

# Maximalkraft bei isometrischer und isokinetischer Bein-Extension – eine Studie zur Reproduzierbarkeit am IsoMed 2000

Manfred Zöger<sup>1,2,3</sup>, Alfred Nimmerichter<sup>1,2</sup>, Arnold Baca<sup>2</sup>, Klaus Wirth<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Studiengang Training & Sport, Fachhochschule Wiener Neustadt

<sup>2</sup>Zentrum für Sportwissenschaft und Universitätssport, Universität Wien

<sup>3</sup>Doktorandenschule für Pharmazie, Ernährung und Sportwissenschaften, Universität Wien

## Abstract

Bisherige Reliabilitätsstudien mit isokinetischen Dynamometern konzentrierten sich zumeist auf eingelenkige Testübungen. Das Ziel dieser Studie war es deshalb, den Parameter Maximalkraft bei der Bein-Extension in der Beinpresse auf seine Reproduzierbarkeit zu überprüfen.

Dazu wurden 20 Personen rekrutiert, welche drei idente Testeinheiten (T1-T3) absolvierten. Das Testprotokoll beinhaltete die Bein-Streckung in isometrischer Form sowie in zwei unterschiedlichen isokinetischen Bewegungsgeschwindigkeiten.

Die statistische Auswertung bestand aus einer rmANOVA sowie in der Berechnung des Intraklassen-Korrelationskoeffizient (ICC 2.1) und des Standard-Messfehler (SEM).

Es gab einen signifikanten Haupteffekt für die Testeinheiten bei den beiden isokinetischen Test-Bedingungen. Der ICC erreichte für den Vergleich der Einheiten Werte zwischen 0,93 und 0,99; Die Berechnung des SEM ergab Werte zwischen 2,5 % und 6,3 %.

Bei den isokinetischen Testbedingungen waren die Werte in T1 signifikant niedriger. Diese Ergebnisse lassen auf einen Gewöhnungseffekt aufgrund der ersten Einheit schließen. Die Werte des ICC können generell als gut bewertet werden, die Werte des SEM können für die allermeisten Anwendungen als zufriedenstellend beurteilt werden. Generell zeigen diese Ergebnisse, dass Kraft-Werte bei der Bein-Extension in der Beinpresse grundsätzlich zuverlässig gemessen werden können. Allerdings scheint aufgrund der signifikanten Veränderung nach T1 in den isokinetischen Testbedingungen vorab eine Gewöhnungseinheit sinnvoll.

**Keywords:** Reproduzierbarkeit, Dynamometer, Isomed 2000, Beinpresse, Isometrik, Isokinetik

## **1 EINLEITUNG**

Genauere und zuverlässige Messdaten bilden die Basis, um Entscheidungen zu treffen, Diagnosen zu stellen und Veränderungen nachvollziehen zu können. Im Bereich der Sportwissenschaft werden dafür häufig spezielle Geräte – sogenannte Dynamometer – eingesetzt, um damit Kräfte zu messen, welche durch muskuläre Kontraktionen generiert werden. In der Vergangenheit wurden bereits Daten zur Reproduzierbarkeit solcher Messungen publiziert (1-6). Die meisten dieser Studien konzentrierten sich allerdings auf eingelenkige Testübungen. Ganz grundsätzlich sind Reliabilitätsstudien immer in Bezug auf Messgeräte, Testprotokolle und weitere Einflussfaktoren zu betrachten und können deshalb nicht generalisiert werden. Das Ziel dieser Studie war es deshalb, den Parameter Maximalkraft bei der Bein-Extension in der Beinpresse auf seine relative und absolute Reproduzierbarkeit zu überprüfen.

