

Konstanze Klute

Dr. med.

Untersuchungen zur Auswirkung eines desmodromischen Maximalkrafttrainings auf Struktur und Krafteigenschaften des Skelettmuskels

Promotionsfach: Innere Medizin / Sportmedizin

Doktormutter: Frau Priv.-Doz. Dr. med. B. Friedmann-Bette

In der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, ob ein 6-wöchiges desmodromisches Maximalkrafttraining der Beinstrecker bei krafttrainierten Sportlern eine größere Verbesserungen der Maximal- und Schnellkraftleistungen, eine deutlicher ausgeprägte Muskelhypertrophie und die Ausbildung eines schnelleren Muskelphänotyps bewirkt als ein äquivalentes konventionelles Krafttraining und ob hierdurch bessere Voraussetzungen zur Steigerung der Schnellkraft in einem sich anschließenden spezifischen Training geschaffen werden können. Ferner sollte überprüft werden, ob als Ursache für eine solche muskuläre Adaptation eine vermehrte Rekrutierung schneller Muskelfasern während des desmodromischen Krafttrainings infrage kommt.

Zu diesem Zweck wurden 34 gesunde Probanden, die seit mindestens einem Jahr regelmäßig wenigstens einmal pro Woche ein Krafttraining der Beinstrecker durchgeführt hatten und die Einnahme von anabolen Steroiden sowie von Kreatin glaubhaft verneinten, randomisiert entweder einer desmodromischen oder einer konventionelle Trainingsgruppe zugeteilt und absolvierten 6 Wochen lang 3 mal pro Woche unter Aufsicht ein Maximalkrafttraining entweder an einem desmodromischen Gerät (Motronik, Fa. Schnell) oder an einer konventionellen Beinstreckmaschine (m3, Fa. Schnell). Aufgrund von Vorversuchen wurde der Umfang einer desmodromischen Trainingseinheit gegenüber einer konventionellen Trainingseinheit um einen Satz á 8 Wiederholungen auf 5 Sätze reduziert, um eine gleiche Arbeitsleistung in den beiden Gruppen bei im Mittel ca. 1,9-fach höherer exzentrischer Belastung in der desmodromischen Gruppe zu gewährleisten. Im Anschluss an die 6-wöchige Krafttrainingsphase erfolgte ein 3-wöchiges überwachtes Sprungkrafttraining. Vor und nach der Krafttrainingsphase wurde der Querschnitt des M. quadriceps femoris mittels Magnetresonanztomographie (MRT) gemessen. Maximalkraft (konzentrisches Einwiederholungsmaximum) und Sprungkraft (Höhe des Countermovement-,Squat- und

Drop-Jump, Kontaktzeit beim Drop-Jump und Reaktivitätsindex des Drop-Jump) wurden vor, unmittelbar nach und 1 Woche nach dem Krafttraining sowie nach Ende des Sprungkrafttrainings gemessen. Biopsien aus dem M. vastus lateralis wurden vor und nach Ende des Krafttrainings sowie unmittelbar nach Ende der 2. Trainingseinheit zur Ermittlung der Muskelfasertypverteilung, des Muskelfaserquerschnitts (ATPase-Färbung) und des Glykogengehaltes (PAS-Färbung) vorgenommen. Zur statistischen Analyse wurden multifaktorielle und einfaktorielle Varianzanalysen, der Student's t-test für abhängige und unabhängige Stichproben und der Mann-Whitney- Rangsummentest durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde bei $p \leq 0,05$ festgelegt und die Daten in Mittelwerten \pm Standardabweichung dargestellt.

Bei 26 Probanden (15 der desmodromischen, 11 der konventionellen Trainingsgruppe) konnten qualitativ gute Muskelbiopsien vor und nach dem Training gewonnen werden, die eine valide histochemische Analyse zuließen. Die Daten dieser Probanden bildeten die wesentliche Grundlage für die Auswertungen. Für die MRT-Daten, die Kraft- und Sprungkrafttests wurden statistische Analysen auch mit allen 34 Probanden durchgeführt, um zu überprüfen, ob sich signifikante Befunde und Trends in dieser größeren Probandengruppe bestätigen.

Während die Maximalkraft und der Querschnitt des M. quadriceps femoris in beiden Gruppen vergleichbar signifikant um maximal $16,3 \pm 8,4$ kg ($21,5 \pm 10,1$ %) desmodromisch und $16,4 \pm 6,7$ kg ($21,1 \pm 9,7$ %) konventionell bzw. $6,0 \pm 6,1$ cm² ($6,0 \pm 6,2$ %) desmodromisch und $8,0 \pm 5,9$ cm² ($8,4 \pm 6,5$ %) konventionell zunahmen, verbesserte sich die Sprungkraft nur in der desmodromischen Gruppe in allen drei durchgeführten Tests signifikant (um $5,9 \pm 7,7$ % im Countermovement-Jump, um $8,8 \pm 6,4$ % im Squat-Jump, um $10,8 \pm 16,0$ % im Drop-Jump).

Bezüglich der Muskelfasertypverteilung wies die konventionelle Gruppe bereits vor dem Training einen tendenziell höheren Anteil an Typ IIA-Fasern auf. Nach dem Training war der Unterschied dann mit $43,1 \pm 14,8$ % konventionell gegenüber $30,1 \pm 7,5$ % signifikant. Für die Typ I- und Typ IIX-Fasern sowie für die Typ IIAX und die Querschnitte aller Fasertypen bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Weder die Fasertypverteilung noch die Faserquerschnitte änderten sich durch das Training signifikant. Allerdings zeigte sich nur in DES eine signifikante Korrelation zwischen dem Einwiederholungsmaximum (1RM) und dem Faserquerschnitt der Typ IIX- und Typ IIA-Fasern. Nur bei DES war nach einer Trainingseinheit in den in PAS-gefärbten Muskelquerschnitten eine deutliche Entfärbung ausschließlich der schnellen Muskelfasern als

Hinweis auf einen vermehrten Glykogenabbau während des Trainings in diesen schnellen Fasern festzustellen, die offenbar vermehrt rekrutiert wurden. In KON hingegen war allenfalls eine leichte Abnahme der Färbintensität in den langsamen Muskelfasern zu beobachten. Darüber hinaus weisen die erhöhten Laktatwerte in DES auf eine Steigerung der laktaziden Energiebereitstellung durch desmodromisches Training hin. Weiterhin wurde nur in DES eine signifikante CK-Erhöhung als Anzeichen trainingsinduzierter Mikrotraumata gemessen. Mikrotraumata in den Skelettmuskeln stellen aller Wahrscheinlichkeit nach einen Stimulus für die Aktivierung und Rekrutierung von Satellitenzellen dar, die zu unterschiedlichen Muskelfasern ausdifferenzieren und somit auch zu einer Änderung des Muskelphänotyps beitragen könnten.

Die nur in DES beobachtete signifikante Verbesserung der Sprungkraft und der Hinweis auf eine vermehrte Rekrutierung schneller Muskelfasern bei diesen Probanden weisen darauf hin, dass auch bei krafttrainierten Sportlern ein desmodromisches Maximalkrafttraining der Beinstrecker mehr als ein äquivalentes konventionelles Training die Ausbildung eines schnellen Muskelphänotyps fördern könnte. Eine solche Veränderung ließ sich aber an Biopsaten aus dem M. vastus lateralis histochemisch nicht nachweisen.