

Zusammenfassung

Die stark wachsende Popularität des Triathlon auch auf Breitensportlicher Ebene gibt Anlaß zu der Frage, welche kardiovaskulären Belastungen im Rahmen von Triathlonwettkämpfen bei Jugendlichen, erwachsenen Breitensportlern und austrainierten Triathleten auftreten.

Material und Methoden: Insgesamt 27 erwachsene Probanden im Alter von 20-35 Jahren und 22 jugendliche Probanden im Alter von 12-17 Jahren nahmen an einer ihrem jeweiligen Trainingszustand entsprechenden Triathlon-Veranstaltung teil. Dabei handelte es sich um 12 trainierte erwachsene Triathleten (EF - Erwachsene Fortgeschrittene) (Alter: $27,0 \pm 7,2$ Jahre, Größe: $180,6 \pm 6,8$ cm, Gewicht: $69,2 \pm 9,2$ kg), die während eines Triathlon-Wettkampfes über die Olympische Distanz (Schwimmen: 1,5 km / Radfahren: 44 km / Laufen: 10,3 km) und 15 weniger trainierte Erwachsene (EA - Erwachsene Anfänger) (Alter: $23,5 \pm 2,6$ Jahre, Größe: $178,9 \pm 7,0$ cm, Gewicht: $70,9 \pm 10,4$ kg), die bei einem Jedermann-Triathlon (0,3 km / 15 km / 3,5 km) beobachtet wurden. Die jugendlichen Probanden rekrutierten sich aus 12 erfahrenen Triathleten (JF - Jugendliche Fortgeschrittene) (Alter $15,3 \pm 1,9$ Jahre, Größe: $171,9 \pm 5,9$ cm, Gewicht: $57,6 \pm 6,4$ kg), die an einem Wettkampf über die Distanzen 0,5 km / 23 km / 5 km teilnahmen und aus 10 jugendlichen Triathlon-Anfängern (JA - Jugendliche Anfänger) (Alter: $14,7 \pm 1,6$ Jahre, Größe: $171,9 \pm 10,6$ cm, Gewicht: $57,3 \pm 10,4$ kg), die sich an einer Veranstaltung über 0,3 km / 16,5 km / 3,2 km beteiligten. Bestimmt wurden die Herzfrequenzen, die Laktatkonzentrationen sowie das subjektive Belastungsempfinden.

Ergebnisse: Mit durchschnittlichen Herzfrequenzen von $179,5 \pm 9,6$ min⁻¹ wiesen die EA signifikant ($p < 0,001$) höhere Herzfrequenzen als die EF mit $163,0 \pm 13,7$ min⁻¹ auf. In Einzelfällen konnten bei den EA Herzfrequenzen von durchschnittlich 199 min⁻¹ beobachtet werden. Die Laktatwerte von durchschnittlich $8,0 \pm 1,8$ mmol/l lagen im Falle der EA signifikant ($p < 0,05$) höher als die der EF mit $4,8 \pm 2,2$ mmol/l. Die Gruppen der jugendlichen Triathlon-Teilnehmer unterschieden sich weder in ihren durchschnittlichen Herzfrequenzen (JA: $182,6 \pm 7,1$ min⁻¹; JF: $179,6 \pm 9,3$ min⁻¹) noch in ihren Laktatwerten

R. Reer¹, A. Fromme², L. Brechtel¹, I. Weber², J. Jerosch², G. Simon³

Belastungsprofil bei Erwachsenen und Jugendlichen im Triathlon

Load profile in adult and adolescent triathletes

¹ Forschungsbereich Sport- und Bewegungsmedizin, Fachbereich Sportwissenschaft, Universität Hamburg (Leiter: Prof. Dr. K.-M. Braumann)

² Sportmedizinisches Institut, Westfälische Wilhelms-Universität Münster (Leiter: Prof. Dr. K. Völker)

³ Sportmedizinisches Institut, Sportschule der Bundeswehr, Warendorf (Leiter: Prof. Dr. G. Simon)

(JA: $6,3 \pm 2,0$; JF: $6,1 \pm 2,6$ mmol/l) signifikant voneinander. Bei der subjektiven Belastungsbeurteilung anhand der Borg-Skala schätzten die Anfänger-Gruppen (EA: $14,9 \pm 1,6$; JA: $14,7 \pm 1,6$) die Belastung im Mittel jeweils niedriger ein als die Fortgeschrittenen-Gruppen (EF: $15,8 \pm 0,9$; JF: $15,5 \pm 1,0$).

Diskussion: Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen auf eine hohe kardiozirkulatorische und metabolische Belastung für Anfänger während eines Triathlonwettkampfs hin. Die Gründe für die niedrigeren Herzfrequenz- und Laktatwerte der EF im Vergleich zu den EA liegen in ihrer höheren aeroben Leistungsfähigkeit und in der längeren Wettkampfdistanz. Die Unterschiede zwischen Erwachsenen- und Jugend-Gruppen sind durch die stärker frequenzbetonte Reaktion des jugendlichen Herzens bei Belastungen und die geringere anaerobe Kapazität der Jugendlichen bedingt. Das im Verhältnis zu den gemessenen Belastungsparametern eher niedrige subjektive Belastungsempfinden bei den Anfängern zeigt, daß möglicherweise bei ihnen noch keine adäquate Einschätzung der Beanspruchung vorliegt.