## **2 METHODEN**

### **2.1 Probanden**

Die Probandengruppe bestand aus Sportstudenten und Freizeitsportlern. Insgesamt nahmen 20 Personen an der Studie teil (Alter  $30,4 \pm 8,7$  Jahre; Größe  $178,6 \pm 8,7$  cm; Gewicht  $75,6 \pm 11,7$  kg). Die Teilnehmer hatten im Vorfeld keinerlei Erfahrung mit isokinetischen Übungen. Alle Probanden wurden vorab über die Vorteile und Risiken einer Studienteilnahme informiert und stimmten ihrer Teilnahme schriftlich zu. Die Studie wurde entsprechend der Deklaration von Helsinki durchgeführt und von einer Ethik-Kommission bewilligt.

### **2.2 Geräte**

Alle Tests wurden am isokinetischen Dynamometer IsoMed 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Deutschland) durchgeführt. Dazu wurde der optionale Leg-Press Adapterwagen des Herstellers genutzt. Mit diesem kann das Gerät innerhalb weniger Minuten zu einer motorbetriebenen Beinpresse umgebaut werden. Die Antriebswelle kann dabei auf zwei verschiedenen Übersetzungen angekoppelt werden. Diese unterscheiden sich in der maximal möglichen linearen Bewegungsgeschwindigkeit sowie der dabei realisierbaren Kraft. Für die Testungen dieser Studie wurde die Getriebestufe 1 gewählt, welche eine maximale lineare Bewegungsgeschwindigkeit von 800 mm/s sowie eine maximale Kraft von 8.850 N ermöglicht.

### **2.3 Ablauf**

Alle Teilnehmer mussten drei idente Testeinheiten (T1-T3) absolvieren. Der zeitliche Abstand zwischen den Einheiten betrug drei Tage. Nach einem standardisierten, allgemeinen Aufwärmen nahmen die Probanden auf der Beinpresse Platz und wurden entsprechend positioniert. Im Anschluss wurden die Gerätestellungen gespeichert, um bei den weiteren Einheiten eine idente Positionierung gewährleisten zu können.

Das Testprotokoll beinhaltete die Bein-Streckung in isometrischer Form bei  $100^\circ$  Kniewinkel (Iso100) sowie in isokinetischer Form bei 30 mm/sec und 600 mm/sec Translationsgeschwindigkeit. Jeder Proband absolvierte mindestens drei

Wiederholungen in jeder Testbedingung, allerdings wurden weitere Wiederholungen durchgeführt, solange die Maximalkraftwerte weiter anstiegen. Alle Probanden erreichten ihren individuellen Maximalkraftwert innerhalb von höchstens fünf Wiederholungen. Zur weiteren Auswertung wurde aus jeder Testbedingung jene Wiederholung mit dem höchsten Kraftwert herangezogen.

## 2.4 Statistische Analysen

Zur Überprüfung der Normalverteilung wurde der Shapiro-Wilk Test durchgeführt. Die weitere statistische Auswertung bestand aus einer Varianzanalyse mit Messwiederholung (rmANOVA) mit nachfolgenden Bonferroni Post-Hoc Tests. Zusätzlich wurde der Intraklassen-Korrelationskoeffizient (ICC 2.1) (7) sowie der Standard-Messfehler (SEM) in % des Mittelwerts für die jeweils aufeinanderfolgenden Testeinheiten (T1-T2 bzw. T2-T3) berechnet. Das statistische Signifikanzniveau wurde mit  $p < 0,05$  akzeptiert.

## 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der rmANOVA zeigen einen signifikanten Haupteffekt für die Testeinheiten bei den isokinetischen Test-Bedingungen 30 mm/sec ( $p = 0,03$ ) und 600 mm/sec ( $p < 0,01$ ), nicht jedoch für Iso100 ( $p = 0,2$ ). Aufgrund der Bonferroni Post-Hoc Tests offenbarten sich nachfolgende Details: Bei 30 mm/sec gab es einen signifikanten Unterschied zwischen T1 und T2 ( $p = 0,03$ ), wobei die Werte bei T1 im Mittel um 253,2 N niedriger waren als bei T2; Bei 600 mm/sec gab es einen signifikanten Unterschied zwischen T1 und T2 ( $p = 0,01$ ) sowie zwischen T1 und T3 ( $p = 0,04$ ). Die Kraftwerte waren dabei im Mittel um 172,1 N (T2) bzw. 170,4 N (T3) höher als bei T1.

