

# Validität eines 5-RM Krafttests im Gesundheits- und Fitnesssport

Sascha Gail<sup>1</sup>, Patricia Argauer<sup>1</sup> und Prof. Dr. Stefan Künzell<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Augsburg, Institut für Sportwissenschaft / Sportzentrum

## Zusammenfassung

Die Bestimmung des Mehr-Wiederholungs-Maximums gilt als geeignete Alternative zum traditionellen 1-RM Krafttest speziell im gesundheits- und fitnessorientierten Krafttraining. Bislang gibt es allerdings kaum wissenschaftliche Untersuchungen, bei denen ein standardisiertes Testprotokoll eingesetzt oder gar evaluiert wurde. Die Zielsetzung dieser Untersuchung lag daher darin, die Validität eines 5-RM Krafttests, dessen ausgezeichnete Reliabilität zuvor nachgewiesen wurde, für die Leistungsbewertung und Trainingssteuerung im Gesundheits- und Fitnesssport zu überprüfen. Dazu absolvierten 26 gesunde Freizeitsportler ( $25,9 \pm 3,4$  Jahre;  $181,2 \pm 5,1$  cm;  $79,4 \pm 8,7$  kg) mit mindestens einjähriger Krafttrainingserfahrung zwei Untersuchungstermine, bei denen das 5-RM und das 1-RM ausgetestet sowie die maximal mögliche Wiederholungszahl bei einer submaximalen Intensität von 90% ermittelt wurde. Als Kraftübung wurde das Bankdrücken ausgewählt. Der sehr hohe Zusammenhang ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,001$ ) zwischen dem 5-RM und dem 1-RM belegt die Eignung des 5-RM als Indikator der Maximalkraft zur Leistungsbewertung. Die deutlich geringere Streuung beim 5-RM (CV = 15,8%) im Vergleich zum 1-RM (CV = 36,2%) bezüglich der maximal möglichen Wiederholungszahl kann als Nachweis der besseren Eignung für die Festlegung der Trainingsintensität im Rahmen der Trainingssteuerung angesehen werden. Schlussendlich zeichnet sich der 5-RM Krafttest als valide Messmethode im Gesundheits- und Fitnesssport aus. Neben der geringeren Belastung und dem geringeren Verletzungsrisiko ermöglicht die Bestimmung des Mehr-Wiederholungs-Maximums wie beim 5-RM Krafttest eine effektivere Trainingssteuerung als der 1-RM Krafttest.

**Schlüsselwörter:** Bankdrücken, Maximalkraft, Kraftdiagnostik, Krafttraining, Belastungsintensität

## Abstract

Appropriate alternatives to the 1-RM strength test are multiple repetition maximum strength tests, particularly considering recreational sports. In contrast to the 1-RM strength test, limited research of multiple repetition maximum strength tests has been conducted and thus causes a shortage of standardized and evaluated test protocols. Therefore, the aim of this study was to evaluate the validity of a 5-repetition maximum strength test, which excellent reliability was already confirmed, for the purposes of performance assessment and training control in recreational sports. Twenty-six healthy recreational athletes ( $25.9 \pm 3.4$  years;  $181.2 \pm 5.1$  cm;  $79.4 \pm 8.7$  kg) with at least one year experience of strength training completed two examinations, which implied a bench press exercise. In examination one, the 5-RM and the 1-RM was determined. The objective of the second examination was to identify the maximum of possible repetitions at a sub maximum intensity of 90%. The very high correlation ( $r = 0.97$ ;  $p < 0.001$ ) between the 5-RM and the 1-RM confirms the qualification of the 5-RM as indicator of the maximum strength for performance assessment. The clearly lower variance of the 5-RM (CV = 15.8%) in comparison to the 1-RM (CV = 36.2%) can be seen as verification of the more optimal suitability to determine the training intensity within the training control. In conclusion, the 5-RM strength test is a valid measurement method in recreational sports. Besides the less physical stress and less injury risk, multiple repetition maximum strength tests such as the 5-RM strength test allow a more effective training control as the 1-RM strength test.

