

Pascal Bourban, Klaus Hübner, Markus Tschopp, Bernard Marti
 Sportwissenschaftliches Institut, Bundesamt für Sport, Magglingen

Grundkraftanforderungen im Spitzensport: Ergebnisse eines 3-teiligen Rumpfkrafttests

Zusammenfassung

Es existieren kaum den Bedürfnissen von Trainern und Therapeuten von Spitzensportlern gerecht werdende Methoden zur Evaluation der Rumpfmuskulatur und keine entsprechenden Referenzwerte. Es bestand daher die Absicht, einen hinsichtlich Messgenauigkeit überprüften 3-teiligen Rumpfkrafttest nach dessen Aussagekraft zu untersuchen und eine nach Sportarten getrennte Referenzdatenbasis zu erstellen. 254 männliche Spitzensportler, Absolventen der Spitzensportler-Rekrutenschule in Magglingen, aus 43 Sportarten führten einen standardisierten, dynamischen Test der ventralen, lateralen und dorsalen Rumpfkette (RK) aus. Die Lokalisation der Hauptermüdung bei Testabbruch betraf in mindestens $\frac{2}{3}$ der Fälle tatsächlich den Rumpf (Test der ventralen RK: 85%, lateralen RK: 64%, dorsalen RK: 69%). Einen überdurchschnittlichen Wert zeigten beim Test der ventralen RK die Sportarten Kanu (60% über dem generellen Mittelwert) und Kunstturnen (+57%), bei der lateralen RK Kunstturnen (+50%) und die Kampfsportarten (+45%), bei der dorsalen RK Skilanglauf/Biathlon (+34%). Fussball und Eishockey erreichten insgesamt die tiefsten Resultate (ca. 10–20% unter dem generellen Mittelwert). Als Referenzwerte für eine Mindestkraftanforderung für Spitzensportler wurde der Mittelwert aller Athleten minus 1 Standardabweichung gewählt (ventrale RK: 101 Sekunden [sec], laterale RK: 50 sec, dorsale RK: 70 sec). Der beschriebene 3-teilige, standardisierte dynamische Test scheint uns zur Evaluation einer Mindestkraft der Rumpfmuskulatur als Voraussetzung der sportlichen Leistung und der Verletzungsprävention bei Spitzensportlern geeignet zu sein.

Summary

Basic Requirements of Trunk Muscle Strength in Elite Sport: Results of a Set of 3 Standardized Tests

Coaches and therapists of elite athletes who want to evaluate trunk muscle strength have only few reliable (non dynamometric) assessment methods and no normative data. The goal of this paper is to determine the validity of a set of 3 trunk muscle strength tests whose reliability has already been established, and to compile a reference data base sorted by sports discipline. 254 male elite athletes from the army school for elite athletes in Magglingen, representing 43 sports disciplines, performed a standardized set of three dynamic tests of the ventral, lateral and dorsal trunk muscle chain (TMC). At the end of the test, the main load was reportedly located in the trunk in more than $\frac{2}{3}$ of the cases (Test of the ventral TMC: 85%, lateral TMC: 64%, dorsal TMC: 69%). The best test results were achieved by canoe (60% above average) and gymnastics (+57%) for the ventral TMC, by gymnastics (+50%) and combat sports (+45%) for the lateral TMC, and by cross country skiing / biathlon (+34%) for the dorsal TMC. Soccer and ice hockey players showed the lowest results, between 10 and 20% below average. The chosen reference value for the minimal strength of elite athletes was the average result of all athletes minus one standard deviation (ventral TMC: 101 seconds, lateral TMC: 50 sec, dorsal TMC: 70 sec). We conclude that the proposed set of 3 standardized dynamic tests is able to evaluate the minimal trunk muscle strength of athletes, a prerequisite for good sport performance and prevention of injuries.

Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 49 (2), 73–78, 2001

Einleitung und Problemstellung

Das konditionelle Anforderungsprofil ist in den einzelnen Sportarten oder -disziplinen unterschiedlich. Werden die Kraftfähigkeiten als Teil der konditionellen Fähigkeiten näher betrachtet, ergeben sich grob drei Kraftdiagnosebereiche (Abbildung 1). Die zweckmässigen Testverfahren zu den einzelnen Bereichen unterscheiden sich in erster Linie im Aufwand und in der Interpretationsweise. Um sportartspezifisch, in der Bewegung, Kraft-Zeit-Verläufe aufzuzeichnen, sind biomechanische Messverfahren notwendig. Die Grundkraft II stellt eine Leistungsvoraussetzung für die sportartspezifische Kraft dar und kann isoliert gemessen und analysiert werden. Die Grundkraft I (Mindestkraft im Rumpfgebiet) wird im Trainingsalltag oft unterschätzt und lässt sich auch schwerer quantifizieren. Die Grundkraft I ist die Voraussetzung für die Übertragung grosser Kräfte von den Beinen über den Rumpf auf die Arme (zum Beispiel Speerwerfer) als Muskelkette [1] oder generell als Stützmuskulatur zum Absorbieren äusserer Kräfte. Die Bedeutung dieser Grundkraft I nimmt durch zwei Tendenzen in praktisch allen Sportarten zu: Die Gesamttrainingszeit pro Woche wurde in den letzten Jahren stark ausgedehnt. Nur schon um diese vielen Trainingsreize abzufangen, wird ein hohes

