

Tidow, G., Wiemann, K.

Zur Interpretation und Veränderbarkeit von Kraft-Zeit-Kurven bei explosiv-ballistischen Krafteinsätzen. Teil I: Physiologische Grundlagen

Force-time-curves of ballistic muscle contractions: interpretation and changeability. Part I: Physiological background

Zusammenfassung

In vielen Sportarten ist der Erfolg eng an die Fähigkeit geknüpft, explosive Krafteinsätze unter einem Zeitlimit zu realisieren. Die mechanische Wirkung dabei eingesetzter ballistischer Muskelkontraktionen lässt sich mittels Kraft-Zeit-Kurven (KZK) relativ präzise darstellen bzw. abschätzen. Vergleicht man etwa KZK, von Ausdauer- und Schnellkraftsportlern, so fällt auf, dass letztere einen erheblich höheren Kraftanstieg in viel kürzerer Zeit realisieren. In Teil I der Arbeit werden die neurophysiologischen Ursachen dieser Leistungsunterschiede unter Einbeziehung aktueller Literaturbefunde detailliert erläutert. Die verschiedenen Fasertypen, ihre Verteilung im Muskel und die Veränderung durch Training werden ebenso beschrieben wie Einfluss und Varianz der Frequenz bei der Muskelkontraktion.

In Teil II wird anhand von Literaturbefunden, Modellberechnungen und eigenen Untersuchungen u.a. hinterfragt, inwieweit das Größenprinzip der Rekrutierung auch bei ballistischen Kontraktionen Gültigkeit hat. Aus der Beantwortung dieser bislang kontrovers diskutierten Frage leiten sich unterschiedliche Konsequenzen für die Praxis des Schnellkrafttrainings ab.

Schlüsselwörter: Explosivkraft, Fasertyp-Verteilung, Kraftregulation, Rekrutierung, Frequenzierung

Summary

In many kinds of sports success depends on the ability to produce explosive force within a limited space of time. By means of force time curves (FTC) the mechanical effect of ballistic muscle contractions realized hereby can be demonstrated (resp. assessed) quite precisely. Comparing FTCs of endurance- trained and power-trained athletes the differences referring to absolute strength as well as to the strength gradient are striking. Part 1 of the study explains the neurophysiological background of these differences in detail, reviewing the actual findings. The different fibre types, their distribution in muscles and the variation by training are described as well as the influence of the neural frequency.

In part II the problem is discussed in consideration of model calculations and the results of own experimental studies, whether the size principle of recruitment is valid under ballistic working conditions, too. The answer of this question affects the selection of training methods to increase speed strength to a great extent.

Key words: explosive strength, fibre distribution, force regulation, fibre recruitment, neural frequency

Vollständiger Text:

http://www.biowiss-sport.de/wp-content/uploads/2015/02/interpret_I.pdf

Aus: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 44, 4, S.136 ff.

Tidow, G., Wiemann, K.

Zur Interpretation und Veränderbarkeit von Kraft-Zeit-Kurven bei explosiv-ballistischen Krafteinsätzen. Teil II

Force-time-curves of ballistic muscle contractions: interpretation and changeability. Part II

