

Krafttraining auch für den Ausdauersportler?

Autor(en): **Hintermann, Beat / Hintermann, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Maggingen : Monatszeitschrift der Eidgenössischen Sportschule
Maggingen mit Jugend + Sport**

Band (Jahr): **41 (1984)**

Heft 6

PDF erstellt am: **30.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-993643>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



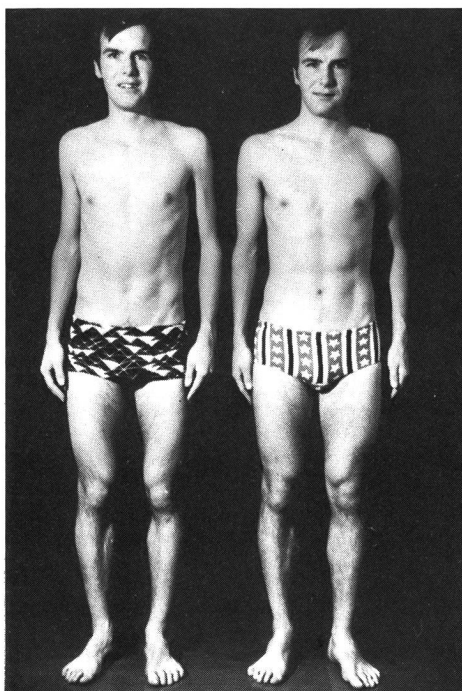
Krafttraining auch für den Ausdauersportler?

Auszug aus der am Forschungsinstitut der ETS Magglingen durchgeführten Studie «Modifikation der Muskelfasertypen durch Kraft-, Intervall- und Ausdauertraining an eineiigen Zwillingen».

Beat und Max Hintermann

Das Training des Spitzenathleten hat an Intensität und Umfang Dimensionen erreicht, die sich kaum mehr steigern lassen. Es erstaunt denn nicht, dass gerade heute die Frage nach dem Talent beziehungsweise nach der Vererbbarkeit mehr denn je gestellt wird.

Im Skelettmuskel des Menschen lassen sich schnelle und langsame Muskelfasern unterscheiden (Tab. 1), und je nach Muskelgruppe finden sich spezifische Faserverteilungsmuster. In einer Reihenuntersuchung bei 16jährigen beiderlei Geschlechts wurden im M. vastus lateralis (Oberschenkelmuskel) durchschnittlich 52 Prozent Fasern des Typs I beobachtet, während bloss bei einer kleineren Anzahl Individuen ein ungewöhnlich hoher beziehungsweise tiefer Anteil von Typ-I-Fasern festgestellt wurde¹⁴. Bei Ausdauersportlern zeigten Serienuntersuchungen einen Anteil der Typ-I-Fasern bis über 90 Prozent; bei erfolgreichen Sprintern hingegen fand sich durchwegs ein hoher Anteil der Typ-II-Fasern.



Die Zwillinge Beat und Max Hintermann, Autoren dieses Fachbeitrags.

Sind diese sportartspezifischen Faserverteilungsmuster nun vererbt oder antrainiert? Oder: Sind dem Säugling die sportlichen Entwicklungsmöglichkeiten bereits in der Wiege vorgezeichnet? Aus Experimenten mit Tieren liegen Anhaltspunkte vor, dass ein Beanspruchungswechsel auch eine Änderung im Faserverteilungsmuster bewirken kann. Verschiedene Studien an Menschen ergaben Ergebnisse, die eher für den Faktor Vererbung sprechen, so auch die einzige uns bekannte Studie an eineiigen Zwillingen¹¹.

Verschiedene Trainingsformen – verschiedene Auswirkungen

In der Sportpraxis wird das Leistungsvermögen der Skelettmuskulatur durch die Beanspruchungsformen Ausdauer-, Intervall- und Krafttraining beeinflusst. Ein *Ausdauertraining* erhöht die aerobe Kapazität (Leistungsvermögen unter Sauerstoffverbrennung) der Muskelzelle durch bessere Kapillarisation (Durchblutung), Zunahme des Mitochondrienanteils («Kraftwerke»)

Die beiden Autoren, *Beat und Max Hintermann*, haben einige Monate am Forschungsinstitut der ETS gearbeitet und in dieser Zeit die Untersuchungen für ihre Dissertation durchgeführt. Die beiden Zwillinge haben in der Zwischenzeit den *Dr. med.* erhalten und sind als Assistenzärzte tätig.

am Zellvolumen sowie Erhöhung der Enzymaktivitäten im aeroben (oxydativen) Energiebereitstellungssystem^{5, 6}.

