

Systemevaluation von Vmaxpro in der Kraftübung Kniebeugen

Diese Untersuchung wurde am 19.12.2017 in Kooperation der Otto-von-Guericke-Universität (OVGU) Magdeburg, dem Olympiastützpunkt Sachsen-Anhalt und der Blaumann & Meyer - Sports Technology UG im Vicon-Labor der OVGU, unter der Leitung von Prof. Dr. Jürgen Edelmann-Nusser sowie Dipl.-Sporting. Falko Eckardt, durchgeführt.

Methodik

Probanden: Es haben drei ambitionierte Sportler mit moderater bis umfangreicher Erfahrung im Kraftdreikampf mit einem Körpergewicht von 74 ± 4 kg, einer Körpergröße von 172 ± 1 cm und einer Maximalkraft in der Übung Kniebeugen (Abbildung 1) von 165 ± 15 kg teilgenommen.

Durchführung: Alle drei Sportler führten je 7-9 Sätze mit je 1-2 Wdh. mit Lasten von 20 bis 120, 140 und 150 kg durch.

Messsysteme: Vicon Nexus 2.4 diente im Laboraufbau mit 13 Infrarotkameras (MX T20) als Goldstandard. Vier Marker wurden, wie in Abbildung 3 skizziert, platziert und mit 200 Hz dreidimensional im Raum verfolgt. Zwei Vmaxpro Systeme (IMU) wurden auf gegenüberliegenden Seiten an derselben Hantelposition platziert.

Statistik: Zur visuellen Verdeutlichung wurden die Messdifferenzen über die Durchschnittsgeschwindigkeit dargestellt. Für einen statistischen Nachweis der Übereinstimmung von Vmaxpro zum Goldstandard innerhalb definierter Grenzen von ± 2 cm/s und ± 2 cm wurde ein Äquivalenztest angewendet.



Abbildung 1: Durchführung einer Einzelwiederholung Kniebeugen mit 150kg eines Probanden im Vicon-Labor der OVGU.



Abbildung 2: Abbildung eines Vmaxpro Systems an der Langhantel mit zwei sichtbaren Vicon Marker. Die Vmaxpro Systeme ermitteln intern den Mittelpunkt der Hantelstange und liefern so vergleichbare Ergebnisse untereinander und zu Vicon an dem gewählten Messpunkt.

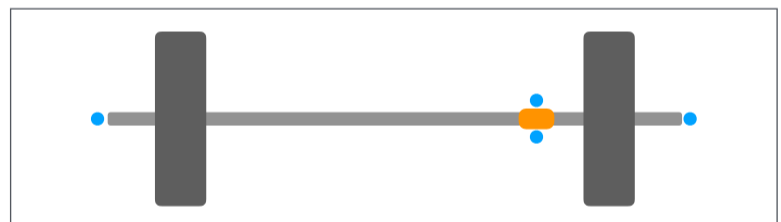


Abbildung 3: Draufsicht des schematischen Versuchsaufbaus mit zwei Vmaxpro Systemen und vier Vicon Markern. Die zwei Marker im Griffbereich lassen die exakte Bestimmung aller kinematischen Parameter an der Position der Vmaxpro Systeme zu. Die seitlichen Marker dienen der Ermittlung von Schräglagen und der Hantelbiegung (in dieser Untersuchung nicht betrachtet).

Ergebnisse

Validität: Die Äquivalenz zwischen Vicon und Vmaxpro konnte innerhalb der definierten Grenzen für alle Testparameter hochsignifikant nachgewiesen werden (Tabelle 1). Die erhobenen Daten geben keinen Anlass von einer Abhängigkeit der Messabweichungen zum Athleten oder der Last auszugehen. Die mittlere Abweichung ist mit einer Streckendifferenz von -0.54 cm und -0.84 cm/s sowie -0.35 cm/s Differenz der Durchschnitts- und der Maximalgeschwindigkeit sehr gering. 95% aller Messwerte weisen eine Differenz kleiner ~ 4 cm bzw. ~ 4 cm/s und eine geringe Streuung mit Standardabweichungen kleiner 2.05 cm bzw. 1.96 cm/s auf. 95 % der \emptyset -Geschwindigkeitswerte zeigen eine Abweichung kleiner 3.5 % (Abbildung 4).

