prioritätsreihenfolge nach den drei wichtigsten leistungslimitierenden sowie leistungsfördernden Faktoren gefragt.

Statistik

Vergleiche im Längsschnitt innerhalb der Gruppen wurde mit dem zweiseitigen verbundenen t-Test, Vergleiche im Querschnitt zwischen den Gruppen mit dem unverbundenen t-Test durchgeführt. Dabei wurde ein Signifikanzniveau von 5% ($p < 0.05$) als statistisch haltbar angesehen. Mittelwerte sind, wenn nicht anders angegeben, \pm Standardabweichung aufgeführt.

Resultate

Leistungsentwicklung

Abbildung 1 zeigt den längsschnittlichen Verlauf der Mittelwerte der beiden wichtigsten Parameter des läuferischen Leistungsvermögens, V_{4mmol} und V_{max} .

Sowohl V_{4mmol} als auch V_{max} der Damen – sei es insgesamt, sei es aufgeteilt nach Kader und Nicht-Kader – veränderten sich im Längsverlauf nicht signifikant. Bei den Kaderathletinnen erhöhte sich der Mittelwert der Laufgeschwindigkeiten von V_{4mmol} und V_{max} um 0.28 bzw. 0.30 km/h, bei den Nicht-Kaderathletinnen verschlechterten sich dagegen V_{4mmol} und V_{max} um 0.20 bzw. 0.68 km/h. Zwischen den Kaderathletinnen und den Nicht-Kaderathletinnen bestanden allerdings weder bei KE noch bei FU signifikante Unterschiede.

Die Herren und insbesondere die Untergruppe mit Kaderqualifikation verbesserten V_{max} signifikant um 0.45 bzw. 0.65 km/h, während die Nicht-Kadergruppe stagnierte. Die V_{4mmol} der Kadergruppe erhöhte sich im Längsverlauf signifikant um 0.59 km/h, während die V_{4mmol} der Nicht-Kadergruppe unverändert blieb. Sowohl betreffend V_{max} wie auch V_{4mmol} unterschieden sich die Kader- und die Nicht-Kadergruppe bei KE nicht. Beim FU waren hingegen V_{max} ($p < 0.05$) und V_{4mmol} ($p < 0.05$) bei der Kadergruppe höher.