Im *Intervalltraining* werden nach wiederholten Arbeitsphasen mit maximaler Intensität sehr hohe Lactatkonzentrationen (Milchsäureanhäufung nach unvollständiger Verbrennung unter Sauerstoffschuld) im Blut beobachtet¹⁰. Als Ausdruck der verbesserten anaeroben Kapazität – Leistungsvermögen unter Eingehen einer Sauerstoffschuld also – konnten erhebliche Erhöhungen von Enzymaktivitäten des aeroben (glykolytischen) Energiebereitstellungssystems im Muskel nachgewiesen werden¹³.

Das *Krafttraining* führt zu einer Hypertrophie (Vergrößerung) der einzelnen Muskelfasern und damit des Muskels⁴. Wird der Muskel mit 20 bis 30 Prozent der Maximalkraft belastet, wird die Durchblutung infolge Komprimierung der Kapillaren unterbrochen, weshalb die Energiebereitstellung hauptsächlich anaerob erfolgen muss.

Ziel unserer Arbeit

Mit der vorliegenden Studie an einem eineiigen Zwillingenpaar wollten wir prüfen, inwiefern eine genetische Determination des Muskelfasermusters vorliegt, beziehungsweise untersuchen, ob durch Änderung im Trainingsprogramm Übergänge von einem Fasertyp zum andern möglich sind. Des weiteren interessierte uns natürlich auch, was für leistungsphysiologische Veränderungen durch einen Wechsel vom Ausdauer- zum Kraft- beziehungsweise Intervalltraining und umgekehrt hervorgerufen

Muskelfasertypen	langsame «slow twitch» ST Typ I	FTa Typ IIA	schnelle «fast twitch» FTb Typ IIB
Kontraktionsgeschwindigkeit	+		++ +
Metabolische Kapazität			
- Oxydation	+++	++	+
- Glykogen	+	++	+++
Substrate			
- Glykogen	+++	+++	+++
- Triglyceride	+++	+	+
Myoglobin	+++	++	+
Kapillarendicke	+++	++	+

Tab. 1: Skelettmuskel beim untrainierten Menschen. Eigenschaften der langsamen beziehungsweise schnellen Muskelfasern. Die IIC-Fasern nehmen eine Intermediärstellung zwischen Typ-I- und Typ-IIA-Fasern ein.

werden. Und schliesslich beschäftigte uns die Frage, wie stark Intervall- beziehungsweise isokinetisches Krafttraining das Leistungsprofil des Ausdauersportlers zu beeinflussen vermögen.

Versuchsordnung und Methoden

Probanden

Es wurden zwei 25jährige eineiige Zwillinge – identisch mit den Verfassern – untersucht. Als Orientierungs- und Skilangläufer hatten beide während mehr als 5 Jahren ein regelmässiges Ausdauertraining (6 bis 7 Stunden pro Woche) absolviert. Von dieser Extremvariante ausgehend – tatsächlich fanden sich Typ-I-Faseranteile um 80 Prozent – schien eine günstige Ausgangslage vorhanden, mit gegensätzlichem Training eine Muskelfaserveränderung herbeiführen zu können.

Versuchsordnung (Abb. 1)

Während 9 Wochen hatte Zwillings I ausschliesslich ein *Intervalltraining* (Tab. 2) und Zwillings K ein spezielles *Krafttrainingsprogramm* (Tab. 3) zu erbringen. Anschliessend wurde während 16 Wochen wieder ausschliesslich ein *Ausdauertraining* (Tab. 4) durchgeführt.

Leistungstests und Muskeluntersuchungen

Vor und nach jedem Trainingsabschnitt wurden beide Zwillinge verschiedenen Leistungstests unterzogen, um aerobe und anaerobe Kapazität, Schnelligkeit (200 m und 500 m) und Maximalkraft zu beurteilen. Gleichzeitig wurde mit Hilfe der Nadelbiopsie aus dem M. vastus lat. eine Gewebeprobe entnommen. Diese wurde tiefgefroren zu 10 µm dicken Gewebeproben verarbeitet, welche anhand von speziellen Färbungen¹ die Typisierung der einzelnen Fasern ermöglichten.