**Keywords:** bench press, maximum strength, strength diagnostics, strength training, training load

## Einleitung

Die Bestimmung des Ein-Wiederholungs-Maximums (1-RM) nimmt eine zentrale Rolle in der Kraftdiagnostik ein und gilt als Goldstandard zur Beurteilung des Maximalkraftniveaus [9, 10]. Das 1-RM ist definiert als das höchstmögliche Gewicht, das ein Sportler einmalig bei korrekter Übungsausführung bewältigen kann [2, 6, 16]. In diversen Untersuchungen konnte der Bestimmung des 1-RM eine hohe Reliabilität bei den unterschiedlichsten Zielgruppen bescheinigt werden [1, 9, 10, 17]. Die Popularität des 1-RM Krafttests begründet sich vor allem durch die einfache und kostengünstige Anwendung [9, 16]. Als Einsatzzweck ist neben der Leistungsbewertung auch die Trainingssteuerung zu nennen, so wird beispielsweise die Trainingsintensität als eine der wichtigsten Belastungsnormative im Krafttraining üblicherweise in einem prozentualen Verhältnis zur Maximalkraftleistung angegeben [4, 5].

Die Durchführung des 1-RM Krafttests ist jedoch speziell im gesundheits- und fitnessorientierten Krafttraining problematisch [5, 15]. Der 1-RM Krafttest führt zu einer hohen Belastung für den Stütz- und Bewegungsapparat sowie das Herz-Kreislauf-System [2, 5]. Zudem birgt die Bestimmung des 1-RM ein grosses Verletzungsrisiko [6, 9]. Darüber hinaus belegen zahlreiche Untersuchungen, dass das 1-RM ungeeignet für die Festlegung der Trainingsintensität im Krafttraining ist [4, 5, 11, 12, 18]. Der häufig propagierte lineare Zusammenhang zwischen dem 1-RM und der maximal möglichen Wiederholungszahl bei submaximalen Trainingsintensitäten ist vielmehr kurvenförmig und wird ausserdem in erheblichem Masse durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren wie etwa die gewählte Kraftübung, die beanspruchten Muskelgruppen und verschiedene individuelle Aspekte (vor allem das Maximalkraftniveau, die Muskelfaserzusammensetzung und sportartspezifisch bevorzugte Kraftbelastungen) beeinflusst [2, 4, 5, 12]. Folglich ergeben sich sowohl interindividuell für eine gegebene Kraftübung als auch intraindividuell von Kraftübung zu Kraftübung grosse Schwankungen hinsichtlich der maximal möglichen Wiederholungszahl bei submaximalen Trainingsintensitäten basierend auf dem 1-RM, sodass es bei der Umsetzung der gängigen Trainingsempfehlungen oftmals zu einer Über- oder Unterforderung des Sportlers kommt und die gewünschten Trainingsziele nicht erreicht werden [5, 12].

Eine adäquate Alternative zum 1-RM Krafttest insbesondere im Gesundheits- und Fitnesport stellt die Bestimmung des Mehr-Wiederholungs-Maximums (MWM) dar [2, 9]. Das MWM ist definiert als das höchstmögliche Gewicht, das ein Sportler mit einer festgelegten Wiederholungszahl bei korrekter Übungsausführung bewältigen kann [2]. Beispielsweise handelt es sich beim Fünf-Wiederholungs-Maximum (5-RM) um das höchstmögliche Gewicht, das ein Sportler gerade fünfmal bei korrekter Übungsausführung bewältigen kann. Die Bestimmung des MWM soll eine bessere Festlegung der Trainingsintensität und somit eine effektivere Trainingssteuerung ermöglichen als die Bestimmung des 1-RM [20]. Weiterhin könnte ein MWM Krafttest als Indikator der Maximalkraft zur Leistungsbewertung herangezogen werden, dies scheint speziell im Falle eines MWM mit relativ niedriger Wiederholungszahl wie etwa das 5-RM zutreffend zu sein [2, 6, 15].