Zur Überprüfung der relativen Reproduzierbarkeit wurde der ICC (2.1) berechnet; Dieser erreichte für den Vergleich zwischen T1 und T2 Werte zwischen 0,95 und 0,99; im Vergleich zwischen T2 und T3 ergaben sich ICC Werte von 0,93 bis 0,99.

Der Berechnung des SEM ergab für den Vergleich von T1 und T2 Werte zwischen 2,5 % und 6 %; Der Vergleich von T2 und T3 ergab SEM-Werte zwischen 3,0 % und 6,3 %.

## 4 CONCLUSIO

Bisherige Reliabilitätsstudien mit isokinetischen Testgeräten konzentrierten sich häufig auf eingelenkige Testübungen (1-5) oder verwendeten ein anderes Testprotokoll (6). Unser Protokoll überprüfte die Reproduzierbarkeit von Kraftdaten der Beinstreckung in einer isometrischen Bedingung sowie mit einer sehr langsamen und einer sehr schnellen isokinetischen Testgeschwindigkeit. Bei Iso100 zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Testeinheiten. Im Gegensatz dazu waren die Werte bei 30 mm/sec und 600 mm/sec bei T1 signifikant niedriger. Diese Ergebnisse lassen auf einen Gewöhnungseffekt aufgrund der ersten Einheit schließen.

Der ICC war im Vergleich zwischen T1 und T2 sowie zwischen T2 und T3 in allen Testbedingungen jeweils  $> 0,9$  was gemäß Literatur als gut bewertet werden kann (8). Die Werte des SEM waren bei Iso100 mit 2,5 bis 3,0 % niedriger als bei 30 mm/sec bzw. 600 mm/sec – hier lag der SEM bei 3,8 % bis 6,3 %. Dies spricht für eine bessere Reproduzierbarkeit bei Iso100 im Vergleich zu den isokinetischen Testbedingungen.

Generell zeigen diese Ergebnisse, dass Kraft-Werte bei der Bein-Extension in der Beinpresse grundsätzlich zuverlässig gemessen werden können. Allerdings scheint aufgrund der signifikanten Veränderung nach T1 in den isokinetischen Testbedingungen vorab eine Gewöhnungseinheit sinnvoll.

## 5 REFERENZEN

1. Dirnberger J, Kösters A, Müller E. Concentric and eccentric isokinetic knee extension: A reproducibility study using the IsoMed 2000-dynamometer. *Isokinet Exerc Sci.* 2012;20(1):31-5.
2. Dirnberger J, Wiesinger H-P, Kösters A, Müller E. Reproducibility for isometric and isokinetic maximum knee flexion and extension measurements using the IsoMed 2000-dynamometer. *Isokinet Exerc Sci.* 2012;20(3):149-53.
3. Maffiuletti NA, Bizzini M, Desbrosses K, Babault N, Munzinger U. Reliability of knee extension and flexion measurements using the Con-Trex isokinetic dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2007;27(6):346-53.
4. Sole G, Hamrén J, Milosavljevic S, Nicholson H, Sullivan SJ. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(5):626-31.
5. Van Tittelboom V, Alemdaroglu-Gürbüz I, Hanssen B, Heyrman L, Feys H, Desloovere K, et al. Reliability of Isokinetic Strength Assessments of Knee and Hip Using the Biodex System 4 Dynamometer and Associations With Functional Strength in Healthy Children. *Front Sports Act Living.* 2022;4.
6. Dirnberger J, Huber C, Hoop D, Kösters A, Müller E. Reproducibility of concentric and eccentric isokinetic multi-joint leg extension measurements using the IsoMed 2000-system. *Isokinet Exerc Sci.* 2013;21(3):195-202.
7. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull.* 1979;86(2):420.
8. Vincent WJ. *Statistics in Kinesiology.* Third ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2005.