Schlüsselwörter: Kardiovaskuläre Belastung, Triathlon, Jugendliche, Erwachsene

Summary

Due to the increasing popularity of triathlon in a wide population range the objective of this study was to assess the cardiovascular and metabolic load of triathlon in adults and adolescents.

Materials and methods: According to experience and amount of training 27 adults aged from 20-35 years and 22 adolescents aged from 12-17 years participated in 4 different triathlon competitions with different distances: adult advanced (AUA, n=12, age: 27.0 ± 4.2 ys., height: 180.6 ± 6.8 cm, weight: 69.2 ± 9.2 kg) over the olympic distance (swimming: 1.5 km / cycling: 44 km / running: 10.3 km), adult beginners (AUB, n=15, age: 23.5 ± 2.6 ys., height: 178.9 ± 7.0 cm, weight: 70.9 ± 10.4 kg) over 0.3/15/3.5 km, adolescent advanced (AOA, n=12, age: 15.3 ± 1.9 ys., height: 171.9 ± 5.9 cm, weight: 57.6 ± 6.4 kg) over 0.5/23/5 km and adolescent beginners (AOB, n=10, age: 14.7 ± 1.6 ys., height: 171.9 ± 10.6 cm, weight: 57.3 ± 10.4 kg) over 0.3/16.5/3.2 km. Heart rate, lactate concentration and rating of perceived exertion were measured.

Results: AUB achieved significantly higher average heart rates (179.5 ± 9.6 vs. 163.0 ± 13.7 bpm, $p < 0.001$) than AUA. In individual cases average heart rates up to 199 bpm were measured among AUB. AUB attained significantly ($p < 0.05$) higher blood lactate concentrations than AUA (8.0 ± 1.8 vs. 4.8 ± 2.2 mmol/l). Among the adolescents there were

no significant differences regarding average heart rates (AOB: 182.6 ± 7.1 ; AOA: 179.6 ± 9.3 bpm) as well as lactate concentrations (AOB: 6.3 ± 2.0 ; AOA: 6.1 ± 2.6 mmol/l). With reference to the subjective rating of perceived exertion according to the Borg scale the beginners (AUB: 14.9 ± 1.6 ; AOB: 14.7 ± 1.6) assessed their load lower than the advanced (AUA: 15.8 ± 0.9 ; AOA: 15.5 ± 1.0).

Conclusions: These data demonstrate that a triathlon competition causes quite a high cardiovascular and metabolic load especially among the beginners. Reasons for the lower heart rates and lactate concentrations of the AUA are due to their higher aerobic capacity and their longer competition distance. Differences between adults and adolescents are generated by the more frequency-accentuated response of the adolescent heart and the lower anaerobic capacity. The relatively low rating of perceived exertion among the beginners indicates that inexperienced persons are not able to assess their load in an adequate manner.

Key words: Cardiovascular load, triathlon, adults, adolescents

Einleitung

Triathlon, ein Wettkampf mit den Disziplinen Schwimmen, Radfahren und Laufen, hat in den letzten Jahren eine zunehmende Verbreitung gefunden und wird im Rahmen zahlreicher Volkssport- und Breitensport-Veranstaltungen auch wettkampfmäßig ausgetragen (7,9). Abgesehen von den in der Deutschen Triathlon-Union organisierten und registrierten ca. 20.000 Athleten wird die Zahl der Freizeit-Triathleten auf ca. 300.000 geschätzt (8).

Aus medizinischer Sicht ist Triathlon grundsätzlich als Sportart mit hohem gesundheitlichen Wert einzuschätzen. Durch die Kombination dreier unterschiedlicher Ausdauersportarten können günstige präventivmedizinische Auswirkungen auf das Herzkreislauf-System erwartet werden (3, 31). Aufgrund der Beanspruchung unterschiedlicher Muskelgruppen in den einzelnen Disziplinen werden einseitige Belastungen des aktiven und passiven Bewegungsapparates vermie-

den und damit womöglich die Anfälligkeit gegenüber Überlastungsschäden reduziert (27).

Infolge der gestiegenen Popularität sind beim Triathlon allerdings Teilnehmer unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Leistungsfähigkeit anzutreffen, die durch ihr Training möglicherweise nicht ausreichend auf die Wettkampfsituation vorbereitet sind. Dies kann zu Überlastungen sowohl von seiten des kardiozirkulatorischen Systems als auch des Halte- und Bewegungsapparates führen.

In den meisten bisher publizierten Studien wird jedoch diesem Breitensportlichen Aspekt des Triathlons nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt, da wissenschaftliche Untersuchungen häufig nur unter Labor- oder Wettkampfsimulationsbedingungen und darüber hinaus in den meisten Fällen nur mit gut trainierten Athleten durchgeführt wurden.

Aus diesem Grunde war das Ziel der vorliegenden Untersuchung festzustellen, mit welchen kardiozirkulatorischen und metabolischen Beanspruchungen bei Triathlon-Wettkämpfen insbesondere im Fall von Untrainierten und Jugendlichen im Vergleich zu Trainierten zu rechnen ist.

Material und Methoden

Probandengut

Es wurden insgesamt 49 Probanden untersucht, die je nach wöchentlichem Trainingsumfang (< 2 bzw. > 5 Std./Woche Ausdauersport) und Alter (< 18 bzw. 20-40 Jahre) den Gruppen „Erwachsene Anfänger“ (EA), „Erwachsene Fortgeschrittene“ (EF), „Jugendliche Anfänger“ (JA) und „jugendliche Fortgeschrittene“ (JF) zugeteilt wurden. Bei keinem der Probanden lagen anamnesticke Hinweise auf eine schwerwiegende Erkrankung vor.