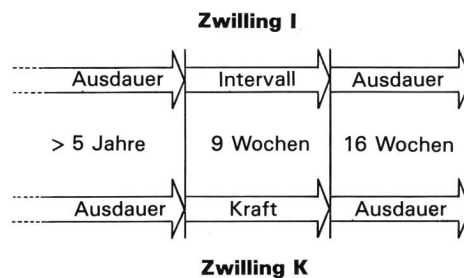


Abb. 1: Versuchsordnung

Ergebnisse nach 9 Wochen Intervall- beziehungsweise Krafttraining

Laufzeiten

Zwillings I konnte seine Laufzeiten über 200 m um 2,2 sec (6,2 Prozent) und über 500 m um 5,4 sec (4,9 Prozent) verbessern. Ein zusätzlicher, in der 6. und 9. Trainingswoche von beiden Zwillingen durchgeführter 300-m-Lauftest ergab für I mit 44,6 beziehungsweise 42,2 sec jeweils eine gegenüber K um 4,9 Prozent bessere Laufzeit. Die Blutkontrollen bestätigten dabei, dass K infolge mangelnder Laufpraxis (Einbusse an Koordination) zunehmend seine Reserven nicht mehr vollständig einsetzen konnte.

Tag	TE	Laufpensum	Zeitintervall zwischen Einzelläufen / Serien (min)	Dauer (min)	Intensität (%)	
Mo	V ₁	3 Serien zu 3 × 100 m	1	10	28	90
Di	V ₂	4 × 300 m	8	–	27	85–90
Mi	V ₃	2 Serien zu 150/200/250/200 m	3	10	30	85–90
Do	V ₄	2 Serien zu 3 × 150 m und 1 × 400 m	3	8	30	85–90
Fr	V ₅	3 × 500 m	10	–	25	85–90
Sa	V ₆	freie Wahl TE V ₁ –V ₅				
Mo–Fr	N	2 Serien zu 4 × 200 m	2	10	25	90
So		Ruhetag				

Tab. 2: Intervalltrainingsprogramm von Zwillings I mit Trainingseinheiten (TE) vormittags (V₁–V₆) und nachmittags (N): modifiziert nach Pfister.

Kraft

Zwillings K vermochte beim Bankdrücken 18,5 kg (+ 50 Prozent) und beim Kniebeugen 32,5 kg (+ 48 Prozent) mehr an Gewicht zu heben. Bei einer Gewichtszunahme von 2,1 kg war eine durchschnittliche Muskelquerschnittszunahme von 9,5 Prozent zu verzeichnen.

Ausdauer (Abb. 2)

Die Leistungstests auf dem Laufband ergaben für maximales Sauerstoffaufnahmevermögen und Sauerstoffpuls als Parameter der aeroben Kapazität Einbusse von weniger als 5 Prozent, wobei die Einbusse bei Zwillings K um 1,5 Prozent beziehungsweise 2,8 Prozent ausgeprägter war.

Stehvermögen (Abb. 3)

Die anaerobe Kapazität hingegen war bei K um 34 Prozent (!) und bei I nur um 8 Prozent verbessert. In diesem Test hatten die Zwillinge eine Leistung von annähernd 485 W zu erbringen, die erheblich über der Ausdauergerade von 250 W lag.

Nach dem anschliessenden 16wöchigen Ausdauertraining

Das Leistungsvermögen glich sich wieder den ursprünglichen Werten an. Auffallend war einzig bei Zwillings K die starke Zunahme des maximalen Sauerstoffaufnahmevermögens (+ 9,3 Prozent) und die relativ geringe Kräfteinbusse (rund ein Drittel des vorherigen Gewinnes).

