

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Komponenten der Schnellkraftleistungen im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus

Gollhofer, Albert

Erlensee, 1987

Zusammenfassung

8.0 Zusammenfassung

In der Literatur wurde bisher auf die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Schnellkraftleistung wie sie im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) realisiert wird, und der Schnellkraftleistung bei isometrischem oder dynamisch konzentrischen Kontraktionsverhalten unter dimensionsanalytischen Gesichtspunkten nicht eingegangen.

Ausgehend von der Vorstellung, daß sich die erhöhten Schnellkraftleistungen bei Kontraktionen im DVZ hauptsächlich durch leistungspotenzierende Effekte aufgrund der vorgeschalteten Dehnung im Kontraktionszyklus ergeben, wurde zunächst das Elastizitätskonzept auf physikalischer und physiologischer Ebene vorgestellt und die aus der Literatur vorliegenden Ergebnisse präsentiert.

Untersuchungsergebnisse über das neuromuskuläre Zusammenspiel bei Dehnungs-Entdehnungs-Experimenten haben die zentrale Bedeutung von Feedback-Mechanismen über afferente Nervenbahnen klar herausgestellt. Aus diesem Grunde wurde eine Vorstellung der für die Großmotorik wichtigsten Reflexverschaltungen und -mechanismen dem Theoriebereich der Arbeit zugeordnet.

Im wesentlichen bildeten folgende Fragestellungen den Inhalt der vorliegenden Untersuchungsreihe:

1. Besitzen Kenngrößen des reaktiven Bewegungsverhaltens faktorenanalytisch eine andere Dimension als Kenngrößen des isometrischen und dynamisch überwindenden Kraftverhaltens ?
2. Wie verändern sich die ermittelten EMG-Parameter unterschiedlicher funktioneller Zeitphasen, wenn sich die Dehnungsbelastung erhöht?
3. Gibt es in Abhängigkeit von der Dehnungsbelastung ein Optimum hinsichtlich der individuellen Schnellkraftleistung im DVZ ?

Die Arbeit gliedert sich in 4 Querschnittsuntersuchungen auf: Studie I (n=88); Studie II (n=15); Studie III (n=16); Studie IV (n=9). Neben Studierenden des Faches Sport nahmen auch Athleten verschiedener Nationalkader an den Untersuchungen teil.

In Studie I wurde zunächst an 88 Vpn unter Verwendung multivariater Analysemethoden (multiple Regression und Faktorenanalysen) der Zusammenhang zwischen Schnellkraftparametern des DVZ und Schnellkraftparametern des isometrischen und dynamisch überwindenden und dynamisch nachgebenden Kraftverhaltens bei der Beinstreckung ermittelt.

Die Überprüfung der Dimensionsanalyse erbrachte eine 3-dimensionale Faktorenstruktur, wobei die Variablen des isometrischen und dynamisch überwindenden bzw. dynamisch nachgebenden Kraftverhaltens global auf einen Kraftfaktor laden und die Variablen der prozentualen Leistungspotenzierung (konzentrische Leistungsfähigkeit (SJ) = 100%) bei Kontraktionen im DVZ mit den beiden restlichen Faktoren in Zusammenhang gebracht werden können. Die Verteilung der Schnellkraftparameter im DVZ erfolgte dabei kontinuierlich so, daß Variablen, die die Leistungspotenzierung bei niederen Dehnungsbelastungen beschreiben, auf Faktor 2 und Variablen bei hoher Dehnungsbelastung auf Faktor 3 luden.

Aufgrund der beobachteten Faktorenstruktur muß die Schnellkraft in drei unabhängige Komponenten aufgeteilt werden: 1. In einen globalen Kraftfaktor, der im wesentlichen durch das maximale Kraftvermögen, aber auch durch die Fähigkeit zu schneller Kontraktionsentwicklung bestimmt ist. 2. In einen Reaktivitätsfaktor, der das Schnellkraftverhalten bei niederen Dehnungsbelastungen beschreibt und drittens in einen weiteren

Reaktivitätsparameter, der das Schnellkraftvermögen bei hoher Dehnungsbelastung beschreibt. Die dreidimensionale Faktorenstruktur ist dabei unabhängig von der untersuchten Stichprobe und wird außer in der Gesamtstichprobe auch in den Einzelgruppen der Studenten bzw. der Mitglieder der Nationalkader repräsentiert.