Während sich die EF sowohl im Trainingsumfang ($11,1 \pm 4,7$ vs. $0,7 \pm 0,8$ Std./Woche, $p < 0,001$) als auch im Alter ($27,0 \pm 7,2$ vs. $23,5 \pm 2,6$ Jahre, $p < 0,05$) von den EA signifikant unterschieden, waren die mittlere Körpergröße ($180,6 \pm 6,8$ vs. $178,9 \pm 7,0$ cm) und das Körpergewicht ($69,3 \pm 9,2$ vs. $70,9 \pm 10,4$ kg) weitgehend gleich. Die anthropometrischen Daten der JF und JA (Alter: $15,3 \pm 1,9$ vs. $14,7 \pm 1,6$ Jahre; Körpergröße: $171,9 \pm 5,9$ vs. $171,9 \pm 10,7$ cm; Körpergewicht: $57,6 \pm 6,4$ vs. $57,3 \pm 10,4$ kg) zeigten keine signifikanten Unterschiede. Der Trainingsumfang war zwischen beiden Gruppen signifikant ($p < 0,001$) unterschiedlich ($7,5 \pm 3,5$ vs. $0,9 \pm 0,8$ Std./Woche) (Abb. 1).

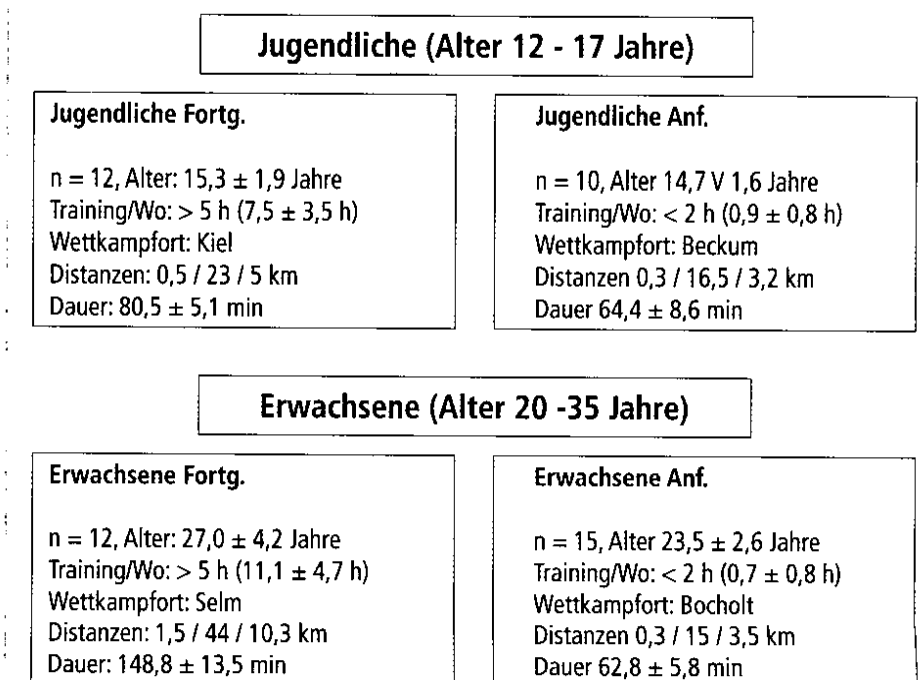


Abb. 1: Aufteilung der Probandengruppen und Daten der einzelnen Triathlon-Wettkämpfe

Untersuchungsablauf und Meßmethoden

Die verschiedenen Gruppen nahmen jeweils an einem ihrem Trainingszustand angemessenen Wettkampf unterschiedlicher Länge und Dauer teil, der an vier verschiedenen Orten und Terminen ausgetragen wurde, so daß an einem Wettkampftag immer nur Probanden einer Gruppe untersucht werden konnten. In jedem Falle handelte es sich um einen vom Triathlonverband offiziell genehmigten Wettkampf (Abb. 1).

Nach ausführlicher Aufklärung über den Untersuchungsablauf gab jeder Proband eine schriftliche Einverständniserklärung für die Teilnahme an der Studie ab.

Die physiologischen und psychologischen Belastungsreaktionen der Probanden während des Wettkampfes wurden anhand der Parameter Herzfrequenz, Laktatkonzentration und subjektives Belastungsempfinden ermittelt. Die **Herzfrequenz** wurde mittels eines Herzfrequenz-Meßgerätes (Polar Electro, Kempele, Finnland) während des gesamten Wettkampfes kontinuierlich mit einem Speicherintervall von 15 Sekunden aufgezeichnet. Die Auswertung erfolgte mit dem Polar Training Analyse Programm 3.15 (Polar Electro, Kempele, Finnland). Zur Ermittlung der **Laktatkonzentrationen** wurde den Probanden jeweils vor und 3 Minuten nach dem Wettkampf 20 µl Kapillarblut aus dem hyperämisierten Ohrläppchen abgenommen, die Laktatmessung erfolgte vollenzymatisch (Ebio 6666 Analyzer, Eppendorf, Hamburg). Die **subjektive Belastungsempfindung** wurde direkt nach dem Zieleinlauf anhand der RPE-Skala nach Borg (5) registriert (Abb. 2).