		M	M _{Diff} \pm SD	KI	p
Validität	s	66.59	-0.54 \pm 2.05	0.66	0.0000
	v _Ø	81.76	-0.84 \pm 1.47	0.47	0.0000
	v _{max}	126.69	-0.35 \pm 1.96	0.63	0.0003
Reliabilität	s	64.74	-0.14 \pm 1.15	0.38	0.0000
	v _Ø	79.17	-0.52 \pm 1.10	0.35	0.0000
	v _{max}	122.91	-0.19 \pm 1.42	0.46	0.0000

Tabelle 1: Statistische Ergebnisse des Äquivalenztests.

M: Mittelwert, M_{Diff}: Mittlere Differenz, SD: Standardabweichung
KI: Konfidenzintervall, p: p-Wert, n: Anzahl Stichproben = 40

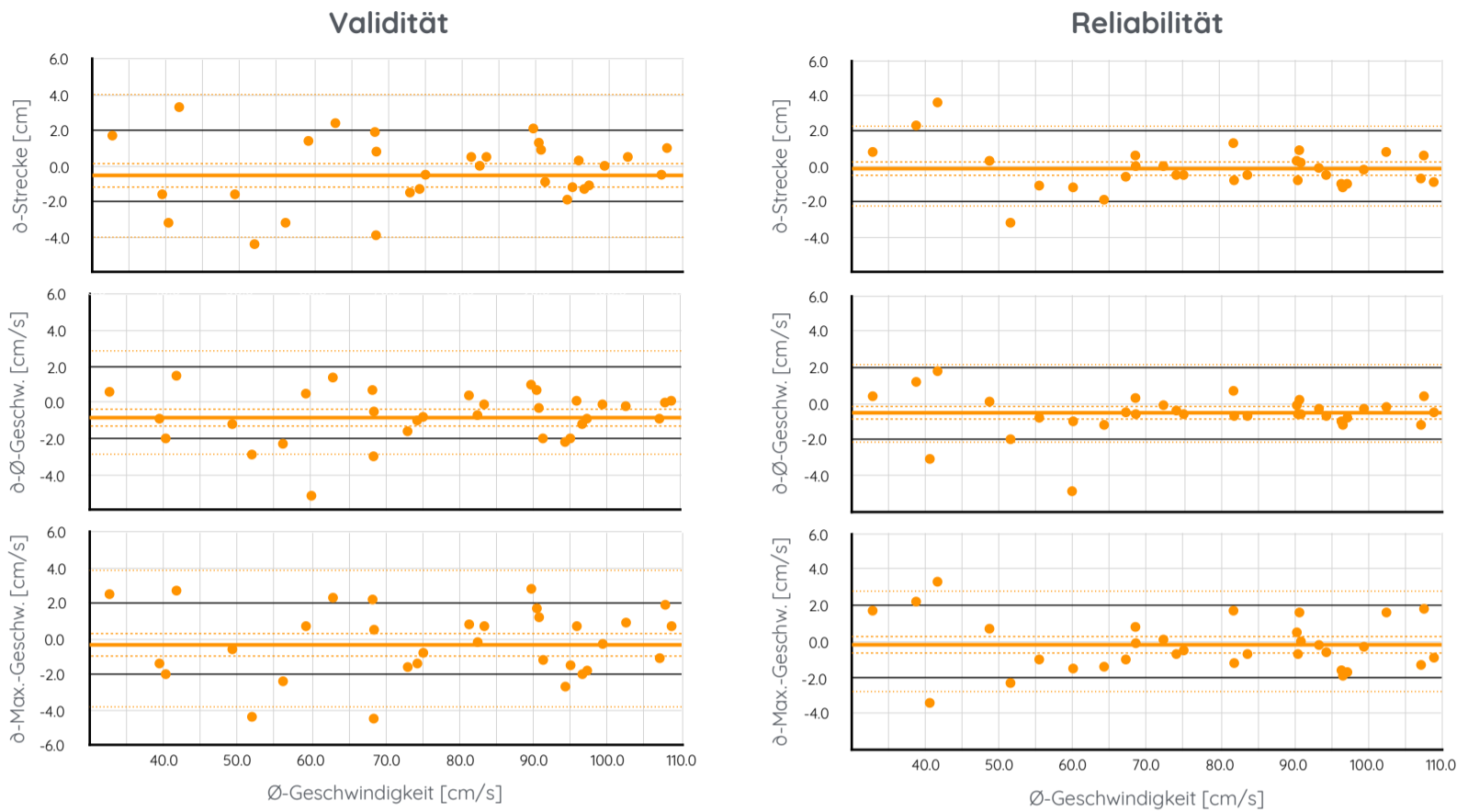


Abbildung 4: Grafische Darstellung der Validitäts- (Links) und Reliabilitätsanalyse (Rechts). Dargestellt sind die Differenzen der einzelnen Merkmale über die Durchschnittsgeschwindigkeit mit mittlerer Differenz und Konfidenzintervall (Orange) sowie der Äquivalenzbereich von ± 2 cm bzw. cm/s (Schwarz). Zusätzlich ist die 1,96-fache Standardabweichung dargestellt (Orange-gepunktet).

Reliabilität: Die Äquivalenz zwischen zwei identischen Vmaxpro Systemen der selben Serie konnte innerhalb der definierten Grenzen für alle Testparameter hochsignifikant nachgewiesen werden (Tabelle 1). Die erhobenen Daten geben keinen Anlass von einer Abhängigkeit der Messabweichungen zum Athleten oder der Last auszugehen. Über alle Testparameter hinweg ist eine nur minimale mittlere Differenz zu erkennen. Diese ist mit einer Streckendifferenz von -0.14 cm und -0.52 cm/s sowie -0.19 cm/s Differenz der Durchschnitts- und der Maximalgeschwindigkeit als sehr gering einzustufen. 