Niveau der Stützmuskulatur benötigt. Dazu versuchen immer mehr Sportarten ganzjährig mit Wettkämpfen präsent zu sein. Im Winter finden Hallenturniere im Fussball statt, im Sommer führen auch Wintersportarten Wettkämpfe durch. Das heisst die Anzahl der Wettkämpfe pro Jahr und Athlet ist zunehmend. Der hohe

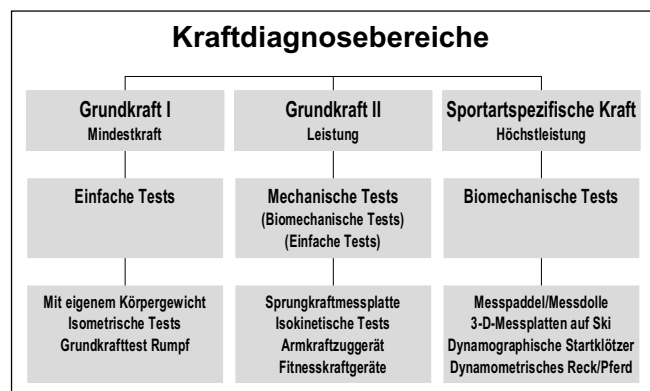


Abbildung 1: Übersicht der Kraftdiagnosebereiche und deren Testverfahren

Anteil von spezifischer Wettkampfbelastung bedingt ebenfalls eine ausreichend ausgeprägte/funktionelle Rumpfmuskulatur.

Eine Rumpfkraft, die diesen Anforderungen nicht gerecht wird, kann neben Einbußen in der sportlichen Leistung auch zu gesundheitlichen Problemen führen. Goertzen und Zinser haben in einer retrospektiven Analyse bei 391 Spitzenathleten gezeigt, dass während der aktiven Sportkarriere die Prävalenz von Rückenbeschwerden zwar höher ist als bei einer Kontrollgruppe der westlichen Industrienationen. Jedoch konnte ein intensives trainingsbegleitendes Rumpfmuskeltraining diese aktuelle Prävalenzrate senken [2].

Im Rumpfbereich hat die Muskulatur eher eine stabilisierende Funktion [3]. Die Stabilisationsfähigkeit wird durch ein lokales und ein globales System gewährleistet [4]. Die lokalen Muskeln (M. transversus abdominis, M. multifidus unter anderen) liegen anatomisch nah zu den Gelenken, erhöhen durch eine beständige geringe Aktivität die Steifheit der zu stabilisierenden Segmente und sind zu diesem Zweck durch das zentrale Nervensystem speziell vorprogrammiert [5, 6]. Die globalen Rumpfmuskeln (gerade und schräge Bauchmuskulatur, lange Anteile des M. erector spinae, M. quadratus lumborum, M. latissimus dorsi usw.) widerlagern aktiv die auf die Wirbelsäule einwirkenden äusseren Kräfte, erhalten das Gleichgewicht aufrecht und initiieren Primärbewegungen des Rumpfes [4]. Das verlangt in sportlichen Tätigkeiten ein höheres Niveau an Muskelkraft und Ausdauer als in normalen täglichen Aktivitäten. Im Sport müssen also sowohl das globale wie auch das lokale rumpfstabilisierende System besonders gut funktionieren. Das Training der lokalen [7] wie der globalen Stabilisatoren [8, 9, 10] erweist sich als effizient bei chronischen Rückenschmerzpatienten.

In der Sportpraxis verschiedener Sportarten (oder bei einigen Athleten) wird nicht selten ein Defizit der Rumpfkraftmuskulatur beobachtet.

Unsere Absicht war, einen einfachen, standardisierten dynamischen Test [11] zur Ermittlung von Werten bei Spitzensportlern einzusetzen.

Nachfolgend werden die Ergebnisse dreier dynamischer Grundkrafttests der ventralen, lateralen und dorsalen Rumpfkette von 254 Spitzensportlern aus unterschiedlichen Sportarten vorgestellt.

Wir vermuten, dass in diesem Bereich von einer Mindestkraft auszugehen ist und nicht von einer maximalen Wiederholungszahl. Die 66 002 Situps im Guinnessbuch der Rekorde 2000 verbessern mit grösster Wahrscheinlichkeit die sportartspezifische Leistung oder den Präventionsaspekt gegenüber 100 oder 200 Wiederholungen nicht. Ausserdem wird aufgrund des grossen Bedürfnisses aus der Praxis (Trainer und Athleten) versucht, eine Einteilung in «genügend» und «ungenügend» vorzunehmen.