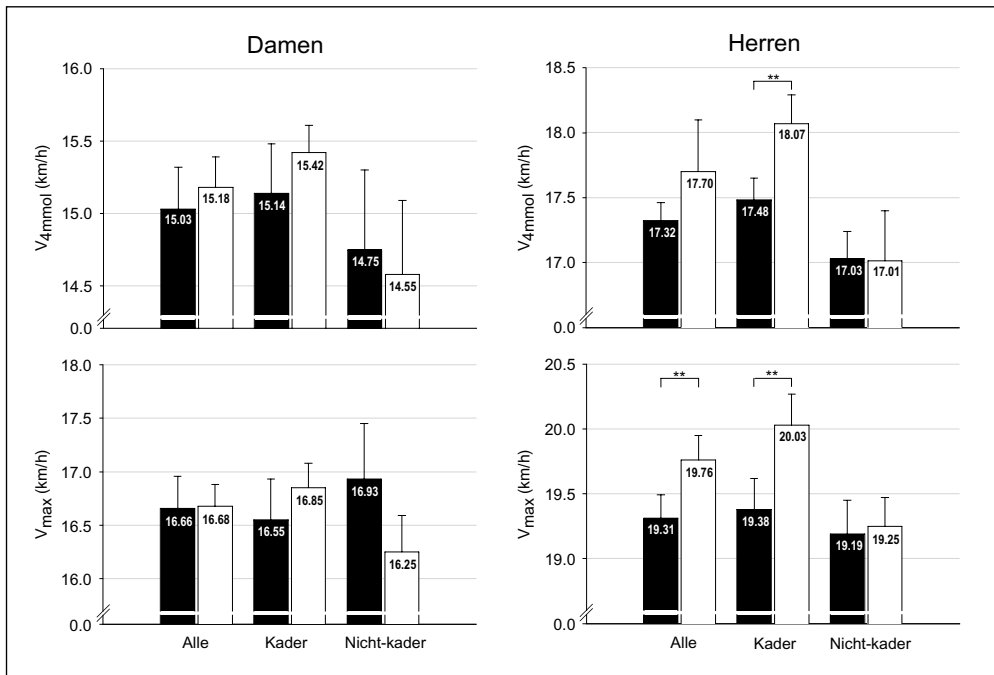


Abbildung 1. Submaximale Laufgeschwindigkeit bei einem Laktatwert von 4 mmol/l (V_{4mmol}) sowie maximale Laufgeschwindigkeit (V_{max}) im Laktatstufentest zum Zeitpunkt des Kadereintritts (■) und des Follow-up (□). Angegeben sind die Werte für Damen (D) und Herren (H), unterteilt in die Gruppen «Alle» (H: n = 23, D: n = 14), «Kader» (H: n = 15, D: n = 10) und «Nicht-Kader» (H: n = 8, D: n = 4). Angegeben sind Mittelwerte \pm Standardfehler. ** = $p < 0.01$.

Anthropometrische Daten

Die anthropometrischen Daten der Athletinnen und Athleten sind in der *Tabelle 1* angegeben. Signifikante Veränderungen traten lediglich für die Gesamt- und Kadergruppe der Herren auf, wo es jeweils zu einer Gewichtszunahme kam. Bei den Damen zeigte sich insbesondere bei der Nicht-Kadergruppe eine tendenzielle Gewichtsabnahme. Statistisch signifikante Unterschiede im Vergleich der Kader- und Nicht-Kadergruppen bestanden nicht.

Training und Wettkampf

Die Trainingsstunden sind in *Tabelle 2*, die Anzahl der absolvierten Wettkämpfe pro Saison in *Tabelle 3* aufgeführt. Der Trainingsumfang wurde zwischen KE und FU praktisch in allen Gruppen signifikant gesteigert. Einzig die Steigerung des Sommertrainings der Nicht-Kadergruppe der Herren war nicht signifikant. Bei den Damen wurde der wöchentliche Trainingsumfang zwischen KE und FU im Durchschnitt um 1.6 Stunden, derjenige der Herren um 1.1 Stunden gesteigert. Die Steigerung des Wintertrainings war dabei ausgeprägter als diejenige des Sommertrainings. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich Trainingsmenge

zwischen der Kader- und der Nicht-Kadergruppe. Einzig bei den Frauen trainierte die Nicht-Kadergruppe im Sommer signifikant mehr als die Kadergruppe ($p < 0.01$).

Sowohl bei den Damen wie auch bei den Herren absolvierte die Kadergruppe im Vergleich zur Nicht-Kadergruppe tendenziell mehr Wettkämpfe pro Jahr.

Leistungsfördernde und leistungshemmende Faktoren

Die Resultate zu den leistungsbeeinflussenden Faktoren können der *Tabelle 4* und *5* entnommen werden. Bei den Herren wurden als wichtigste leistungshemmende Faktoren die Belastung durch Beruf und Schule, Militär sowie Verletzungen angegeben. Bei den Damen lagen die Verletzungen an erster Stelle. Danach folgten die Belastung durch Beruf und Schule sowie Krankheiten. Die übrigen Faktoren wurden selten erwähnt.

Bei den leistungsfördernden Faktoren wurde vor allem von den Damen, aber auch von den Herren der motivierende Einfluss des sportlichen wie auch des privaten Umfeldes genannt. Faktoren wie Erfolg oder auch gute Trainingsbedingungen wurden weniger häufig erwähnt.

	Gewicht KE (kg)	Gewicht FU (kg)	BMI KE	BMI FU
Damen alle	54.9 \pm 6.6	54.6 \pm 7.0	20.1 \pm 1.6	19.7 \pm 1.5
Damen Kader	54.7 \pm 6.9	54.8 \pm 6.9	19.8 \pm 1.5	19.5 \pm 1.2
Damen Nicht-Kader	55.4 \pm 6.5	54.0 \pm 8.3	20.8 \pm 1.6	20.1 \pm 2.2
Herren alle	64.0 \pm 5.9	65.6 \pm 7.3	* 20.6 \pm 1.4	20.9 \pm 1.7
Herren Kader	63.5 \pm 4.9	65.7 \pm 7.0	* 20.6 \pm 1.3	20.9 \pm 1.6
Herren Nicht-Kader	64.8 \pm 7.7	65.3 \pm 8.2	20.7 \pm 1.6	20.9 \pm 1.9