95% aller Messwerte weisen eine Differenz kleiner ~ 2 cm bzw. ~ 3 cm/s und eine geringe Streuung mit Standardabweichungen kleiner 1.15 cm bzw. 1.42 cm/s auf. 95 % der Ø-Geschwindigkeitswerte zeigen eine Abweichung kleiner 2.1 % (Abbildung 4).

Diskussion

Die präsentierten Ergebnisse belegen die hohe Validität sowie Reliabilität von Vmaxpro. Diese ist unabhängig von der verwendeten Last, dem Athleten und der Messposition an der Langhantel im Bezug zur Rotationsposition um die Hantellängsachse.

Die Abbildung der Kinematik durch Vicon unterliegt trotz hochgenauer Markerverfolgung geringen Fehlern. Eine Variation digitaler Filter (12 Hz) oder der Bewegungserkennung kann zu geringfügig abweichenden Ergebnissen führen, wird aber für die Anwendung als nicht relevant eingestuft.

Die Ermittlung der Impuls- sowie der Kraft-Geschwindigkeitskurve (Abbildung 5), als dominante Beziehung für die Diagnostik, ist mit Vmaxpro hochgenau abzubilden. Die Messgenauigkeit von Vmaxpro bildet Ermüdungsprozesse ab und liefert umfassende Aussagen für die Trainingssteuerung.

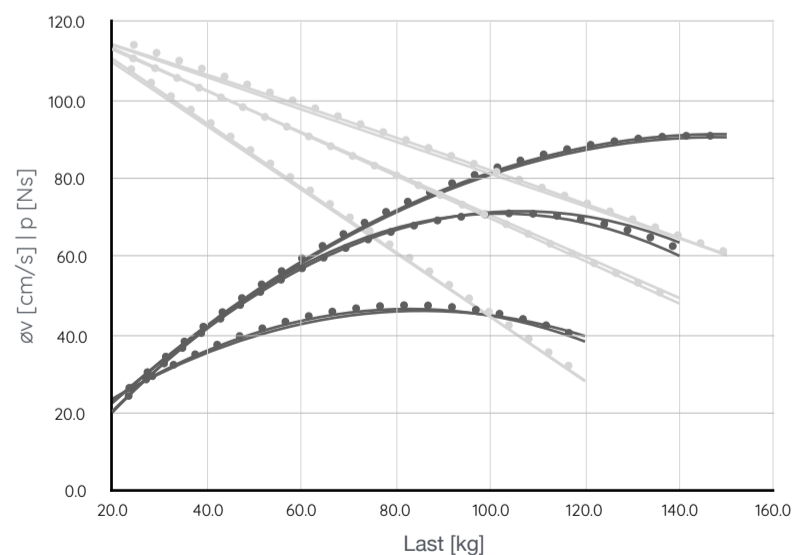


Abbildung 5: Grafische Darstellung der Kraft-Geschwindigkeitskurve sowie der Impulsentwicklung über die Last der drei Probanden. Gepunktet dargestellt sind die Referenzwerte von Vicon.