Ziel des Tests

Ziel des Tests ist einerseits das Charakterisieren des Grundkraftniveaus des Rumpfes und das Erheben von Referenzwerten von Spitzensportlern mit einem einfachen dynamischen Test. Andererseits wird der Versuch unternommen, dieses Grundkraftniveau in der dynamischen Bewegung in «genügend» und «ungenügend» zu diskriminieren.

Methode

Probandenauswahl

Der Test wurde an 5 Lehrgängen der Spitzensportler-Rekrutenschule in Magglingen angewendet. Alle Athleten gehörten der nationalen Spitze an und mussten sich für einen solchen Lehrgang gemäss bestimmten Kriterien qualifizieren [12]. Aus insgesamt 413 Tests (Zeitraum 1999–2001) wurden bestehende Mehrfachtests einer Testperson eliminiert, so dass nur der jeweils erste Test in die Auswertung einbezogen wurde. 5 Probanden mussten wegen Schmerzen (4) oder Kreislaufschwierigkeiten (1) mindestens eine der 3 Stationen frühzeitig abbrechen. Sie wurden somit auch

von dem Kollektiv gestrichen. Nach dieser Bereinigung enthielt die Datenbank 254 männliche Spitzensportler aus 43 Sportarten. Um sportarttypische Unterschiede feststellen zu können, wurden sportart- oder disziplinspezifische Gruppen nur bei einer Mindestanzahl von 5 Personen gebildet. Bei einigen Sportarten wurden verschiedene Disziplinen zusammengefasst: Die Kampfsportarten umfassten Karate (5), Ringen (5), Judo (1), Schwingen (1), Taekwondo (1). Die Leichtathleten stammen aus den Disziplinen Mehrkampf (3), Wurf (3), Langstrecken (2), Mittelstrecken (3), Kurzstrecken (2), Stabhoch (1). Die anderen Sportarten wurden zu «Sonstiges» zusammengefasst: Badminton (4), Basketball (3), Beachvolleyball (1), Curling (1), Fechten (1), Golf (1), Landhockey (1), Moderner Fünfkampf (2), Rennschlitten (1), Rollkunstlauf (1), Rollschnelllauf (3), Rudern (3), Schiessen (3), Skiakrobatik (2), Nordische Kombination (2), Skisprung (2), Squash (1), Tennis (1), Tischtennis (1), Velo-Trial (1), Volleyball (2), Wasserball (4).

Testablauf

Die Probanden führten in der ersten Woche des Lehrganges jeweils am Morgen 3 Testformen der Grundkraft des Rumpfes aus. Es wurden 3 Doppelposten installiert.

Bei jedem Testtag waren 7 Tester notwendig (3 für die dorsale Rumpfkette). Alle Tester (Physiotherapeuten, Sportlehrer, medizinische Masseur und Ärzte) waren mit dem Testverfahren vertraut. Die weniger erfahrenen Tester arbeiteten am Anfang unter Supervision. Vor dem Testbeginn wurden die Ausgangsstellungen, die Instruktionen am Athlet und die Abbruchkriterien nochmals kurz in Erinnerung gerufen.

Die Athleten konnten die Testbewegungen mit 5 Wiederholungen üben. Sie hatten bei jedem Posten die Anleitung bekommen, die Arbeit gegen die Schwerkraft solange wie möglich aufrechtzuerhalten. Vor dem Test wurden sie zur maximalen Ausbelastung motiviert, während des Tests wurde dagegen keine verbale Motivation durch den Testleiter vorgenommen. Der Athlet wurde auch nicht über die verstrichene Zeit informiert.

Das Aufwärmen war mit 10 sec Velofahren und dann 5 sec lockere Gymnastik standardisiert. 3 verschiedene Standardisierungsgeräte (Prototyp, BASPO Magglingen) wurden zur Normierung der Ausgangsstellungen oder zur Begrenzung der Bewegungen benutzt. Ausgangsstellung, Einstellungsweise der Standardisierungsgeräte, Bewegungsausführung, Instruktion am Proband/Athlet, Abbruchkriterien (bei mangelnder Bewegungsqualität werden 2 Verwarnungen ausgesprochen, bei der dritten wird abgebrochen) waren definiert. Die Bewegungsgeschwindigkeit wurde durch ein akustisches Signal im Sekundentakt vorgegeben. Aufgezeichnet wurde die Zeit (in Sekunden) bis zum Abbruch und die Lokalisation der gespürten Hauptbelastung. Zwischen den einzelnen Posten wurde eine 10-minütige Erholungszeit eingehalten. Die Testbewegung wurde durch Standardisierungsgeräte normiert und genau beschrieben [11].

Test 1: ventrale Rumpfkette

Aus der Ausgangsstellung (Unterarmstütze, Oberarme vertikal, Unterarme parallel, Daumen nach oben, Beine gestreckt, Mitte Schultergelenk, Trochanter major und äusserer Knöchel bilden eine Gerade, Scheitelpunkt in Kontakt mit dem Polster, spinae iliaca posterior superior in Kontakt mit der Querstange) wurde ein wechselseitiges Abheben der Füsse um 2 bis 5 cm, bei gestreckten Knien, im Einsekundenrhythmus pro Fuss ausgeführt. (modifiziert nach Spring [13]).