Muskelfaserveränderungen (Abb. 4)

Bei beiden Zwillingen nahm der prozentuale Anteil der Typ-I-Fasern ab, wobei diese Abnahme am Ende des Intervall- beziehungsweise Krafttrainings noch nicht beendet war. Sie betrug bei I – 8,9 Prozent und bei K – 7,9 Prozent und schien bei I früher abgeschlossen zu sein. Die prozentuale Abnahme der Typ-I-Fasern war begleitet von einer gegensinnigen und anhal-

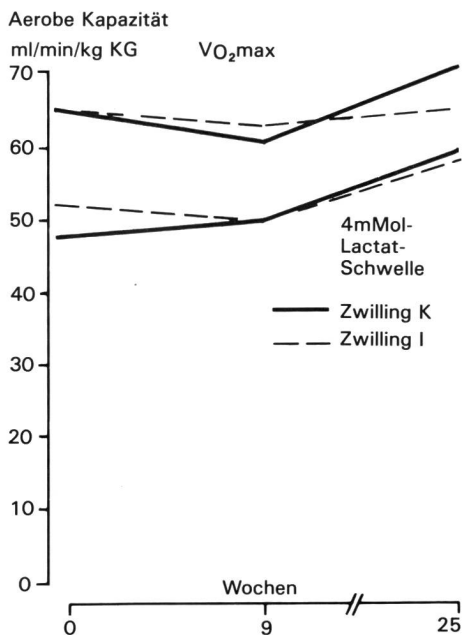


Abb. 2: Laufband-Ergospirometrie (kombinierter steady state/vita maxima-Test). Maximale Sauerstoffaufnahme VO_2max und 4mMol-Lactat-Schwelle als Parameter der aeroben Kapazität.

tenden Zunahme der Typ-IIA- und zuletzt auch Typ-IIB-Fasern. Die Veränderungen der Muskelenzymaktivitäten im Verlaufe des Trainingsprozesses bestätigten weitgehend die übrigen Beobachtungen.

Diskussion

Leistungsphysiologische Veränderungen

Durch das intensive *Krafttraining* gelang Zwilling K eine eindruckliche Steigerung der Maximalkraft von Beginn weg. Dass diese nicht zwangsläufig mit einem entsprechenden Muskelzuwachs (\rightarrow Körpergewicht!) einhergehen muss, sondern zu einem erheblichen Teil auf einer Verbesserung der Koordination beruht, deckt sich mit den Beobachtungen anderer Autoren: Kraftzuwachs 49 Prozent – Gewichtszunahme 3 Prozent⁷.

Die relative *Verbesserung der Laufzeiten* – über 200 m und 500 m nach dem Intervalltraining fiel geringer aus als diejenige in ei-

ner anderen Studie an untrainierten Probanden¹³. Die *Steigerung im anaeroben Leistungstest* auf dem Laufband deutet darauf hin, dass die Kapazität des anaeroben Energiebereitstellungssystems erhöht werden konnte. Erstaunlicherweise war in unserem Experiment die Leistungssteigerung im Laufbandtest nach dem Krafttraining viel ausgeprägter als nach dem Intervalltraining. Nach den Berichten anderer Autoren, die nach dem isokinetischen Krafttraining neben dem Kraftzuwachs enorm hohe Schnellkraftgewinne feststellten¹², besteht Grund zur Annahme, dass sich diese Trainingsform in erster Linie beim Bewältigen der 15prozentigen Steigung bei 16 km/h ausgewirkt hat.

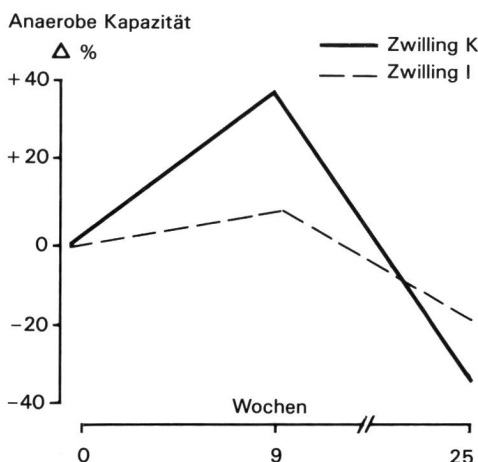
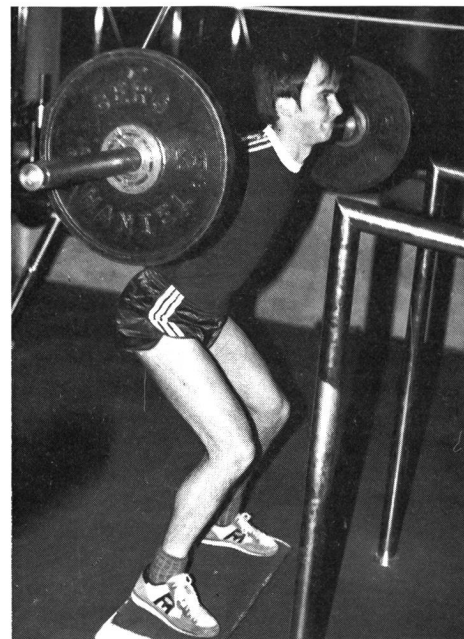


Abb. 3: Laufbandtest bei 16 km/h und 15 Prozent Steigung. Prozentuale Verbesserung beziehungsweise Einbuße der anaeroben Kapazität (Stehvermögen).