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS for Windows 5.02 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA), Mittelwerte der Stichprobe (x) und die Standardabweichung (s) dienten als Ausgangsbasis zur Überprüfung der Grundgesamtheit. Der Kolmogoroff-Smirnoff-Test wurde zur Prüfung auf Normalverteilung angewandt. Die Stichproben wurden mittels der multivariaten Varianzanalyse (MANOVA) evaluiert.

Ergebnisse

Während die durchschnittlichen **Herzfrequenzen** der EF um 16,5 min⁻¹ hochsignifikant (p<0,001) niedriger lagen als im Falle der EA (163,0 ± 13,7 vs. 179,5 ± 9,6 min⁻¹), war bei den Jugendlichen kein signifikanter Unter-

schied zwischen Fortgeschrittenen und Anfängern (179,6 ± 9,3 vs. 182,6 ± 7,1 min⁻¹) zu erkennen. Insgesamt lagen die Werte der Jugendlichen in etwa im Bereich der EA (Abb. 3).

Bei der weiteren Analyse der Herzfrequenzen in den einzelnen Disziplinen zeigte sich, daß die Herzfrequenzen beim Laufen jeweils am höchsten und beim Schwimmen am niedrigsten lagen (Abb. 4).

Die EF wiesen mit 4,75 ± 2,18 mmol/l am Ende des Wettkampfes die niedrigsten **Laktatkonzentrationen** auf, gefolgt von den JF mit 6,07 ± 2,55 mmol/l und den JA mit 6,25 ± 2,00 mmol/l. Signifikant höher (jeweils p<0,05) waren mit 8,01 ± 1,83 mmol/l die Laktatkonzentrationen der EA (Abb. 5). Bei den jugendlichen Triathleten wurden in der Gruppe der 13- bis 14jährigen signifikant (p<0,001) niedrigere Laktatwerte als in der Gruppe der 15- bis 17jährigen (4,2 ± 2,1 vs. 7,2 ± 2,0 mmol/l) dokumentiert.

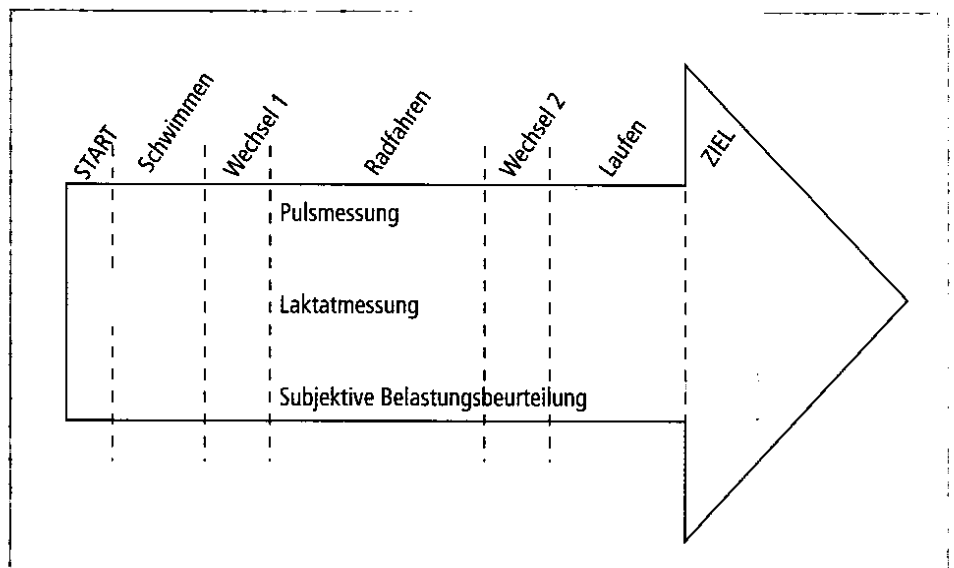


Abb. 2: Chronologischer Ablauf der Datenerhebung

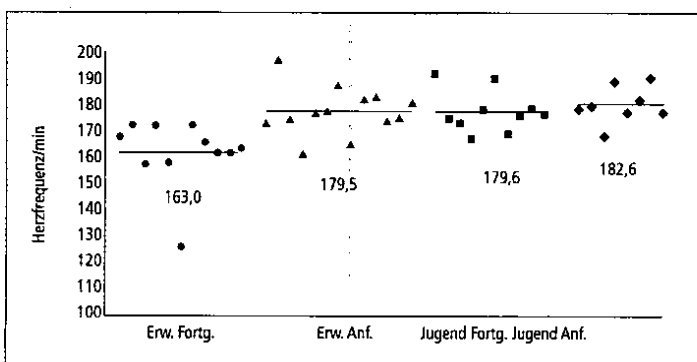


Abb. 3: Einzelwerte und Gruppenmittelwerte (horizontale Linie) der durchschnittlichen Herzfrequenzen während des Wettkampfes bei den einzelnen Probandengruppen

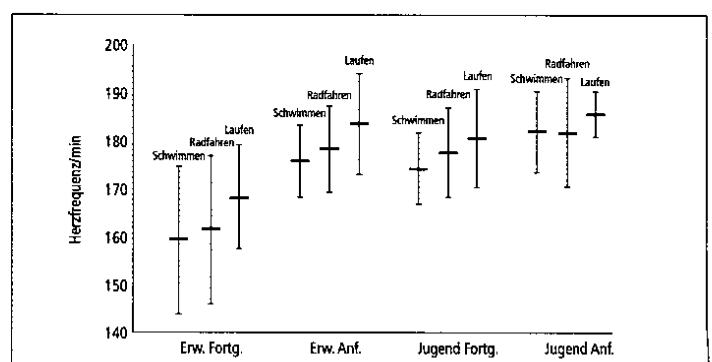


Abb. 4: Einzelwerte und Gruppenmittelwerte (horizontale Linie) der durchschnittlichen Herzfrequenzen während des Wettkampfes bei den unterschiedlichen Probandengruppen in den einzelnen triathletischen Disziplinen