Test 2: laterale Rumpfkette

Aus der Ausgangsstellung (Ellbogenstütz in der bevorzugten Seitenlage (rechts oder links), Füsse aufeinander und gegen den Kasten gestützt, Sprunggelenke in Nullstellung, Fersen, Gesäss, Schultergürtel an der Wand, Oberarm vertikal, Ellbogen etwas von der Wand entfernt, die freie Hand auf dem Beckenkamm abgestützt) wurde im 2-Sekunden-Rhythmus pro Bewegungszyklus das Becken seitwärts abgehoben, bis der Rumpf die Nullstellung erreichte. Ohne das Körpergewicht abzusetzen, wurde wieder in die Ausgangsstellung zurückgegangen (modifiziert nach Spring [13]).

Test 3: dorsale Rumpfkette

Aus der Ausgangsstellung (Füsse in der Sprossenwand, gepolster- te Sprosse auf Achillessehnen, Beine horizontal, Spinae iliacae anterior superior auf dem Schwedenkasten 2 cm von der Kante entfernt, Arme verschränkt, Finger liegen auf dem lateralen Drittel der Clavicula) wurde der Rumpf im 2-Sekunden-Rhythmus pro Bewegungszyklus 30° nach unten und wieder zur Horizontale geführt (modifiziert nach Alaranta [14] und Moreland [15]).

Statistische Auswertung

Mittels Excel Software wurden der Kollektivmittelwert und die Standardabweichung für jeden Posten (siehe Tabelle 2) sowie sportartspezifische Mittelwerte und Standardabweichungen bei Sportarten mit 5 Probanden und mehr (siehe Tabelle 4) berechnet. Die Referenzwerte der 3 Testformen wurden durch die Differenz Mittelwert minus einer Standardabweichung definiert.

Ergebnisse

Generelle Ergebnisse

Wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist, unterscheiden sich die Zeiten bis zum Abbruch in den einzelnen Stationen. Die längsten Zeiten werden beim Test der ventralen Rumpfkette (RK) erreicht, gefolgt von der dorsalen und lateralen RK. Die Standardabweichung ist beim Test der dorsalen RK am kleinsten. Die geringen Standardabweichungen von Grösse, Gewicht und Alter dokumentieren das in der Probandenauswahl erwähnte homogene Kollektiv. Ein Zusammenhang zwischen der Körpergrösse und der Leistung der drei Tests besteht nicht (Daten nicht präsentiert).

n = 254	Grösse m	Gewicht kg	Alter Jahre	Ventrale RK Sekunden	Laterale RK Sekunden	Dorsale RK Sekunden
Mittelwert	1.82	73.5	20.5	151.8	88.7	109.7
Standardabweichung	0.06	9.1	0.9	50.9	38.4	30.1
Mittelwert minus Standardabweichung				101	50	80

Tabelle 1: Generelle Ergebnisse

Die angegebene Lokalisation der Hauptbelastung bei Abbruch streut beim ventralen Rumpfkettentest am meisten. Bei der lateralen und dorsalen Rumpfkette sind die Aussagen der Probanden homogener. Aus den Tabellen 2–4 kann zusammengefasst werden, dass der Rumpf in 85% der Angaben beim Test der ventralen Rumpfkette, in 64% beim Test der lateralen Rumpfkette und in 69% beim Test der dorsalen Rumpfkette (allein oder mitbeteiligt) hauptsächlich belastet wurde. Die ventrale Kette wurde beim Test der ventralen RK bei 65,8% der Probanden, die laterale Kette beim Test der lateralen RK in 84% und die dorsale Kette beim Test der dorsalen RK sogar in 98,7% hauptsächlich belastet.

	Ventrale Rumpfkette n = 211
Nur Bauch/Leiste	42%
Nur Rücken	25%
Bauch/Leiste mitbeteiligt	14%
Rücken mitbeteiligt (ohne Bauch/Leiste)	4%
Nur Schultergürtel	6%
Anderes	9%
Total	100%

Tabelle 2: Angegebene Lokalisation der Hauptbelastung (ventrale Rumpfkette)

	Laterale Rumpfkette n = 211
Seite/Becken	64%
Nur Schultergürtel	20%
Gesamt	13%
Anderes	3%
Total	100%

Tabelle 3: Angegebene Lokalisation der Hauptbelastung (laterale Rumpfkette)

	Dorsale Rumpfkette n = 244
Rücken	45%
Rücken und Ischios	24%
Nur Ischios	27%
Anderes	4%
Total	100%

Tabelle 4: Angegebene Lokalisation der Hauptbelastung (dorsale Rumpfkette)

Sportartspezifische Ergebnisse

Die Tabelle 5 wurde nach dem Ergebnis der Sportart in Bezug zum Kollektivmittelwert der 254 Athleten zusammengestellt.