Veränderungen der Muskelfaserverteilung

Eine Veränderung des Verhältnisses schnelle/langsame Muskelfasern weist auf das Vorliegen einer Anpassung auch auf dem Niveau der kontraktilen Proteine hin. Eine solche fanden skandinavische Autoren bei 4 hochtrainierten Langstreckenläufern nach 18wöchigem Ausdauer- und 11 Wochen Intervalltraining⁸. Auch in unserem Versuch ergab sich eine Verschiebung zugunsten der Typ-II-Fasern. *Offenbar entsprach sowohl unser Intervall- als auch das*



Krafttraining einem Beanspruchungsmuster, welches die Typ-II-Fasern in vermehrtem Mass stimuliert. Dies lässt sich mit den Beobachtungen aus anderen Studien vereinbaren, wonach bei hohen Belastungsintensitäten über der aerob-anaeroben Schwelle² und bei Einsatz von mehr als 40 Prozent der Maximalkraft vorwiegend die Typ-II-Fasern rekrutiert werden⁹.

Die erwartete Zunahme der Typ-I-Fasern nach der Rückkehr zum Ausdauertraining blieb aus. Im Gegenteil fand sich bei Zwilling K eine anhaltende Abnahme dieses Fasertyps. Offenbar waren die *Auswirkungen des Krafttrainings* in dieser Beziehung *besonders nachhaltig*. Gleichzeitig nahm VO_2max wieder zu, was zu bestätigen scheint, dass keine sehr enge Beziehung zwischen Typ-I-Faseranteil und aerober Kapazität zu bestehen braucht. Durch Ausdauertraining kann im übrigen auch die aerobe Kapazität der Typ-IIA-Fasern stark zunehmen und ähnlich hohe Werte erreichen wie in Typ-I-Fasern.

Muskelfaserverteilung: Genetisch determiniert oder trainingsbedingt?

Obschon eine Umwandlung von Fasertypen von namhaften Autoren nach wie vor heftig dementiert wird^{3,15}, deuten unsere Ergebnisse die Möglichkeit einer solchen Transformierbarkeit an. Immerhin konnten in unseren Biopsiestückchen 400 bis 800 Fasern ausgezählt werden. Zudem lagen die Veränderungen deutlich über dem ermittelten Fehlerbereich der Methode. Zusammen mit Beobachtungen anderer Autoren bestehen Anhaltspunkte, dass dabei *Übergänge von schnellen Typ-II-Fasern in langsame Typ-I-Fasern wesentlich leichter und schneller erfolgen als umgekehrt*, was noch einer genauen Erklärung bedarf. Das gegensätzliche Impulsmuster scheint dabei eine entscheidende Rolle zu spielen.

Tag	TE	Übung	Übungsdauer (sec)	Pause (sec)	Wiederholungen	Serien	Dauer (min)
Mo-Fr	V	2 x 3 Übungen	60	45	10-15	3	35
Mo-Fr	N	Bankdrücken	45-50	130-135	10	10	85
		Kniebeugen	45-50	130-135	10	10	
		Rumpfbeugen	50-60	120-130	10	4	
		Quadriceps	40-45	135-140	10	4	
Sa + So		Ruhetag					

Tab. 3: Krafttrainingsprogramm von Zwilling K: Nach mündlicher Besprechung mit Jean-Pierre Eger. In der Trainingseinheit vormittags (TE V) wurden zweimal der Reihe nach die Muskulatur von Armen/Schultergürtel, Rumpf und Becken/Beine mit langsam ausgeführten Übungen belastet, am Nachmittag (TE N) folgte das isokinetische Krafttraining. Am Samstag und Sonntag war Ruhetag.