Angegeben sind Mittelwerte \pm Standardabweichung. * = $p < 0.05$

Tabelle 1. Gewicht und Body mass index (BMI) bei Kadereintritt (KE) und Follow-up (FU)

	Training Winter KE (Std./Woche)	Training Winter FU (Std./Woche)	Training Sommer KE (Std./Woche)	Training Sommer FU (Std./Woche)
Damen alle	6.9 \pm 1.6	8.6 \pm 2.2	6.2 \pm 1.1	7.7 \pm 1.2
Damen Kader	6.5 \pm 1.6	8.1 \pm 2.2	5.8 \pm 0.8	7.4 \pm 0.9
Damen Nicht-Kader	8.0 \pm 1	10.2 \pm 1.3	7.5 \pm 0.5	8.7 \pm 1.5
Herren alle	8.4 \pm 2.4	9.8 \pm 2.5	6.9 \pm 2	7.8 \pm 2.1
Herren Kader	7.8 \pm 1.5	9.4 \pm 2.2	6.6 \pm 1.9	7.5 \pm 2
Herren Nicht-Kader	9.8 \pm 3.3	10.8 \pm 3.1	7.5 \pm 2.3	8.3 \pm 2.3

Tabelle 2. Durchschnittlicher Trainingsumfang, unterteilt in Wintertraining (Aufbauphase) und Sommertraining (Wettkampfphase)

(Mittelwerte \pm Standardabweichung); KE: Kadereintritt, FU: Follow-up

Diskussion

Leistungsentwicklung

Zur Abschätzung des Dauerleistungsvermögens wurden sowohl V_{max} wie auch V_{4mmol} untersucht. Während V_{max} als Parameter gesehen werden kann, der sowohl die aerobe wie auch die anaerobe Leistungsfähigkeit beinhaltet, wurde V_{4mmol} als Parameter für die aerobe Leistungsfähigkeit gewählt, dies obwohl einige wenige Athleten und Athletinnen beim Laktatwert von 4 mmol/l ihre individuelle anaerobe Schwelle bereits überschritten hatten. Dennoch wurde dieser Parameter der individuell korrigierten Schwelle vorgezogen, da die teilweise wechselnden Untersucher unterschiedliche Korrekturkriterien anwendeten.

Die längsschnittliche Verlaufsbeobachtung zeigt bei den Herren eine Verbesserung der submaximalen wie auch der maximalen Laufgeschwindigkeit zwischen dem 18. und 21. Lebensjahr. Bei den Damen kann im gleichen sportbiographischen Abschnitt keine Verbesserung festgestellt werden, V_{4mmol} und V_{max} blieben im Verlauf unverändert. Obige Veränderungen kamen bei den Herren vor allem durch die Athleten zustande, die später Erfolg hatten. Die Kadergruppe konnte sowohl V_{max} wie auch V_{4mmol} signifikant verbessern, die Nicht-Kadergruppe hingegen stagnierte. Bei den Damen konnten solche Unterschiede in der Längsentwicklung zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Athletinnen nicht festgestellt werden.

Eine ähnliche Studie wurde zwischen 1986 und 1991 in Holland mit 24 Eisschnellläufern und Eisschnellläuferinnen im Alter zwischen 16 und 21 Jahren durchgeführt [2]. Eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit konnte sowohl für die Damen wie auch für die Herren dokumentiert werden. Die Verbesserung war bei den Herren jedoch deutlicher und nur für die später erfolgreichen Athletinnen und Athleten signifikant. Das gleiche Alterssegment wurde auch bei jungen Fussballern zwischen 1996 und 2000 in der

Schweiz untersucht [3]. Bestandteil der Verlaufsuntersuchungen war unter anderem ein Laktatstufentest auf dem Laufband, durchgeführt nach dem gleichen Protokoll wie bei unserem Untersuchungskollektiv. Die U17-Nationalmannschaft war an den drei Untersuchungszeitpunkten im Durchschnitt 16.7, 19 und 21.1 Jahre alt. Die maximale Laufgeschwindigkeit betrug beim ersten Test 16.8 km/h, beim Follow-up im Alter von 21 Jahren 17.0 km/h. Die aerobe Leistungsfähigkeit, gemessen an der individuellen Laktatschwelle, blieb mit 14.3 km/h zwischen Ersttest und Follow-up ebenfalls konstant. Später erfolgreiche Fussballer unterschieden sich in den Ausdauerparametern nicht von den nicht erfolgreichen Fussballern.