Umso erstaunlicher ist, dass es konträr zum 1-RM Krafttest nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen zu MWM Krafttests gibt. Folglich besteht ein Mangel an standardisier-

ten und evaluierten Testprotokollen zur Bestimmung des MWM. Dies ist besonders bedauerlich, da der MWM Krafttest im Mittelpunkt der in der Praxis des Gesundheits- und Fitnesports weit verbreiteten Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB-Methode) steht. Bei der ILB-Methode werden die Trainingsgewichte auf der Grundlage eines MWM Krafttests abgeleitet, der jeweils zu Beginn eines neuen Mesozyklus durchgeführt wird [19]. Gail und Künzell [8] entwickelten ein Testprotokoll zur Bestimmung des 5-RM für die praktische Anwendung im gesundheits- und fitnessorientierten Krafttraining, für das in einer ersten Untersuchung mit 25 gesunden Freizeitsportlern eine ausgezeichnete Reliabilität nachgewiesen werden konnte. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, aufbauend auf der zuvor genannten ersten Untersuchung nun die Validität des 5-RM Krafttests von Gail und Künzell [8] im Gesundheits- und Fitnesport zu überprüfen. Dabei sollte einerseits die Eignung des 5-RM als Indikator der Maximalkraft zum Zwecke der Leistungsbewertung und andererseits die Eignung des 5-RM zur Festlegung der Trainingsintensität im Rahmen der Trainingssteuerung untersucht werden.

## Methoden

Zur Prüfung der Eignung des 5-RM als Indikator der Maximalkraft erfolgte eine Kriteriumsvalidierung, indem der Zusammenhang zwischen dem 5-RM und dem 1-RM als Aussenkriterium ermittelt wurde. Die Prüfung der Eignung des 5-RM zur Festlegung der Trainingsintensität erfolgte durch einen Variationsvergleich zwischen der maximal möglichen Wiederholungszahl bei einer submaximalen Intensität von 90 % des 5-RM und des 1-RM. Je geringer die Variation der Wiederholungszahlen bei submaximaler Intensität zwischen den Versuchspersonen, desto valider ist die Messung für die Festlegung der Trainingsintensität.

An der Untersuchung beteiligten sich 26 gesunde Freizeitsportler. Die Probanden waren ausschliesslich männlich und wiesen eine mindestens einjährige Krafttrainingserfahrung auf. Das durchschnittliche Alter der Probanden betrug  $25,9 \pm 3,4$  Jahre. Die mittlere Körpergrösse lag bei  $181,2 \pm 5,1$  cm, das mittlere Körpergewicht bei  $79,4 \pm 8,7$  kg. Alle Probanden nahmen freiwillig teil und gaben im Vorfeld ihr schriftliches Einverständnis.

Die Probanden wurden randomisiert in zwei gleich grosse Gruppen eingeteilt und mussten jeweils zwei Untersuchungstermine absolvieren. Im ersten Untersuchungstermin erfolgte die Bestimmung des 5-RM und des 1-RM. Dabei startete die erste Probandengruppe mit dem 1-RM Krafttest, während die zweite Probandengruppe zuerst den 5-RM Krafttest durchführte. Zwischen den beiden Krafttests wurde eine Pause von 10 min gewährt. Im zweiten Untersuchungstermin erfolgte die Ermittlung der maximal möglichen Wiederholungszahl bei 90 % des 5-RM und des 1-RM. Auch hierbei begann die erste Probandengruppe mit dem 1-RM, wohingegen bei der zweiten Probandengruppe zunächst das 5-RM im Fokus stand. Die Pause zwischen den beiden Ermittlungen der maximal möglichen Wiederholungszahl betrug wiederum 10 min. Bedingt durch die Gegebenheiten des Testgerätes Max Rack® IP-L8505 (Star Trac Inc., Irvine, CA, USA; Abb. 1) und die verfügbaren Gewichtsscheiben wurden beim zweiten Untersuchungstermin teilweise geringfügige Auf- bzw. Abrundungen (durchschnittlich 0,19 kg beim 5-RM bzw. 0,12 kg beim 1-RM) vorgenommen, sodass es



Abbildung 1: Testgerät Max Rack® IP-L8505 (Star Trac Inc., Irvine, CA, USA).