In den einzelnen Sportarten bestehen Unterschiede im Grundkraftniveau. Generell dokumentiert sich bei den Ausdauersport-

arten ein tieferes Niveau als bei den anderen Sportarten (ausser Ski-Langlauf/Biathlon). Die beiden Spilsportarten Eishockey und Fussball klassieren sich am Ende der Tabelle.

Auch innerhalb einer Sportart ist das Niveau der einzelnen Stationen im Vergleich zum Gesamtmittelwert aller Athleten nicht immer homogen. Zum Beispiel die Sportart Kunstturnen, die ein überdurchschnittliches Niveau bei der ventralen und lateralen Rumpfkette (Tabellenspitze) hat, besitzt ein 10% tieferes Niveau als der generelle Mittelwert der dorsalen Rumpfkette zeigt.

Einen überdurchschnittlichen Wert (> MW + 1 SD) zeigen bei der ventralen Rumpfkette einzig die Sportarten Kanu (60% über dem generellen Mittelwert) und Kunstturnen (+57%), bei der lateralen Rumpfkette Kunstturnen (+50%) und die Kampfsportarten (+45%), bei der dorsalen Rumpfkette Skilanglauf/Biathlon (+34%). Keine Sportart befindet sich im von uns definierten unterdurchschnittlichen Bereich (< IMW – 1 SD). Die tiefsten Kollektivmittelwerte haben die Sportarten Eishockey für die ventrale wie für die dorsale Rumpfkette mit Werten 20% bzw. 14% unter dem generellen Mittelwert und die Sportart Rad Strasse für die laterale Rumpfkette mit 26% tieferen Werten als dem generellen Mittelwert. Es lässt sich erkennen, dass die Tabellenspitze durch Einzelsportarten belegt ist. Die Mannschaftssportarten Fussball und Eishockey sind die beiden einzigen Sportarten, bei denen die Mittelwerte der 3 Rumpfketten unter dem generellen Mittelwert liegen (10–20%).

Sportart		Grösse	Gewicht	Alter	Ventrale Rumpfkette			Laterale Rumpfkette			Dorsale Rumpfkette		
					Mittelwert	Max	Min	Mittelwert	Max	Min	Mittelwert	Max	Min
Kunstturnen (5)													
	Kollektivmittelwert	1.73	66.8	20.01	239	349	183	133.8	173	96	98.4	130	66
	Standardabweichung	0.04	5.36	0.9	66.76			28.67			22.88		
Kanu (6)													
	Kollektivmittelwert	1.79	74.33	21.2	244	388	166	106.83	180	68	112.5	149	82
	Standardabweichung	0.07	7.71	0.81	85.99			43.69			23.74		
Ski-Langlauf/Biathlon (16)													
	Kollektivmittelwert	1.82	72.34	20.62	178.38	265	82	94.81	128	72	147.94	226	101
	Standardabweichung	0.06	6.68	0.66	48.79			16.59			28.69		
Kampfsportarten (13)													
	Kollektivmittelwert	1.75	76.5	20.49	159.08	261	94	129.15	313	55	105.15	166	68
	Standardabweichung	0.07	17.82	0.97	46.32			78.2			26.45		
Ski alpin (16)													
	Kollektivmittelwert	1.81	82.59	21.26	182.69	320	101	95.75	137	46	103.63	140	86
	Standardabweichung	0.04	4.77	0.75	52.95			25.27			15.07		
Unihockey (6)													
	Kollektivmittelwert	1.81	75.67	20.49	141	187	101	99.83	146	76	115.17	150	68
	Standardabweichung	0.05	4.84	0.71	30.9			29.25			31.11		
Sonstige (41)													
	Kollektivmittelwert	1.84	75.87	20.53	157.68	275	69	94.49	368	41	108.74	181	63
	Standardabweichung	0.08	8.41	0.87	43.95			51.87			25.1		
Orientierungslauf (12)													
	Kollektivmittelwert	1.78	67.12	20.34	143.92	287	91	85.83	148	58	127.08	177	87
	Standardabweichung	0.06	7.76	0.67	52.09			28.64			24.31		
Handball (23)													
	Kollektivmittelwert	1.85	81.22	20.38	158.57	335	85	86.61	150	52	106.43	156	60
	Standardabweichung	0.06	7.8	0.88	50.59			26.71			25.37		
Leichtathletik (14)													
	Kollektivmittelwert	1.83	77.43	20.75	139.36	252	97	92.57	200	56	104.64	169	71
	Standardabweichung	0.08	13.74	1.17	40.14			37.57			24.9		
Triathlon/Duathlon (11)													
	Kollektivmittelwert	1.84	70.73	21.02	133.64	254	86	76.91	107	51	117.18	243	31
	Standardabweichung	0.06	5.12	0.5	54.74			16.69			53.27		
Rad Strasse (11)													
	Kollektivmittelwert	1.81	70.18	20.48	135.64	228	65	65.27	118	23	128.64	271	88
	Standardabweichung	0.06	7.28	0.79	46.33			23.26			49.33		
Mountainbike/Radquer (10)													
	Kollektivmittelwert	1.81	69.8	20.27	143.7	198	88	66.6	87	48	119.6	168	81
	Standardabweichung	0.06	6.2	0.73	35.17			9.69			29.65		
Schwimmen (20)													
	Kollektivmittelwert	1.84	72.78	20.39	131.85	178	73	85.15	143	54	102.6	150	68
	Standardabweichung	0.05	5.89	0.87	35.9			24.68			21.98		
Fussball (28)													
	Kollektivmittelwert	1.8	75.48	20.15	133.11	202	74	71.61	140	29	96.64	127	59
	Standardabweichung	0.05	6.11	0.78	35.41			22.07			16.34		
Eishockey (22)													
	Kollektivmittelwert	1.82	81.46	20.32	120.32	175	58	80.09	204	37	93.82	185	42
	Standardabweichung	0.04	5.42	0.65	29.93			34.02			29.1		
Mittelwert													
	Standardabweichung	1.82	75.53	20.51	151.77			88.70			109.72		
		0.06	9.09	0.85	50.93			38.39			30.08		