Beide Fortgeschrittenen-Gruppen (EF: $15,8 \pm 0,9$ bzw. JF: $15,5 \pm 1,0$) schätzten ihre **Beanspruchung** jeweils höher ein (n.s.) als die Anfänger-Gruppen (EA: $14,9 \pm 1,6$ bzw. JA: $14,7 \pm 1,6$), wobei die Erwachsenen sich jeweils höher belastet fühlten als die entsprechenden Jugendlichen (Abb. 6).

Die durchschnittliche **Wettkampfdauer** war bei den EF mit $148,8 \pm 13,5$ Minuten deutlich am längsten, gefolgt von der Wettkampfzeit der JF mit $80,5 \pm 5,1$ Minuten. Am kürzesten waren die Belastungszeiten bei den Anfänger-Gruppen mit $62,8 \pm 5,8$ Minuten (EA) bzw. $64,4 \pm 8,6$ Minuten (JA) (Abb. 1).

Diskussion

Grundsätzlich stellt das Triathlon-Training mit seiner Kombination unterschiedlicher Ausdauerbelastungen aus medizinischer Sicht eine Beanspruchungsform dar, die bei

gel und das subjektive Anstrengungsgefühl von Teilnehmern an Wettkämpfen untersucht, deren Niveau von Breitensportveranstaltungen bis zu regionalen Qualifikationswettkämpfen im Triathlon reichten. Dabei wurden intensiv trainierenden jugendlichen und erwachsenen Triathleten jeweils im Lebensalter etwa vergleichbare Anfänger in dieser Sportart gegenübergestellt.

Obwohl davon ausgegangen werden muß, daß die Motivation in allen Gruppen hoch war, lagen die durchschnittlichen Herzfrequenzen der fortgeschrittenen erwachsenen Triathleten niedriger als die aller anderen Gruppen, insbesondere auch der erwachsenen Anfänger. Dieser Befund kann vor allem mit der deutlich längeren Belastungsdauer und damit einhergehend mit einem relativ geringeren Ausbelastungsniveau erklärt werden, könnte aber – zumindest teilweise – auch mit der Herzkreislauf-Adaptation in Form von erhöhtem Schlagvolumen und ver-

im Ausdauerbereich aufzuweisen hatten, so daß keine derart ausgeprägten Adaptationen wie bei den erwachsenen Athleten zu erwarten waren.

Dies findet seinen Niederschlag in der stärker herzfrequenzbetonten Reaktion des jugendlichen Organismus (6). So dient die höhere Herzfrequenz der jugendlichen Sportler u.a. zur Kompensation des geringeren Schlagvolumens, so daß Kinder über die Herzfrequenzsteigerung eine vergleichbare kardiale Reserve besitzen wie Erwachsene (4) und dadurch ebenfalls in der Lage sind, ein hohes Herzzeitvolumen über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten (1). In Übereinstimmung mit den Literaturangaben (10, 21) lagen im übrigen beim Laufen in der Regel die höchsten und beim Schwimmen die niedrigsten mittleren Herzfrequenzen vor. Dabei sind für die deutlich geringeren Herzfrequenzen beim Schwimmen insbesondere die unterschiedlichen hämodynamischen Be-

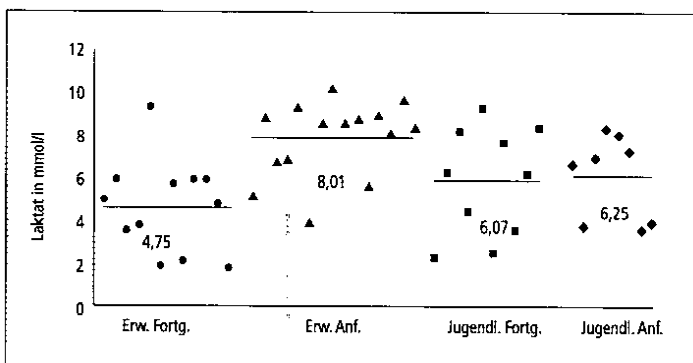


Abb. 5: Einzelwerte und Gruppenmittelwerte (horizontale Linie) der durchschnittlichen Laktatwerte während des Wettkampfes bei den einzelnen Probandengruppen

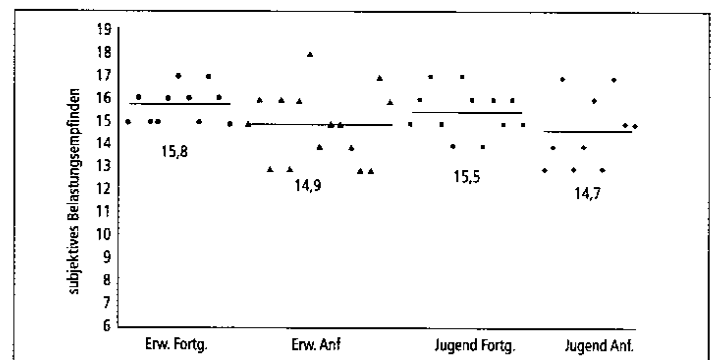


Abb. 6: Einzelwerte und Gruppenmittelwerte (horizontale Linie) des durchschnittlichen subjektiven Belastungsempfindens nach der Borg-Skala (5) während des Wettkampfes bei den einzelnen Probandengruppen