Somit kann insofern von einer *genetischen Prädisposition* gesprochen werden, als ein Sportler mit einem angeborenen hohen Anteil an Typ-II-Fasern leicht ein guter Sprinter und mit entsprechendem Training auch ein guter Langstreckenläufer werden kann. Umgekehrt trifft dies für einen Sportler mit von Natur aus hohem Typ-I-Faseranteil nicht zu, das heisst auch mit einem Spezialtraining dürfte er nie ein guter Sprinter werden.

Welchen Nutzen bringt ein isokinetisches Krafttraining beziehungsweise ein Intervalltraining dem Ausdauersportler?

Neben dem knapp 50prozentigen Kraftzuwachs war nach dem Krafttraining ein anaeroben Leistungstest eine Steigerung um 34 Prozent – gegenüber «nur» 8 Prozent nach dem Intervalltraining – zu verzeichnen. Bei beiden Trainingsformen war diese Verbesserung nur von einer geringen Abnahme des körperrgewichtbezogenen Sauerstoffaufnahmevermögens begleitet, wobei hier das Krafttraining etwas schlechter abschnitt.

Nach unseren Ergebnissen könnten also beim Ausdauersportler sowohl isokinetisches Kraft- als auch Intervalltraining – bei beibehaltenem Ausdauergrundtraining – zu einer erheblichen Steigerung des gesamten Stoffwechselleistungsvermögens führen. Dabei dürfte das isokinetische Krafttraining den Trainingseffekt eines Intervalltrainings erheblich übertreffen. Wie nachhaltig dabei die Auswirkungen auf den Körper sind, zeigten die selbst 4 Monate später nicht restlos abgeschlossenen Anpassungsvorgänge.

Zwilling K konnte im anschliessenden Ausdauertraining einen wesentlich grösseren aeroben Leistungszuwachs erzielen als Zwilling I. Damit scheint auch eine alte Theorie der Sportpraxis widerlegt zu sein, wonach sich Ausdauer- und Krafttraining gegenseitig ausschliessen.

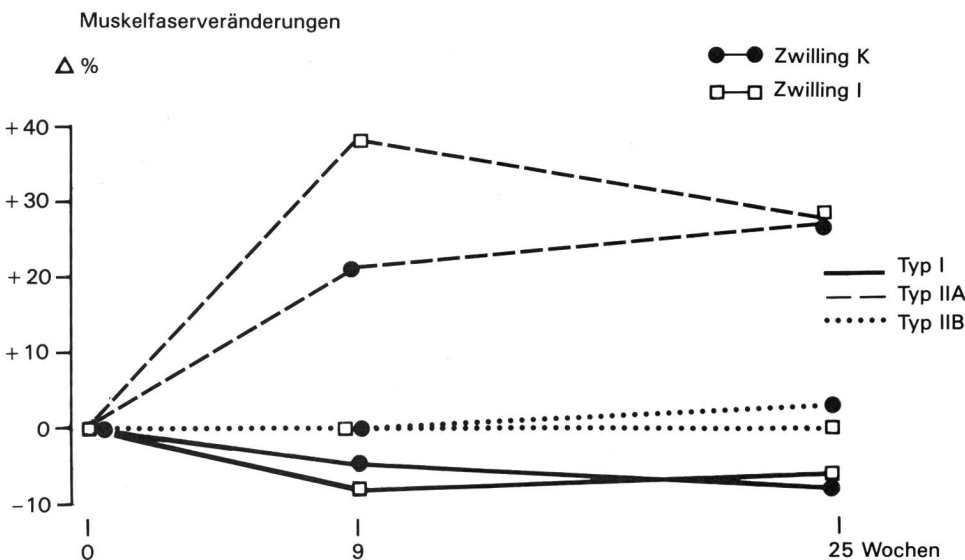


Abb. 4: Muskelfaseränderungen

Woche	Skilanglauf		Tkm	Laufen		Total	
	TE	TS		TE	TS	TE	TS
1. + 2.	8-10	12-15	150-200	-	-	8-10	12-15
3.-12.	1- 2	3- 5	40- 70	4	5	5- 6	8-10
13.-16.	-	-	-	5-6	5-7	5-6	5- 7

Tab. 4: Ausdauertraining beider Probanden. Intensität entsprechend einer Herzschlagzahl von 150 bis 165 pro Min. TE = Trainingseinheiten, TS = Trainingsstunden, Tkm = Trainingskilometer.