Tabelle 5: Ventrale, laterale und dorsale Rumpfkarte im Sportartenvergleich

Diskussion

Die Evaluation der Rumpfmuskulatur entspricht einem Bedarf im Spitzensport seitens der Trainer und Therapeuten. Mit der Auswahl von 3 standardisierten, dynamischen Testformen der ventralen, lateralen und dorsalen Rumpfkette wurde eine Methode gefunden, welche den Anforderungen im Sport – Bestimmung eines Grundkraftniveaus – bezüglich Messgenauigkeit gerecht wird [11].

Die Aussagekraft dieser Testformen – misst der Test, was er messen sollte? – wurde anhand der Aussagen der Probanden hinsichtlich der Hauptbelastung beim Testende überprüft. Dabei zeigte sich, dass in mindestens zwei Drittel der Fälle der Rumpf hauptsächlich belastet wurde. Einschränkungen der Aussagekraft, welche aufgrund unzureichender Übereinstimmung (nur in 27% der Fälle) der Hauptbelastung der Probanden mit der erwarteten Belastung der Rumpfmuskulatur bei einem ähnlichen Test der ventralen Kette gefunden wurde [16], konnten mit diesem Test bei Spitzensportlern also nicht bestätigt werden. Die Hauptbelastungen beim ventralen Rumpftest betrafen vor allem nur den eigentlichen Rumpf. Die Rumpfmuskulatur muss hier nicht nur eine Brücke gegen die Schwerkraft bilden, sondern zusätzlich die durch die Beinbewegung eingeleitete Beckenrotation aktiv widerlagern. Eine mögliche Erklärung für die beim Test der ventralen Kette mit 29% der Fälle erstaunlich häufigen Angaben der Hauptbelastung im Rücken könnte die muskuläre Überbelastung des M. iliopsoas und/oder des M. rectus abdominis sein, welche in den Rückenbereich ausstrahlen können [17, 18]. Neben dem Rumpf wurde beim

Test der lateralen Rumpfkette bei etwa einem Fünftel der Athleten der Schultergürtel, beim Test der dorsalen Rumpfkette bei etwa einem Viertel der Athleten die ischiocrurale Muskulatur als Hauptbelastung angegeben. Bei diesen beiden Tests scheint die gesamte Kette also in einem grösseren Ausmass belastet zu sein als beim Test der ventralen Rumpfkette. Die Arbeitsweise der involvierten Muskulatur entspricht aufgrund der mittleren Testdauer von 50 bis 250 Sekunden der lokalen Muskelausdauer [19].

Die grosse Anzahl Athleten aus 43 verschiedenen Sportarten widerspiegelt unseres Erachtens ein repräsentatives Bild des Niveaus der Grundkraft des Rumpfes im Spitzensport. Die generell unterschiedlichen Ergebnisse der einzelnen Sportarten sind in erster Linie durch die unterschiedlichen Trainings- und Wettkampfreize bedingt. Je nach Anforderungsprofil wird durch die sportartspezifische Belastung die Rumpfmuskulatur «mittrainiert». Andererseits hat sich die Erkenntnis, konditionelle Leistungsvoraussetzungen wie die Rumpfkraft auch unspezifisch zu trainieren, noch nicht in allen Sportarten durchgesetzt. Diese beiden Faktoren beeinflussen hauptsächlich den Unterschied der Sportarten im Grundkraftniveau. So führen Kunstturnen und Kanu die Tabelle an, über Ski alpin, Spisportarten, Ausdauersportarten bis zu Fussball und Eishockey. Dass Eishockey weniger Rumpfmuskelaufbau als Kanu oder Kunstturnen besitzt, wird auch in der Analyse von Goertzen und Zinser bestätigt [2]. Das Grundkraftniveau Rumpf im Fussball oder Eishockey dürfte anhand des Anforderungsprofils eigentlich höher sein. Die aber oft nur auf das spezifische Spiel ausgerichtete, auch saisonal erschwerte Trainingsplanung hemmt offensichtlich eine bessere Ausbildung der

Leistungsvoraussetzungen der Rumpfmuskulatur. Ob darin ein Zusammenhang zu in diesen Sportarten relativ häufig beobachteten Überlastungsreaktionen im Becken-/Leistenbereich besteht [20], bleibt im Moment hypothetisch. Das hohe Niveau von Ski-Langlauf/Biathlon für eine Ausdauersportart ist durch die grosse Bedeutung des Doppelstockschubes erklärbar. Diese einerseits schnellkräftige, aber oft repetierte Bewegung trainiert automatisch in grossen Rumpfkettens. Besonders die dorsale Kette wird durch den Einsatz des M. latissimus dorsi für den Doppelstockzug und anschliessend des M. erector spinae zum Aufrichten des Oberkörpers beansprucht.