Zusammenfassung

In vielen Sportarten ist der Erfolg eng an die Fähigkeit geknüpft, explosive Krafteinsätze unter einem Zeitlimit zu realisieren. Die mechanische Wirkung dabei eingesetzter ballistischer Muskelkontraktionen lässt sich mittels Kraft-Zeit-Kurven (KZK) relativ präzise darstellen bzw. abschätzen. Vergleicht man etwa KZK von Ausdauer- und Schnellkraftsportlern, so fällt auf, dass letztere einen erheblich höheren Kraftanstieg in viel kürzerer Zeit realisieren. Nach detaillierter Erläuterung der neurophysiologischen Ursachen dieser Leistungsunterschiede in Teil I wird hinterfragt, inwieweit das Größenprinzip der Rekrutierung (demzufolge die Motorischen Einheiten (ME) sukzessiv proportional zur ansteigenden Zellgröße aktiviert werden) auch bei ballistischen Kontraktionen Gültigkeit besitzt. Die Beantwortung dieser bislang kontrovers diskutierten Frage besitzt deswegen besondere Relevanz, weil sich daraus sehr unterschiedliche Konsequenzen für die Auswahl von Krafttrainingsmethoden zur Steigerung der Schnellkraft ergeben. Eine Synopsis der in der Fachliteratur publizierten Befunde, Modellberechnungen wie auch Ergebnisse eigener Laborversuche (an 33 Vpn) lassen folgendes Fazit zu: Bei explosiv-ballistischem Krafteinsatz ohne jegliche Dosierungsvorgabe leisten alle motorischen Einheiten eines Muskels vom Beginn des Kraftanstiegs an einen muskelmechanischen Beitrag. Aufgrund erheblich kürzerer Kontraktionszeiten der Typ IIa/b-Fasern (<80ms) können demzufolge langsamere ME (intermediäre Typ IIc-Fasern mit ca. 120ms bzw. Typ I-Fasern mit Kontraktionszeiten von > 160ms) nur bei entsprechend langen Aktualisierungszeiträumen ihre Kontraktionskraft vollständig einbringen. Diese kontraktilitäts-determinierte Umkehrung des Größenprinzips erscheint biologisch sinnvoll, da bei geringen Widerstandsgrößen ein strikt chronologisches Einhalten der Rekrutierungsabfolge unter ballistischen Bedingungen sonst nur (oder primär) Typ I-ME ins Spiel brächte. Dann aber wären die schnellstmöglichen Bewegungen des Menschen von der Leistungsfähigkeit der langsamsten Muskelfasern abhängig. Die bei fast allen Vpn festgestellte Dreiteiligkeit der explosiv-ballistischen KZK könnte durch die divergierenden Kontraktionszeiten der drei Faser-Populationen bedingt sein. Das eröffnet die prinzipielle Möglichkeit, anhand von ballistischen KZK eine (unblutige) Abschätzung des Faserspektrums bzw. der Fasertyp-Kraftrelation vorzunehmen. Abschließend erfolgt eine Diskussion trainingsmethodischer Maßnahmen bez. einer Veränderung der die Explosivkraft repräsentierenden unteren Abschnitte von KZK. Die Wirkungsspezifität jeglichen (Kraft-)Trainings berücksichtigend wird empfohlen, schwerpunktmäßig zwischen Methodenkomplexen mit den Zielen 'Hypertrophie', 'neuronale Aktivierung' und 'Kontraktionsschnelligkeit' zeitlich und inhaltlich zu alternieren.

Schlüsselwörter: Explosivkraft, Fasertyp-Verteilung, Kraftregulation, Rekrutierung, Frequenzierung

Summary

In many kinds of sports success depends on the ability to produce explosive force within a limited space of time. By means of force time curves (FTC) the mechanical effect of ballistic muscle contractions realized hereby can be demonstrated (resp. assessed) quite precisely. Comparing FTCs of endurance-trained and power-trained athletes the differences referring to absolute strength as well as to the strength gradient are striking. After explaining the

neurophysiological background of these differences in detail (part I), the problem is discussed, whether the size principle of recruitment - according to which the motor units (MU) are successively activated in direct proportion to their increasing size - is valid under ballistic working conditions, too. To answer this question, which has been discussed up to now quite controversially, is of special importance, because it affects the selection of training methods to increase speed strength to a great extent. A review of relevant findings, model calculations and the results of own experimental work (33 sbs) lead to the following conclusion: When there is no restriction to explosive- ballistic muscle activation, probably all MUs of a muscle are integrated mechanically right from the start of rising tension. Due to considerably shorter contraction times (< 80ms) of the type IIa/b-fibres their slower 'neighbours' (i.e. type IIc-fibres with 120ms and type I-fibres with = 160ms) can only then contribute their contraction force fully, if the duration of the given ballistic movement lasts long enough. From a biological point of view this contractility-determined inversion of the size principle does make sense, because otherwise - if ballistic actions are executed against slight resistance - a strict orderly recruitment would bring into action smaller and slower MU of type 1 exclusively (or predominantly). If that would be the case, the fastest human movements would depend on the efficiency of the slowest muscle fibres. Almost all Sbs demonstrated ballistic FTC with three sections of differing steepness. These differences correspond with the three contraction times of the fibre subtypes mentioned above. This finding leads to the conclusion that it might be possible to assess the fibre distribution of a muscle by calculating the relative contribution of type II-MUs, intermediate MUs and type I-MUs. Finally those training methods are discussed that could help to improve explosive strength and change the lower parts of the FTC respectively. Taking into consideration the specificity of any (strength)training measure, it is recommended to alternate between the goals 'cross sectional area', 'neuronal activation' and 'contractility' applying different methods.

Key words: explosive strength, fibre distribution, force regulation, fibre recruitment, neural frequency

Vollständiger Text:

http://www.biowiss-sport.de/wp-content/uploads/2015/02/interpret_II.pdf