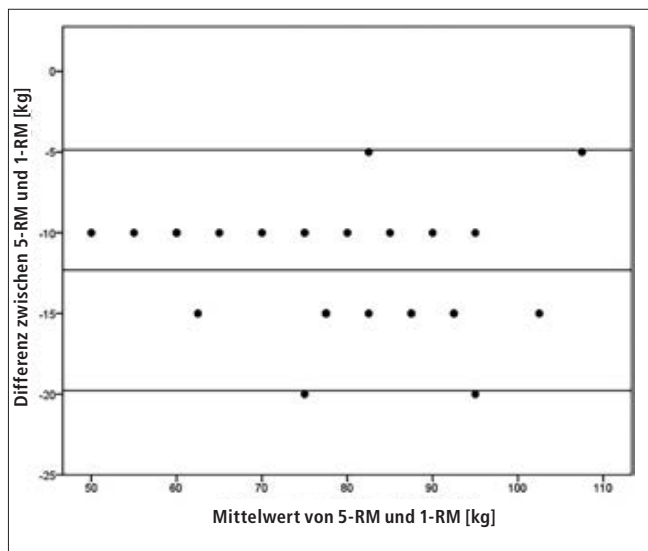
	5-RM	1-RM	r	p
<b>Gesamtgruppe (n = 26)</b>	<b>73,08 ± 14,43</b>	<b>85,38 ± 14,96</b>	<b>0,97</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Gruppe 1 (n = 13)	– 68,46 ± 12,97	– 81,92 ± 14,80	– 0,96	– < 0,001
Gruppe 2 (n = 13)	– 77,69 ± 14,81	– 88,85 ± 14,88	– 0,98	– < 0,001

**Tabelle 1:** Testleistungen beim 5-RM und beim 1-RM in kg (Mittelwert ± Standardabweichung) sowie Korrelationskoeffizienten nach Pearson.

	5-RM	CV	1-RM	CV
<b>Gesamtgruppe (n = 26)</b>	<b>11,62 ± 1,84</b>	<b>15,8 %</b>	<b>5,27 ± 1,91</b>	<b>36,2 %</b>
Gruppe 1 (n = 13)	– 11,92 ± 2,25	– 18,9 %	– 5,62 ± 2,01	– 35,8 %
Gruppe 2 (n = 13)	– 11,31 ± 1,32	– 11,7 %	– 4,92 ± 1,75	– 35,6 %

**Tabelle 2:** Maximal mögliche Wiederholungszahlen bei 90 % des 5-RM und des 1-RM (Mittelwert ± Standardabweichung) sowie Variationskoeffizienten.





**Abbildung 2:** Bland-Altman Plot für den Vergleich der Testleistungen zwischen dem 5-RM und dem 1-RM.

sich nicht immer exakt um 90% des 5-RM bzw. des 1-RM handelte. Als Kraftübung wurde das Bankdrücken mit der Langhantel ausgewählt. Alle Probanden wurden individuell getestet, zu einer maximalen Leistung aufgefordert und vom gleichen geschulten Testleiter instruiert und kontrolliert. Das Aufwärmprogramm setzte sich bei beiden Untersuchungsterminen aus 5 min moderatem Radfahren mit 1 W/kg Körpergewicht bei 60-80 U/min und einem submaximalen Aufwärmersatz mit zehn Wiederholungen der Testübung zusammen. Aufgrund der negativen Effekte auf die Kraftleistung [3, 7, 14] sowie die fehlende Evidenz hinsichtlich des Nutzens für die Verletzungsprävention [13] wurde auf zusätzliches Dehnen verzichtet. Die Vorgehensweise zur Bestimmung des 5-RM und des 1-RM entsprach dem Testprotokoll von Gail und Künzell [8]. Dabei basierte sowohl das Startge-