adäquater Durchführung positive Effekte von seiten des Herz-Kreislauf-Systems und des Stoffwechsels, aber auch des Halte- und Bewegungsapparates erwarten läßt. Andererseits ist die Belastung des Organismus durch das teilweise extrem umfangreiche Training u. U. sehr hoch, so daß Überforderungen und Überlastungsschäden nicht auszuschließen sind. Dies gilt insbesondere für Triathlon-Wettkämpfe, die aufgrund der vergleichsweise langen Dauer und der meist hohen Motivation besondere Anforderungen an die physische Belastbarkeit und den Trainingszustand der Teilnehmer stellen (14, 18, 25, 35).

Um ein Bild über die Anforderungen bei Triathlon-Wettkämpfen zu gewinnen, wurden das Herzfrequenzverhalten, die Laktatspie-

größerer peripherer Sauerstoffausschöpfung bei Ausdauertrainierten zusammenhängen (21, 22, 26).

Im Gegensatz zu den Erwachsenen unterschieden sich die Herzfrequenzen der beiden jugendlichen Teilnehmergruppen während des Wettkampfes praktisch nicht. Obwohl auch Jugendliche auf ein regelmäßig durchgeführtes Ausdauertraining mit den gleichen aeroben Adaptationserscheinungen wie Erwachsene reagieren (11, 13, 28, 33), ist der Unterschied im Bewegungsumfang zwischen den gut und weniger gut trainierten Jugendlichen wahrscheinlich deutlich kleiner einzuschätzen als bei den Erwachsenen. Hinzu kommt, daß die jugendlichen Triathleten eine wesentlich kürzere Trainingsanamnese

dingungen einschließlich der thermoregulatorischen Anforderungen sowie die Stellung des Schwimmens zu Beginn der drei triathletischen Disziplinen von wesentlicher Bedeutung. Als Ursache für die höheren Herzfrequenzen der jugendlichen Anfänger beim Schwimmen müssen am ehesten technische Unzulänglichkeiten angesehen werden. So hat die schlechtere Bewegungsökonomie bzw. der niedrigere Wirkungsgrad bei dieser technisch anspruchsvollsten Disziplin große Auswirkungen auf die Herzfrequenz (4).

Parallel zu den niedrigeren Herzfrequenzen lagen auch die Laktatwerte der erwachsenen Fortgeschrittenen deutlich niedriger als bei der Vergleichsgruppe. Auch dies dürfte seine Hauptursache in der deutlich längeren

Wettkampfdauer bei den Fortgeschrittenen um mehr als 100% (ca. 150 Minuten vs. ca. 65 Minuten) haben. Dadurch wird nur eine geringere relative Ausbelastung möglich. Ferner spielt auch die höhere aerobe Kapazität der Fortgeschrittenen, die neben der kardialen Anpassung auch möglicherweise durch eine Adaptation der Muskelfaserverteilung bedingt ist, eine wesentliche Rolle (24).

Die Laktatwerte der jugendlichen Teilnehmer lagen in einem relativ hohen Bereich, der zumindest die in der Literatur beschriebenen Laktatwerte an der anaeroben Schwelle (15, 17, 30) übersteigt. Aufgrund zahlreicher Befunde in der Literatur ist allerdings bei Erwachsenen nachgewiesen, daß bei Dauerbelastungen deutlich höhere Laktatwerte toleriert werden, als der Laktatkonzentration an der anaeroben Schwelle entspricht (16).

In Übereinstimmung mit der Literatur (2) konnte auch bei dem vorliegenden Probandengut eine Zunahme der Nachbelastungslaktatwerte mit steigendem Alter beobachtet werden. So erzielten die 13-14-jährigen Triathleten mit ca. 4,2 mmol/l eine deutlich geringere durchschnittliche Laktatkonzentration als die 15-17-jährigen Triathleten mit ca. 7,2 mmol/l.

Zur Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens wird vielfach die Borg-Skala (5) verwendet. Die Ergebnisse zahlreicher Studien lassen darauf schließen, daß bei

kürzeren Belastungen als „Auslöser“ für das subjektive Belastungsempfinden der Anstieg der Laktatkonzentration und bei länger dauernden Belastungen die Abnahme des Glykogengehalts in der Muskulatur, die Beanspruchung von Kreislauf und Atmung, sowie der Anstieg der Körpertemperatur von Bedeutung sind (34).

Nach der subjektiven Belastungsbeurteilung anhand der Borg-Skala empfanden die erwachsenen Fortgeschrittenen die Wettkampfbelastung mit einem Wert von $15,8 \pm 0,9$ am schwersten. Diese Einschätzung des Triathlons als „schwer bis sehr schwer“ entspricht den Literaturangaben (19). Da weder hohe Laktatspiegel noch hohe Herzfrequenzen erreicht wurden, ist diese Einschätzung am ehesten auf die lange Dauer des Wettkampfes zurückzuführen (23, 34). Auch die jugendlichen Fortgeschrittenen empfanden den Triathlon ebenfalls als „schwer bis sehr schwer“. In ihrem Fall wurden allerdings auch weitaus höhere Laktatwerte und Herzfrequenzen erzielt, so daß hier möglicherweise die Beurteilung stärker von der Wettkampfindensität bestimmt wurde.