Die Auswirkungen des Intervalltrainings blieben dagegen eher enttäuschend. Einzig ein «Formhoch» in der 4. bis 6. Trainingswoche blieb der Lohn des kräftezehrenden Trainings. Trotz eines subjektiv guten Erholungsgefühls wirkte Zwilling I noch nach Monaten irgendwie «ausgebrannt», was sich auch in einem schlechteren Leistungszuwachs nach der Rückkehr zum Ausdauertraining auswirkte.

Mögliche Erklärung

Beim isokinetischen Krafttraining wird der Muskel während einer Übungsserie bei anhaltender Kontraktion zu ununterbrochener anaerober Leistung gezwungen. Beim zyklischen Belastungsablauf im Intervalltraining hingegen kann der Muskel in den Erholungspausen immer wieder auf den aeroben Stoffwechsel «ausweichen», womit der anaerobe Trainingseffekt im Vergleich zum isokinetischen Krafttraining möglicherweise kleiner bleibt.

Fazit

Für den Ausdauersportler stellt somit das isokinetische Krafttraining ein ideales Mittel zur nachhaltigen Verbesserung sowohl der anaeroben Stoffwechselaktivität (Stehvermögen) als auch der Maximalkraft dar. Da bei dieser Trainingsform mit Gewichten von bloss 50 bis 60 Prozent der Maximalkraft gearbeitet wird, bleibt das Verletzungsrisiko kleiner als mit anderen Krafttrainingsmethoden. Das Intervalltraining vermag dagegen wohl kurzfristig das Lei-

stungsprofil zu verbessern, birgt aber eindeutig die Gefahr einer allgemeinen Überbelastung in sich. Wie die beiden Trainingsformen speziell in den verschiedenen Sportdisziplinen zu integrieren und zu gewichten sind, müssen allerdings weitere spezifische Studien klären. ■

Literaturverzeichnis

- Brooke M. H., Kaiser K. K.: Muscle fiber types: how many and what kind? Arch Neurol 23: 369-379, 1970
- Gollnick P. D., Armstrong R. B., Saubert IV C. W., Piehl K., Saltin B.: Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men. J Appl Physiol 33: 312-319, 1972
- Gollnick P. D.: Relationship of strength and endurance with skeletal muscle structure and metabolic potential. Int J Sports Med 3, 26-32, 1982
- Häggmark T., Jansson E., Svane B.: Cross-sectional area of thigh muscle in men measured by computed tomography. Scand J Clin Lab Invest 38: 355-360, 1978
- Hollmann W., Hettinger T.: Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsunterlagen. Schattauer, Stuttgart-New York: 303-554, 1980
- Howald H.: Training-induced morphological and functional changes in skeletal muscle, Int J Sports Med, Vol 3, No 1: 1-12, 1982
- Igai M., Fukunaga T.: Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. Intern Z angew Physiol einschli Arbeitsphysiol 28: 173-180, 1970
- Jansson E., Kaijser L.: Muscle adaption to extreme endurance training in man. Acta Physiol Scand 100: 315-324, 1977
- Karlsson J., Komi P. V.: Motion and its significance on in nervation, fibre recruitment and muscle metabolism in man. Acta Physiol Scand, Suppl 440: 12-16, 1976
- Keul J., Doll H., Keppler A., Reindell A.: Intervalltraining und anaerobe Energiebereitstellung. Sportarzt und Sportmed 12: 493-506, 1967
- Komi P. V., Viitasalo J. H. T., Havu M., Thorstensson A., Sjodin B., Karlsson J.: Skeletal muscle fibres and muscle enzyme activities in monozygous and dizygous twins of both sexes. Acta Physiol Scand 100: 385-392, 1977
- Perrine J. J.: Isokinetic exercise and the mechanical energy potentials of muscle. J Hith phys Educ 39: 40 (4): 701, 1968
- Pfister B., Moesch H., Howald H.: Beeinflussung glykolytischer und oxydativer Skelettmuskelenzyme des Menschen durch anaerobes Training oder anabole Steroide. Schweiz Z Sportmed 29: 45-52, 1981
- Saltin B., Henriksson J., Nygaard E., Andersen P., Jansson E.: Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentaries and endurance runners. Ann NY Acad Sci 301: 3-29, 1977
- Schmalbruch H.: Wie die Katze den Vogel fängt. Funktionelle Unterschiede zwischen schnellen und langsamen Muskelfasern. Deutsche Medizinische Wochenschrift 106: 1040-1042, 1981