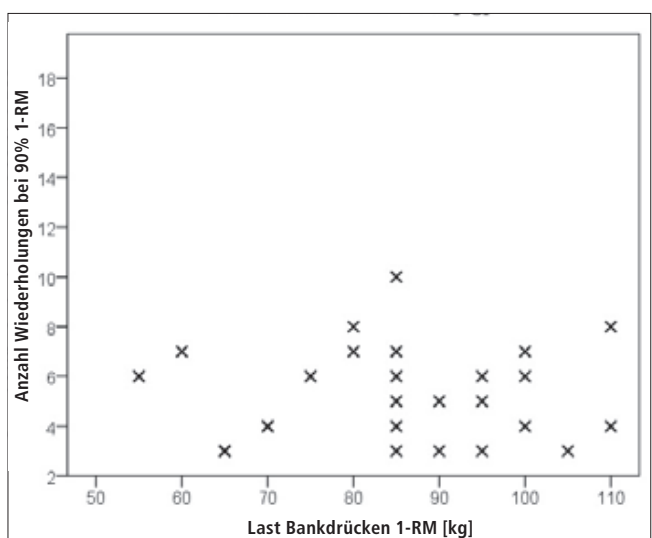
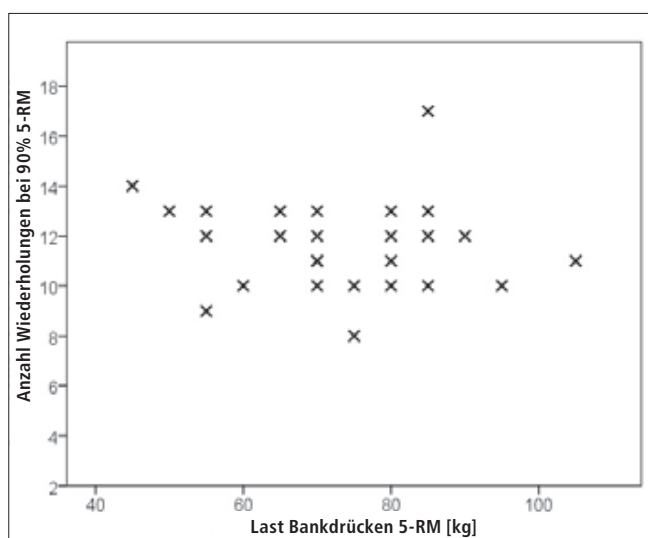
wicht als auch das Ausmass der Steigerung bzw. Reduzierung des Testgewichtes nach jedem erfolgreichen bzw. nicht erfolgreichen Testversuch auf der subjektiven Selbsteinschätzung des jeweiligen Probanden. Die Pause zwischen den einzelnen Testversuchen lag bei 2 min.

Alle statistischen Auswertungen erfolgten mit Unterstützung der Software IBM® SPSS® Statistics Version 22 (IBM® Corp., Armonk, NY, USA). Die Ergebnisse wurden in Form von Mittelwerten und Standardabweichungen angegeben. Zur Überprüfung der Normalverteilung diente der Shapiro-Wilk-Test. Für die Ermittlung des Zusammenhangs zwischen dem 5-RM und dem 1-RM wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet. Für den Variationsvergleich zwischen der maximal möglichen Wiederholungszahl bei 90% des 5-RM und des 1-RM musste die Standardabweichung am Mittelwert normiert werden, daher wurde der Variationskoeffizient verwendet. Das a priori festgesetzte Signifikanzniveau Alpha betrug 5%.

**Ergebnisse**

Aus Tabelle 1 und Abbildung 2 gehen die Ergebnisse des ersten Untersuchungstermins hervor. Die Probanden benötigten zur Bestimmung der Testleistungen zwischen zwei und vier Testversuchen. Beim Aussenkriterium 1-RM erreichten die Probanden durchschnittlich  $16,8 \pm 3,7\%$  höhere Testleistungen als beim 5-RM. Es wurde ein sehr hoher und hoch signifikanter Zusammenhang ( $r = 0,97; p < 0,001$ ) zwischen den beiden Krafttests beobachtet.