Bemerkenswert ist, daß jeweils die Anfängergruppen ihr Beanspruchungsniveau auf einem etwas niedrigeren Niveau einstufen als die Fortgeschrittenen. Dabei signalisiert die Belastungseinstufung als „schwer“ eine eher niedrigere Angabe als aufgrund der ho-

hen Laktatwerte und Herzfrequenzen, die eher bereits im Bereich der Ausbelastung lagen (29), zu erwarten gewesen wäre. Dies legt den Schluß nahe, daß den Anfängern in der Regel die Erfahrung fehlt, die Beanspruchung des Organismus richtig einzuschätzen.

Dieser Aspekt birgt auch das Risiko einer kardiovaskulären Überlastung in sich, wenn Teilnehmer mit einer kardialen Vorschädigung, wie z.B. einer KHK, einer Kardiomyopathie oder Myokarditis, an einer derartigen Veranstaltung teilnehmen. Dabei könnte gerade die Kombination aus mangelndem Trainingszustand, hoher Anforderung bzw. Überforderung des Herz-Kreislauf-Systems und evtl. kardiovaskulärer Vorschädigung eine nicht zu unterschätzende Gefahrenquelle darstellen

Auch bei den Jugendlichen zeigte sich im Herzfrequenz- und Laktatverhalten eine relativ hohe kardiovaskuläre und metabolische Belastung, die auch in diesem Fall bei den Anfängern den Charakter eines Volkslaufs übersteigt.

Eine Studie, die Häufigkeit und Ursachen nichttraumatischer Todesfälle in den USA während sportlicher Aktivität statistisch evaluierte, berichtet in einem Untersuchungszeitraum von 1983 bis 1993 von insgesamt 126 nichttraumatischen Todesfällen bei „High School“-Athleten und 34 nichttraumatischen Todesfällen bei „College“-Athleten. Dabei wa-

Wer Leistung bringt, will Leistung sehen.



Polar Accurex Plus™

Schwarz auf weiß, wenn möglich – kein Problem für den Accurex Plus. Denn als Top-Modell unter den Polar Herzfrequenz-Meßgeräten bietet er sämtliche Funktionen, die Ihnen helfen, Ihr Training zu optimieren. Mehr noch, darüber hinaus eröffnet er die Möglichkeit, bis zu 66 Stunden Trainingsdaten zu speichern, um sie anschließend mit dem Polar Interface Plus per PC auszuwerten und zu analysieren. Wirklich das einzig Amateurhafte am Polar Accurex Plus ist sein Preis – und der ist auch eine Leistung. Weiterhin abrufbar bei Polar: Aktuelles Literatur-Quellenverzeichnis.

Polar Electro GmbH, Hessenring 24, 64572 Büttelborn
Telefon 0 61 52 / 9236 - 0, Telefax 0 61 52 / 9236 - 20

POLAR
Herzfrequenz-Meßgeräte

ren kardiovaskuläre Ursachen, mit hypertropher Kardiomyopathie und kongenitalen Anomalien der Koronararterien an erster Stelle, deutlich am häufigsten repräsentiert (32).

Aufgrund der vorliegenden Daten ist deshalb jedem Triathlon-Einsteiger vor der Teilnahme an einem Wettkampf zu empfehlen, sich einer sportmedizinischen Untersuchung zu unterziehen (20). Mit Nachdruck ist zudem darauf hinzuweisen, daß ein regelmäßig durchgeführtes Training zur Verbesserung der Grundlagenausdauer im Vorfeld des Wettkampfes das Risiko einer kardiovaskulären und metabolischen Überlastung bzw. Schädigung unter Wettkampfbedingungen deutlich reduziert (12) und daher nur ausreichend Trainierte an derartigen Wettkämpfen teilnehmen sollten.