Andere Untersuchungen bei männlichen Ausdauerathleten zeigten, dass sich die aerobe Leistungsfähigkeit durchaus bis ins Alter von 21 Jahren verbessern lässt. In einer Studie mit jugendlichen Langläufern [4], die einen wöchentlichen Trainingsumfang von 10–15 Stunden absolvierten, konnte die absolute Sauerstoffaufnahme jährlich gesteigert werden. Bei gleichzeitiger Gewichtszunahme fiel der Anstieg der relativen Sauerstoffaufnahme allerdings nur gering aus. In zwei japanischen Longitudinalstudien bei Läufern konnten die Werte der maximalen Sauerstoffaufnahme bis ins Alter von 19 Jahren gesteigert werden [5, 6]. Eine weitere Verbesserung der Wettkampfleistung kam in obigen Studien vor allem durch eine Ökonomisierung des sportartspezifischen Bewegungsmusters zustande.

Während sich bei männlichen Athleten das Dauerleistungsvermögen am Übergang vom 2. ins 3. Lebensjahrzehnt durchaus verbessern lässt und dies auch als Parameter für den späteren Erfolg gewertet werden kann, scheint diese Aussage bei den Damen schwieriger zu sein. Einerseits kann dies durch obige Resultate dokumentiert werden, soll hier aber noch zusätzlich durch ein Einzelbeispiel aus unserem Untersuchungskollektiv veranschaulicht werden. Die aktuell weltbeste Orientierungsläuferin lag zwar bei KA sowohl betreffend V_{max} wie auch betreffend V_{4mmol} über dem Kadermittelwert, aber doch deutlich (in der Grössenordnung von 1–2 km/h) unter dem absoluten Bestwert. Beim FU im Alter von 21 Jahren kam es rein zahlenmässig gar zu einer geringgradigen Verschlechterung um 0.5 km/h für V_{max} wie auch für V_{4mmol}. In der maximalen Laufgeschwindigkeit lag die Athletin am Ende der Juniorenkaderzeit nur knapp über dem Kadermittelwert (0.12 km/h). Ab dem 22. Lebensjahr lieferte sie sowohl im Leistungslabor wie auch im Wettkampf regelmässig die Spitzenwerte. Umgekehrt haben sich die Werte der damals im Alter von 18 Jahren klar besten Athletin mehr und mehr dem Kadermittelwert angeglichen.

	Wettkämpfe/Saison
Damen alle	35.0 ± 5.5
Damen Kader	35.5 ± 5.1
Damen Nicht-Kader	33.7 ± 7.5
Herren alle	40.1 ± 8.8
Herren Kader	41.8 ± 8.9
Herren Nicht-Kader	36.6 ± 7.8

(Mittelwerte ± Standardabweichung)

Tabelle 3. Absolvierte Wettkämpfe pro Saison

	Herren			Damen		
	Alle (n=23)	Kader (n=15)	Nicht-Kader (n=8)	Alle (n=11)	Kader (n=8)	Nicht-Kader (n=3)
Verletzung	57	60	50	82	50	100
Belastung durch Schule/Beruf	65	67	63	45	75	33
Militär	39	33	50	0	0	0
Krankheit	17	13	25	36	25	67
Zu hohe Zielsetzung	13	13	0	0	0	0
Schlechte Trainingsbedingungen	9	0	25	9	13	0
Belastung durch soziales Umfeld	9	7	13	0	0	0
Misserfolg	0	0	0	9	0	33

Tabelle 4. Häufigkeit der subjektiv als am wichtigsten erachteten leistungslimitierenden Faktoren (Angaben in %)

	Herren			Damen		
	Alle (n=23)	Kader (n=15)	Nicht-Kader (n=8)	Alle (n= 11)	Kader (n=8)	Nicht-Kader (n=3)
Sportliches Umfeld	48	53	38	64	50	100
Privates Umfeld	39	40	38	55	38	100
Motivation für den Sport	13	13	0	9	0	33
Erfolg	20	20	0	27	25	33
Gute Trainingsbedingungen	9	7	13	18	25	0
Genügend Freiraum (Ferien)	35	33	38	27	38	0

Tabelle 5. Häufigkeit der subjektiv als am wichtigsten erachteten leistungsfördernden Faktoren (Angaben in %)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass später erfolgreiche männliche Athleten ihr Dauerleistungsvermögen im untersuchten Altersabschnitt zwischen 18 und 21 Jahren verbessern können. Eine Vorhersage auf späteren Erfolg aufgrund des Dauerleistungsvermögens scheint bei den Damen dagegen schwieriger zu sein.