Die Ergebnisse des zweiten Untersuchungstermins sind Tabelle 2 und Abbildung 3 zu entnehmen. Bei 90% vom 5-RM konnten die Probanden im Mittel 6,35 Wiederholungen mehr bewältigen als bei 90% vom 1-RM. Bei einer Last von 90% des 1-RM streute die maximal mögliche Wiederholungszahl zwischen den Versuchspersonen mit einem Variationskoeffizienten von 36,2%, bei einer Last von 90% des 5-RM mit einem Variationskoeffizienten von 15,8%.



**Abbildung 3:** Maximal mögliche Wiederholungszahlen bei 90% des 5-RM und des 1-RM, aufgeschlüsselt nach der maximal bewegten Last in dem jeweiligen Test.

## Diskussion

Das Ziel dieser Untersuchung bestand darin, die Validität des 5-RM Krafttests von Gail und Künzell [8] im Gesundheits- und Fitnesssport zu überprüfen. Um die Eignung des 5-RM als Indikator der Maximalkraft zum Zwecke der Leistungsbewertung zu untersuchen, wurde der Zusammenhang zwischen dem 5-RM und dem 1-RM als Aussenkriterium ermittelt. Die Prüfung der Eignung des 5-RM für die Festlegung der Trainingsintensität im Rahmen der Trainingssteuerung erfolgte durch den Vergleich der Variation zwischen der maximal möglichen Wiederholungszahl bei einer submaximalen Intensität von 90 % des 5-RM und des 1-RM.

Der sehr hohe Zusammenhang zwischen dem 5-RM Krafttest und dem 1-RM Krafttest belegt, dass das 5-RM als Indikator der Maximalkraft zur Leistungsbewertung eingesetzt werden kann. Sollen in der Praxis also beispielsweise Seitendifferenzen identifiziert oder Trainingsinterventionen evaluiert werden, kann auf die Durchführung eines 1-RM Krafttests verzichtet und stattdessen auf den 5-RM Krafttest zurückgegriffen werden. Dies ist insofern vorteilhaft, als dass es bei der Bestimmung des 1-RM zu hohen Belastungen für den Stütz- und Bewegungsapparat sowie das Herz-Kreislauf-System kommt [2, 5] und ausserdem ein grosses Verletzungsrisiko besteht [6, 9].

Darüber hinaus ist der Nachweis erbracht, dass das 5-RM im Vergleich zum 1-RM zu einer besseren Festlegung der Trainingsintensität und somit zu einer effektiveren Trainingssteuerung führt. Eine potenzielle Über- oder Unterforderung des Sportlers mit in der Folge verfehlter Trainingszielsetzung ist demnach bei der Anwendung von Trainingsempfehlungen auf der Grundlage eines MWM Krafttests unwahrscheinlicher als beim klassischen 1-RM Krafttest. Dies kann aus dem deutlich geringeren Variationskoeffizienten abgeleitet werden, der sich beim 5-RM im Hinblick auf die maximal mögliche Wiederholungszahl bei einer submaximalen Intensität von 90 % zeigte. Der Variationskoeffizient beim 1-RM in Höhe von 36,2 % lag im Bereich der Untersuchungsergebnisse von Buskies und Boeckh-Behrens [5]. Die Autoren führten unter anderen zwei Teiluntersuchungen durch, bei denen männliche Sportstudierende mit mindestens 6 Monaten Krafttrainingserfahrung möglichst viele Wiederholungen beim Bankdrücken mit 90 % des 1-RM realisieren sollten. In der ersten Untersuchung mit zehn Studierenden ergab sich ein Variationskoeffizient von 47,8 %. Die zweite Untersuchung erfolgte mit 14 Studierenden, wobei sich ein Variationskoeffizient von 29,1 % zeigte.

Schlussendlich bestätigen die Untersuchungsergebnisse dem 5-RM Krafttest von Gail und Künzell [8] die Erfüllung des Testgütekriteriums Validität bezogen auf die Einsatzzwecke Leistungsbewertung und Trainingssteuerung im gesundheits- und fitnessorientierten Krafttraining. Eine Überprüfung der Testgütekriterien Reliabilität und Validität bei speziellen Zielgruppen sowie für andere Kraftübungen steht noch aus.