Literatur

1. Bar-Or O., E.R. Buskirk.: The cardiovascular system and exercise. In: Johnson W.R., E.R. Buskirk (eds.): Science and medicine of exercise and sport. Harper and Row, New York: 1974, 121-136.
2. Bar-Or O.: Physiologische Gesetzmäßigkeiten sportlicher Aktivität beim Kind. In: Oswald H., E. Han (Hrsg.): Kinder im Leistungssport. Birkhäuser-Verlag, Basel: 1982, 18-30.
3. Berg A., M. Halle, M. Baumstark, I. Frey, J. Keul: Einfluß und Wirkweise der körperlichen Aktivität auf den Lipid- und Lipoproteinstoffwechsel. Dtsch. Z. Sportmed. 42 (1991), 224-231.
4. Betz M.: Triathlon im Kindesalter - Triathlon und Sportwissenschaft, Band 8. Czwalina Verlag, Hamburg: 1993.
5. Borg G.: Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Scand. J. Rehab. 2 (1970), 92-98.
6. Buccino R.H., E. Harris, J.F. Spann, E.H. Sonnenblick: Response of myocardial connective tissue to development of experimental hypertrophy. Am. J. Physiol. 216 (1969), 425-428.
7. Debus M.: Triathlon, mehr als eine Herausforderung. CD-Verlagsgesellschaft, Böblingen: 1986, 19-20.
8. Deutsche Triathlon Union (DTU): Offizielle Angaben der Geschäftsstelle, 63403 Hanau, Hafenstr. 10.
9. Deutsche Triathlon Union (DTU): Triathlon-Jahrbuch 1994, 218-277.
10. Dixon R.W. Jr., J.A. Faulkner: Cardiac outputs during maximum effort on running and swimming. J. Appl. Physiol. 30 (1971), 653-656.
11. Ekblom B.: Effect of physical training in adolescent boys. J. Appl. Physiol. 27 (1969), 350-355.
12. Engelhardt M., G. Neumann, A. Pfützner, J. Freiwald: Triathlon. Dtsch. Z. Sportmed. 44 (1993), 493-500.
13. Eriksson B.O.: Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11 - 15 year old boys. Acta Physiol. Scand., Suppl., 384 (1972), 1-48.
14. Fitzpatrick M.J.: Triathlon injuries. The swim-bike-run how-to for medical practitioners. Aust. Fam. Physician 20 (1991), 953-958.
15. Gaisl G., G. Wiesspeiner: Vergleich der Herzfrequenz an der Laktatschwelle und an der Schwelle nach Conconi bei Kindern. Schweiz. Zt. Sportmed. 37 (1989), 153-156.
16. Hutsteiner H., H.H. Dickhuth, R. Eisele, H. Norpoth, G. Simon: Heart rate and blood lactate concentration during treadmill ergometry and training. Int. J. Sports Med. 17 (1996), Suppl., 19.
17. Kindermann W., G. Simon, J. Keul: Dauertraining - Ermittlung der optimalen Trainingsfrequenz und Leistungsfähigkeit. Leistungssport 8 (1978), 34-39.
18. Korkia P.K., D.S. Tunstall-Pedoe, N. Maffulli: An epidemiological investigation of training and injury patterns in British triathletes. Br. J. Sports Med. 28 (1994), 191-196.
19. Kreider R.B., T. Boone, W.R. Thompson, S. Burkes, C.W. Cortes: Cardiovascular and thermal responses of triathlon performance. Med. Sci. Sports Exerc. 4 (1988), 385-390.
20. Löllgen H.: Kardiale Risiken im Breitensport. In: Rost R., F. Webering (Hrsg.): Kardiologie im Sport. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln: 1987, 168-175.
21. Magel J.R., G.F. Foglia, W.D. McArdle, B. Gutin, G.S. Pechar, F.I. Katch: Specificity of swim training on maximum oxygen uptake. J. Appl. Physiol. 38 (1975), 151-155.
22. McArdle W.D., J.R. Magel, D.J. Delio, M. Toner, J.M. Chase: Specificity of run training on $\dot{V}O_2$ max and heart rate changes during running and swimming. Med. Sci. Sports 10 (1978), 16-20.
23. Mihevic P.M.: Sensory cues for perceived exertion: a review. Med. Sci. Sports Exerc. 13 (1981), 150-163.
24. Neumann G., K.P. Schüler: Sportmedizinische Funktionsdiagnostik. Sportmedizinische Schriftenreihe, Band 29. Johann Ambrosius Barth-Verlag, Leipzig: 1989, 93-99.
25. O'Toole M.L., P.S. Douglas, R.H. Laird, D.B. Hiller: Fluid and electrolyte status in athletes receiving medical care at ultradistance triathlon. Clin. J. Sport Med. 5 (1995), 116-122.
26. Pechar G.S., W.D. McArdle, F.I. Katch, J.R. Magel, J. DeLuca: Specificity of cardiorespiratory adaptations to bicycle and treadmill training. J. Appl. Physiol. 36 (1974), 753-756.
27. Pieper H.G., M. Engelhardt, I. Reuter: Verletzungsprophylaxe beim Triathlon. In: Bremer D., M. Engelhardt, A. Kremer, R. Wodick (Hrsg.): Triathlon und Sportwissenschaft, Band 2. Triathlon: Psychologie, Training, Doping. Czwalina-Verlag, Hamburg: 1988, 69-75.
28. Rost R.: Die Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit im Kindes- und Jugendalter. Dtsch. Z. Sportmed. 44 (1993), 72-80.
29. Shephard R.J.: Allgemeine Grundlagen. In: Shephard R.J., P.O. Astrand (Hrsg.): Ausdauer im Sport. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1993.
30. Simon G., A. Berg, H.H. Dickhuth, A. Simon, J. Keul: Bestimmung der anaeroben Schwelle in Abhängigkeit vom Alter und von der Leistungsfähigkeit. Dtsch. Z. Sportmed. 32 (1981), 7-14.
31. Vaccaro P., A.D. Mahoh: The effect of exercise on coronary heart disease risk factors in children. Sports. Med. 8 (1989), 139-153.
32. Van Camp S.P., C.M. Bloor, F.O. Mueller, R.C. Cantu, H.G. Olson: Nontraumatic sports death in high school and college athletes. Med. Sci. Sports Exerc. 27 (1995), 641-647.
33. Weber G., W. Kartodihardjo, V. Klissouras: Growth and physical training with reference to heredity. J. Appl. Physiol. 40 (1976), 211-215.
34. Wanner H.U.: Subjektive Einstufung der Belastung bei Ausdauerleistungen. Dtsch. Z. Sportmed. 4 (1985), 104-112.
35. Wilk B.R., K.L. Fisher, D. Rangelli: The incidence of musculoskeletal injuries in an amateur triathlete racing club. J. Orthop. Sports Phys. Ther. 22 (1995), 108-112.

Anschrift für die Autoren:

Dr. med. Rüdiger Reer
 Forschungsbereich Sport- und
 Bewegungsmedizin, Fachbereich
 Sportwissenschaft
 Universität Hamburg
 Mollerstr. 10
 20148 Hamburg
 Tel.: (0 40) 41 23-63 66
 Fax: (0 40) 41 23-26 46