Auch Schwankungen zwischen den drei Testformen innerhalb einer Sportart lassen sich praktisch immer durch Anpassungserscheinungen erklären. Bei den Kunstturnern wurden beispielsweise bis auf die dorsale Rumpfkette weit überdurchschnittliche Werte dokumentiert. Diese Athleten weisen im Schulter- und Oberarmbereich eine sehr grosse Muskelmasse auf, die beim Test der dorsalen Kette als Hebellast erschwerend einwirkt.

Für den Einsatz dieser Testformen in der Test- und Trainingspraxis scheinen uns einige Überlegungen wichtig. Der Test einer Grundkraft soll, wie einleitend erläutert, prüfen, ob eine Mindestkraftanforderung erreicht wird. Die Definition einer solchen Mindestkraftanforderung gestaltet sich aber äusserst schwierig. Wie hoch die Mindestkraft der Rumpfmuskulatur für das Erbringen einer maximalen sportspezifischen Leistung oder für die Prävention von Verletzungen sein muss, kann nur in einer aufwendigen prospektiven Untersuchung ermittelt werden. Zudem ist zu erwarten, dass diese Anforderungen inter-individuell stark schwanken. Im Wissen um die eben erwähnte Problematik scheint uns das Erstellen von Referenzwerten aus den gesammelten Daten eine pragmatische und momentan brauchbare Lösung. Dieser Mindestwert ist für jede Testform aus dem Mittelwert des gesamten Kollektivs minus einer Standardabweichung willkürlich, ermittelt worden. Wir sind der Meinung, dass der Mindestwert für jeden Teilstest bei Leistungssportlern erreicht werden sollte und der generelle Mittelwert des gesamten Kollektivs ein Ideal darstellt, das angestrebt werden kann, aber nicht muss.

Bei der Beurteilung von Resultaten müssen die aus den Reliabilitätsabklärungen abgeleiteten Folgerungen berücksichtigt werden [11]. Demnach können Resultate nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit als «genügend» oder «ungenügend» bezeichnet werden, falls sie genügend über oder unter dem Referenzwert liegen. Beim Test der dorsalen Rumpfkette ist der ermittelte Referenzwert 80 Sekunden. Erst ab einem Resultat, welches grösser als 90 Sekunden oder kleiner als 71 Sekunden ist, kann mit relativ grosser, d.h. 84%iger Wahrscheinlichkeit das Ergebnis bezüglich Referenzwert als «genügend» bzw. «ungenügend» bezeichnet werden (siehe Tabelle 6). Bei einem Wert zwischen 71 und 90 empfiehlt sich eine Testwiederholung, um die Sicherheit des Resultates zu bestätigen. Diese Resultate werden also im praktischen Vorgehen eigentlich in drei Bereiche unterteilt: «genügend», «unklar/nach näher zu bestimmen», «ungenügend». Trotz der offensichtlich grossen sportartspezifischen Unterschiede scheint uns im Moment ein einheitliches Diskriminieren in «ungenügend» und «genügend» sinnvoll, um eine effiziente Kraftübertragung in der sportartspezifischen Bewegung und den Präventionsaspekt zu gewährleisten.

	Wahrscheinlichkeit	Ventrale RK	Laterale RK	Dorsalen RK
Resultat > RW	> 95 % > 84 %	> 127 > 115	> 63 > 57	> 97 > 89
Referenzwert	50 %	101	50	80
Resultat < RW	> 84% > 95 %	< 89 < 81	< 44 < 40	< 72 < 66

Tabelle 6: Berechnete Wahrscheinlichkeiten, dass erzieltetes Resultat grösser oder kleiner ist als der Referenzwert (RW) [11].

Referenzwerte können nur zum Vergleich herangezogen werden, falls die Testdurchführung mit jener beim Ermitteln der Referenzwerte identisch ist [19]. Die Standardisierungsgeräte sollen helfen, nicht nur Testwiederholung eines Athleten immer gleich

durchzuführen, sondern insbesondere eine einheitliche Durchführung auch bei konstitutionell unterschiedlichen Voraussetzungen zu gewährleisten, wie der fehlende Zusammenhang von konstitutionellen Faktoren und den erbrachten Leistungen zeigte. Da das Resultat von Maximaltests immer zu einem gewissen Grad motivationsabhängig ist [21, 22], lohnt sich ein solcher Test nur mit motivierten Athleten.