Korrespondenzadresse

Dr. Sascha Gail

Universität Augsburg,

Institut für Sportwissenschaft / Sportzentrum

Universitätsstraße 3, 86135 Augsburg, Deutschland

Tel. +49 (0) 821 / 598-2827

Fax +49 (0) 821 / 598-2828

E-Mail: sascha.gail@sport.uni-augsburg.de

## Literatur

- 1 Abdul-Hameed U, Rangra P, Shareef MY, Hussain ME. Reliability of 1-repetition maximum estimation for upper and lower body muscular strength measurement in untrained middle aged type 2 diabetic patients. *Asian J Sports Med.* 2012;3:267-273.
- 2 Baechle TR, Earle RW, Wathen D. Resistance training. In: Baechle TR, Earle RW, eds. *Essentials of strength training and conditioning.* 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2008:381-412.
- 3 Behm DG, Button DC, Butt JC. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol.* 2001;26:262-272.
- 4 Berschin G, Günther J, Sommer HM. Zum Zusammenhang zwischen Belastungsintensität und Zahl der Wiederholungen beim Krafttraining – am Beispiel Bankdrücken. *Leistungssport.* 2010;40:20-23.
- 5 Buskies W, Boeckh-Behrens WU. Probleme bei der Steuerung der Trainingsintensität im Krafttraining auf der Basis von Maximalkrafttests. *Leistungssport.* 1999;29:4-8.
- 6 Dohoney P, Chromiak JA, Lemire D, Abadie BR, Kovacs C. Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *J Exerc Physiol Online.* 2002;5:54-59.
- 7 Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89:1179-1188.
- 8 Gail S, Künzell S. Reliability of a 5-repetition maximum strength test in recreational athletes. *Deut Z Sportmed.* 2014;65:314-317.
- 9 Kraemer WJ, Ratamess NA, Fry AC, French DN. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: Maud PJ, Foster C, eds. *Physiological assessment of human fitness.* 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2006:119-150.
- 10 Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport.* 2009;12:310-316.
- 11 Marschall F, Büsch D. Positionspapier für eine beanspruchungsorientierte Trainingsgestaltung im Krafttraining. *Schweiz Z Sportmed Sporttraumatol.* 2014;62:24-31.
- 12 Marschall F, Fröhlich M. Überprüfung des Zusammenhangs von Maximalkraft und maximaler Wiederholungszahl bei deduzierten submaximalen Intensitäten. *Deut Z Sportmed.* 1999;50:311-315.
- 13 Marschall F, Ruckelshausen B. Dient Dehnen der Verletzungsprophylaxe? Eine qualitative Metaanalyse. *Spectrum Sportwiss.* 2004;16:31-47.
- 14 Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young W. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1389-1396.
- 15 Reynolds JM, Gordon TJ, Robergs RA. Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *J Strength Cond Res.* 2006;20:584-592.
- 16 Schlumberger A, Schmidtbleicher D. Grundlagen der Kraftdiagnostik in Prävention und Rehabilitation. *Manuelle Med.* 2000;38:223-231.
- 17 Seo DI, Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Ferguson SL, Thiebaud R, Sherk VD, Loenneke JP, Kim D, Lee MK, Choi KH, Bembem DA, Bembem MG, So WY. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *J Sports Sci Med.* 2012;11:221-225.
- 18 Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, Vingren JL, Fragala MS, Maresh CM, Fleck SJ, Newton RU, Spreuwenberg LP, Häkkinen K. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J Strength Cond Res.* 2006;20:819-823.
- 19 Strack A, Eifler C. The individual lifting performance method (ILP). A practical method for fitness- and recreational strength training. In: Gießing J, Fröhlich M, Preuss P, eds. *Current results of strength training research.* Göttingen: Cuvillier; 2005:153-163.
- 20 Taylor JD, Fletcher JP. Reliability of the 8-repetition maximum test in men and women. *J Sci Med Sport.* 2012;15: 69-73.