Anthropometrie

Bei den Herren kam es im Längsverlauf zu einer Gewichtszunahme. Diese war für die Gesamtgruppe und die Kadergruppe signifikant. Es ist zu vermuten, dass sie vorab durch eine Zunahme der Muskelmasse zustande kam. Eine Gewichtszunahme fand bei den Damen nicht statt. Die Nicht-Kadergruppe hatte gar eine geringgradige Gewichtsabnahme. In der oben erwähnten Studie der holländischen Eisschnellläufer wurden ebenfalls die anthropometrischen Daten erhoben [2]. Sowohl bei den Damen wie auch bei den Herren kam es im Verlaufe zu einer signifikanten Gewichtszunahme. Diese war bei den Herren wesentlich ausgeprägter. Unterschiede in den anthropometrischen Daten zwischen den erfolgreichen und den nicht erfolgreichen Athleten und Athletinnen waren nicht vorhanden. Auch in unserer Arbeit konnte diesbezüglich kein Unterschied gefunden werden.

Immer wieder äussern Athleten und vor allem Athletinnen den Wunsch, das Gewicht reduzieren zu können, um dadurch die Leistungsfähigkeit zu steigern. Ab einer gewissen oberen Gewichtsgrenze mag dies auch berechtigt sein. Eine Untersuchung, durchgeführt an den Studenten-Weltmeisterschaften im OL von 1992, zeigte, dass Athletinnen mit einer Finalplatzierung (unter den besten 35) signifikant leichter waren als die Athletinnen ohne Finalplatzierung [7]. In unserem Untersuchungskollektiv betrug der höchste BMI-Wert bei den Damen 22.9. Bei einem Durchschnittswert von 19.7 zum Zeitpunkt des FU scheint aber nicht die obere Gewichtsgrenze das Hauptthema zu sein. Matter et al. haben die Prävalenz von Risikofaktoren einer «Female Athlete Triad» (FAT) bei Schweizer Spitzensportlerinnen untersucht, unter anderem auch bei OL-Läuferinnen mit Durchschnittsalter von 22 Jahren [8]. Aufgrund der Resultate waren 9 von 35 OL-Läuferinnen (25.7%) für eine FAT gefährdet. Das Gewicht betrug durchschnittlich 55.7 kg (BMI: 19.9). Sieben Athletinnen hatten eine Oligomenorrhoe, vier eine Amenorrhoe. Bei drei Athletinnen kam es zu Ermüdungsfrakturen. Die von uns erhobenen anthropometrischen Daten waren den obigen sehr ähnlich. Es ist davon auszugehen, dass es auch in unserem Untersuchungskollektiv für eine FAT gefährdete Athletinnen gab. Eine Gewichtsreduktion scheint sich aufgrund unserer und auch anderer Untersuchungen [2] nicht positiv auf die Leistungsentwicklung auszuwirken. Eine Gewichtsreduktion ist demnach nicht nur aufgrund einer drohenden FAT, sondern auch aus leistungsphysiologischer Sicht zu vermeiden.

Trainingsumfang

Der wöchentliche Trainingsumfang scheint auf den ersten Blick nicht sehr hoch zu sein. Dies kann zum Teil dadurch erklärt werden, dass Ausdauerathleten in der Regel nur die reine Belastungszeit als Training «verrechnen», ohne dass Aufwärmen, Gymnastik, Cool down und Stretching dazugezählt werden. Zu beachten ist weiter, dass die Wettkampffzahlen hoch sind, was bedingt, dass aufgrund der nötigen Regeneration nach den Wettkämpfen und der Wettkampfvorbereitung das Training entsprechend dosiert werden muss. Aufgrund dieser Tatsache ist der Trainingsumfang im Sommer geringer als im Winter. Im Winter werden auch vermehrt lange Ausdauerheiten durchgeführt, während im Sommer eher kürzere, dafür intensivere Einheiten absolviert werden. Der jährliche Trainingsumfang betrug bei den Herren im ersten Kaderjahr ungefähr 400 Stunden, im letzten Jahr ungefähr 457 Stunden. Bei den Damen waren es im ersten Kaderjahr rund 340 Stunden und im letzten 425 Stunden. Eine finnische Studie erhob die Trainingsdaten von Eliteläuferinnen und Juniorinnen im Orientierungslauf [9]. Die Juniorenläuferinnen mit Durchschnittsalter von 19.4 Jahren trainierten im Mittel 434 Stunden, während die Eliteläuferinnen mit Durchschnittsalter von 24 Jahren 449 Stunden trainierten. In