In einer weiteren Studie (II) wurde bei 15 Vpn (Studenten und Nationalkader-Sprungdisziplinen) in einer Serie von Vertikalsprüngen das Innervationsverhalten von 4 Beinextensoren (M. Gastrocnemius; M. Soleus; M. Vastus m. und M. Rectus f.) registriert und zusammen mit den Signalen der vertikalen Bodenreaktionskraft und den Winkelveränderungen im Kniegelenk nach dem Average-Verfahren über mindesten 8 Zyklen jeder Untersuchungsbedingung analysiert. Die Untersuchungsbedingungen waren dabei so angelegt, daß sowohl Sprünge mit niedriger Dehnungsbelastung (beidbeiniges Hüpfen im Eigenrhythmus), als auch Sprünge mit extremer Dehnungsbelastung (Tiefsprünge aus 72 cm mit einbeiniger Landung) absolviert wurden.

Die Untersuchungen ergaben bei allen Extensoren mit zunehmender Dehnungsbelastung eine steigende Gesamtaktivierung der Muskeln während der Bodenkontaktphase, wobei der relative Zuwachs einzelner funktio-neller Zeitphasen im EMG muskelspezifisch erfolgte.

Neben der gesteigerten Dehnungsreflexaktivität bei zunehmender Dehnungsbelastung wurden besonders beim M. Gastrocnemius Aktivitäts-reduktionen im gemittelten Elektromyogramm beobachtet. Diese "Inhibitionen" beginnen bereits in der Voraktivierungsphase und dauern bis in den Zeitraum reflektorischer Innervationsbeiträge an. Dabei scheint das Ausmaß der Reduktion auf der einen Seite eine gewisse Abhängigkeit von der Dehnungsbelastung zu besitzen, darüberhinaus kann auf der anderen Seite auch ein Zusammenhang mit dem Trainingszustand

der Versuchsperson beobachtet werden. Trainierte Athleten reagieren mit Aktivitätsreduktionen erst bei wesentlich höheren Dehnungsbelastungen als sprunguntrainierte Personen.

Da die beobachteten EMG-Reduktionen als leistungslimitierende Mechanismen bei der Fähigkeit zur elastischen Potenzierung angesehen werden können, sollte über den Ursprung bzw. den Generierungsort eine weitere Analyse (Studie III) Auskunft geben.

In der Literatur wird als möglicher Entstehungsort solcher Aktivitätsreduktionen auch das Otholithensystem des Vestibularapparates diskutiert. Deshalb war es notwendig das Innervationsverhalten des M. Gastrocnemius bei konstanter Sprunghöhe ($h=25\text{cm}$), aber unterschiedlicher Härte der Sprungunterlage zu untersuchen, womit ebenfalls eine Variation der Dehnungsbelastung vorgegeben war.

Aus den ermittelten EMG-Mustern kann der Schluß gezogen werden, daß die bei den Sprüngen aus großer Absprunghöhe beobachteten EMG-Reduktionen ebenfalls in denjenigen Situationen auftraten, in denen die Landung auf hartem Untergrund erfolgte, also die Dehnungsbelastung des M. Gastrocnemius unter allen Bedingungen am höchsten war.

Aus diesen Beobachtungen kann zunächst für den Zeitraum dieser "Inhibition" der Einfluß vestibulär ausgelöster Hemmungsmechanismen ausgeschlossen werden, da die Linearbeschleunigung auf den Vestibularapparat in allen Untersuchungen bis zum ersten Bodenkontakt als konstant betrachtet werden kann.

Im weiteren Fortgang der Diskussion wurden exemplarisch Unterschiede im Bewegungsmuster (Kraft-, Goniometer- und EMG-Muster) zwischen sprungtrainierten und sprunguntrainierten Probanden herausgestellt. Als zentrales Ergebnis kann angeführt werden, daß die trainierten Vpn

erst bei wesentlich höheren Dehnungsbelastungen mit Aktivitätsreduktionen reagieren im Vergleich zu untrainierten Personen. Weiterhin muß herausgestellt werden, daß auf der Basis eines 'Kontaktzyklus' bei trainierten Vpn die Aktivierung wesentlich frühzeitiger erfolgt, während bei untrainierten Vpn eine Verlagerung der Gesamtaktivität zu späten Kontaktphasen hin zu beobachten ist. Dadurch geht bei den nicht trainierten Vpn ein wesentlicher Beitrag zum reaktiven Bewegungsverhalten verloren, ins besondere, wenn eine solche Verlagerung noch mit einer ausgeprägten EMG-Reduktion während der exzentrischen Phase verbunden ist.

Abschließend erfolgte die Diskussion über die Bedeutung verschiedener Trainingsmethoden zur Verbesserung des reaktiven Schnellkraftkomponenten unter besonderer Berücksichtigung der neuronalen Regulationsmechanismen.