einer schwedischen Studie wurden ebenfalls die Trainingsdaten von Athleten des nationalen OL-Juniorenkaders mit Durchschnittsalter von 17.5 Jahren erhoben [10]. Der jährliche Trainingsumfang betrug bei den Herren 228 Stunden, bei den Damen 230 Stunden. Die Trainingsdaten unseres Untersuchungskollektivs sind im internationalen Vergleich innerhalb der Sportart durchaus ähnlich. Aufgrund unserer Resultate haben wir Hinweise, dass die Quantität auch nicht entscheidender Faktor einer erfolgreichen Entwicklung ist. Die Nicht-Kadergruppe hatte tendenziell gar die höheren Trainingsumfänge. Vergleicht man die Trainingsumfänge innerhalb der Schweiz mit anderen Sportarten, so trainieren OL-Läufer in diesem Altersabschnitt eher weniger [8]. Umgekehrt ist die Wettkampffzahl sehr hoch. An sich scheint Letztere in einem ungünstigen Verhältnis zum Trainingsumfang zu stehen. Da beim OL-Läufer aufgrund der verschiedenen Geländetypen das Bewegungsmuster jedoch variiert, kann die hohe Wettkampfbelastung offenbar besser toleriert werden als beispielsweise bei einem Strassenläufer, dessen Belastungsmuster wesentlich monotoner sind.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein extrem hoher Trainingsumfang in diesem Alter im Orientierungslauf nicht entscheidender Faktor zum späteren Erfolg zu sein scheint. Die Trainingsqualität steht vielmehr im Vordergrund. Das Verhältnis von Wettkampf und Training könnte möglicherweise noch optimiert werden, nicht zuletzt auch aus verletzungsprophylaktischer Sicht.

Leistungsbeeinflussende Faktoren

Verletzungen scheinen ein wesentlicher leistungslimitierender Faktor zu sein. 57% der Herren und gar 82% der Damen gaben an, während der Beobachtungszeit eine die Leistung negativ beeinflussende Verletzung gehabt zu haben. Die hohe Verletzungsquote bei den jungen Athletinnen und Athleten überrascht, zumal der Trainingsumfang noch recht gering ist. Die von uns erhobenen Resultate stehen aber in Übereinstimmung mit einer Untersuchung, die 1988 in Schweden bei Orientierungsläufern durchgeführt wurde [10]. Das Juniorenkader wurde dabei mit dem Elitekader verglichen. Der Trainingsumfang war bei den Eliteläufern signifikant grösser. Trotzdem war bei ihnen die Inzidenz der Verletzungen und der verletzungsbedingte Trainingsausfall signifikant geringer als derjenige der Junioren. Im Gegensatz zu unseren Beobachtungen waren die Herren dabei mehr betroffen als die Damen. Unterschieden wurden Verletzungen nach Trauma (gehäuft in der Wettkampfphase im Sommer) und Verletzungen nach Überlastung (gehäuft in der Aufbauphase im Winter). Als Gründe angegeben wurden die im Juniorenalter noch nicht gleichermassen adaptierten körperlichen Voraussetzungen für die Belastung. Eine sorgfältige Wettkampf- und Trainingsplanung, die das Laufvermögen des Athleten und die Trainingsbedingungen berücksichtigen, sollten wohl vermehrt als präventive Massnahmen eingehalten werden.

Die Zusatzbelastung durch die berufliche Ausbildung wurde ebenfalls als wichtiger leistungslimitierender Faktor erwähnt. Im Bewusstsein dieser Problematik sind in jüngerer Zeit in der Schweiz vermehrt Sportschulen gebildet worden, die den Ansprüchen der Sportler vermehrt entgegenkommen. Auch junge OL-Läufer profitieren immer mehr von solchen Angeboten.

Die leistungsfördernden Faktoren sind im sozialen Umfeld zu suchen. Mit gleichaltrigen Sportkollegen in einem Team zu sein und mit ihnen an Trainingslagern und Wettkämpfen im In- und Ausland teilnehmen zu können, scheint für viele Motivation für das Training und gute sportliche Resultate zu sein. Überraschenderweise werden dagegen Erfolg als leistungsfördernder und Misserfolg als leistungslimitierender Faktor kaum angegeben. In einem nationalen Kader, wo Erfolg über Aufnahme und Selektionen entscheidet, könnte man erwarten, dass diese Faktoren die Athleten stärker beeinflussen. Andererseits kommt es im untersuchten Lebensabschnitt zu zahlreichen sozialen Veränderungen (Ab lösen vom Elternhaus, erste partnerschaftliche Beziehungen, neues berufliches Umfeld). Dies kann eine gewisse Unsicherheit hervorrufen. Das Juniorenkader kann dank den klaren Strukturen und

den definierten Zielen hier eine Sicherheit bieten. Der Sport wird Teil einer neuen Identifikation. Es ist allerdings anzunehmen, dass Erfolg als beeinflussender Faktor im Elitealter an Bedeutung gewinnt, da er über existenzielle Fragen mitbestimmt (Sponsoren, Medienpräsenz usw.).

Schlussbetrachtung

Zusammenfassend und verallgemeinernd ist unser bei dieser Analyse des nationalen OL-Juniorenkaders entstandene Eindruck der, dass es sich bei der Altersspanne zwischen dem 18. und 21. Lebensjahr um einen sportbiographisch entscheidenden Lebensabschnitt handelt, der durch eine grosse Dynamik charakterisiert ist und über welchen erst sehr wenige gesicherte sportwissenschaftliche Fakten bekannt sind.

Dank

Die Autoren danken Dr. med. Toni Held, ehemals leitender Arzt am SWI, Leistungsdiagnostiker Klaus Hübner und dem ganzen SWI-Team für die Durchführung sämtlicher Untersuchungen am SWI in Magglingen. Ein spezieller Dank geht an alle Athletinnen und Athleten, welche an der Studie teilgenommen haben.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Peter Züst, Bartolomäusweg 13b, 2504 Biel, Tel. 032 342 33 59;
ab 1.1.2003: Feldbach 44, 8753 Mollis, Tel. 055 612 23 53

Literaturverzeichnis

- 1 *Tschopp M.*: Manual «Leistungsdiagnostik Ausdauer» (Qualitätssicherung SOV 2000). Magglingen, 2000.
- 2 *De Koning J.J., Bakker F.C., De Groot G., Van Ingen Schenau G.J.*: Longitudinal development of young talented speed skaters: physiological and anthropometric aspects. *J. Appl. Physiol.*, 1994; 77(5), 2311–2317.
- 3 *Tschopp M., Held T., Hasler H., Marti B.*: Physical maturation in junior elite soccer players: 2 year results of a prospective study with 3 swiss junior national teams. ECSS-Congress, Jyväskylä, 2000.
- 4 *Ingjer F.*: Development of maximal oxygen uptake in young elite male cross-country skiers: A longitudinal study. *Journal of Sports Sciences*, 1992; 10, 49–63.
- 5 *Murase Y., Kobayashi K., Kamei S., Matsui H.*: Longitudinal study of aerobic power in superior junior athletes. *Med. Sci. Sports Exercise*, 1981; 13 (3), 180–184.
- 6 *Miyashita M., Miura M., Murase Y., Yamaji K.*: Running performance from the viewpoint of aerobic power. New York: Academic Press, 1978; 183–193.
- 7 *Creagh U., Reilly T.*: A multivariate analysis of kinanthropometric profiles of elite female orienteers. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 1995; 35 (1), 59–66.
- 8 *Matter S., Marti B.*: Prävalenz von Risikofaktoren einer «Female Athlete Triad» bei Schweizer Spitzensportlerinnen. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 2001; 49 (3), 112–116.
- 9 *Laukkanen R., Heinonen A., Kannus P., Moisander V., Mänttari A., Niittymäki S., Oja P., Vuori I.*: Training Profile, Physical Performance Capacity and Competition Success of Finnish Female Elite Orienteers. *Sci. J. Orienteering*, 1991; 7, 5–11.
- 10 *Johansson Ch.*: Training, Injury and Disease in Senior and Junior Elite Orienteers. *Sci. J. Orienteering*, 1988; 4, 3–13.