Unseres Erachtens sollten die als klar ungenügend taxierten Athleten ein auf die Bedürfnisse zugeschnittenes Programm zur Kräftigung der Rumpfkettens erhalten. Athleten mit unklarem Resultat, d.h. einem Resultat gerade im Bereich des Referenzwertes, kann ein solches Programm empfohlen werden.

Für die physiotherapeutische Arbeit sind neben dem numerischen Testresultat auch die angegebene Hauptbelastung und die Beobachtung des Testers wichtige qualitative Hinweise für die Behandlung. Zudem sollte sich in der Rehabilitation von einem Spitzensportler das Testen und Behandeln nicht nur an die lokale stabilisierende Rumpfmuskulatur (M. transversus abdominis, M. multifidus, Beckenboden, Diaphragma) [5], sondern auch an die globale stabilisierende Muskulatur [8, 10], welche in den beschriebenen Testformen geprüft wird, wenden. Das Mindestkraftniveau der global stabilisierenden Muskulatur stellt in dieser Hinsicht eine Basis für intensivere Krafttrainingsformen in der Rehabilitation dar.

Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt der Messung der Rumpfkraft ist die Sensibilisierung der Athleten auf die Bedeutung der Grundkraft des Rumpfes.

Insgesamt scheint uns, dieser einfache dynamische Test zum Diskriminieren der Grundkraft Rumpf als Voraussetzung für die Leistung und Prävention in genügend und ungenügend bei Spitzensportlern breit anwendbar zu sein.

Dank an:

Stephan Meyer für die Mithilfe in der Testentwicklung, Bernhard Fahrni und Andreas Christen für die Gerätekonstruktion, Franz Fischer, Sandro Rossi und alle Rekruten der Spitzensportlehrgänge, ohne die die Durchführung dieser Tests unmöglich gewesen wäre.

Korrespondenzadresse:

Pascal Bourban, Sportwissenschaftliches Institut, Bundesamt für Sport, CH-2532 Magglingen, Tel. 032 327 63 33, pascal.bourban@baspo.admin.ch

Literaturverzeichnis

- 1 Tittel K.: Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen, 10. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1985.
- 2 Goertzen M., Zinser W.: Langzeitanalyse der Prävalenz und «Lifetime»-Inzidenz von Wirbelsäulenbeschwerden nach Beendigung des Hochleistungssports. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 49: 9–17, 1998.
- 3 Pool-Goudzwaard A.L., Vleeming A., Soeckart R., Snijders C.J., Mens J.M.A.: Insufficient lumbopelvic stability: a clinical, anatomical and biomechanical approach to «a-specific» low back pain. Manual Therapy, 3: 12–20, 1998.
- 4 Bergmark A.: Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthop. Scand. Suppl., 230: 1–54, 1989.
- 5 Richardson C., Jull G., Hodges P., Hides J.: Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach, pp. 41–76, Churchill Livingstone, London, 1999.
- 6 Hamilton C., Richardson C.: Neue Perspektiven zu Wirbelsäuleninstabilitäten und lumbalem Kreuzschmerz: Funktion und Dysfunktion der tiefen Rückenmuskeln. Manuelle Therapie, 1: 17–24, 1997.
- 7 O’Sullivan P.B., Twomey L., Allison G.: Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. Spine, 22: 2959–2967, 1997.

- 8 Denner A.: Die Trainierbarkeit der Rumpf-, Nacken- und Halsmuskulatur von dekonditionierten Rückenschmerzpatienten. *Manuelle Medizin*, 37: 34–39, 1999.
- 9 Oliveri M., Kopp H.G., Läubli T. et al.: Die Bedeutung von körperlicher Aktivität und physischer Leistungsfähigkeit für die Prävention und Behandlung chronischer Rückenbeschwerden, 1990–1993, In: Keel P., Perini Ch., Schütz-Petitjean D. (eds.): Chronifizierung von Rückenschmerzen: Hintergründe, Auswege. Schlussbericht des Nationalen Forschungsprogramms Nr. 26B. Eular Verlag, Basel, 52 pp., 1996.
- 10 Kankaanpää M., Taimela S., Airaksinen O., Hanninen O.: The efficacy of active rehabilitation in chronic low back pain. Effect on pain intensity, self-experienced disability, and lumbar fatigability. *Spine*, 24: 1034–1042, 1999.
- 11 Tschopp M., Bourban P., Hübner K., Marti B.: Beurteilung der Messgenauigkeit eines einfachen Rumpfkrafttests bei gesunden männlichen Spitzensportlern. *Schweiz. Z. Sportmed. Sporttraumat.*, 49: 67–72, 2001.
- 12 Baspo, Swiss Olympic: Voraussetzung für die Aufnahme in den RS-Spitzensportler-Lehrgang in Magglingen (RS-SLG). Magglingen, 2000.
- 13 Spring H., Kunz H.R., Schneider W., Tritschler T., Unold E.: *Kraft: Theorie und Praxis*. Thieme, Stuttgart, 1990.
- 14 Alaranta H., Hurri H., Heliövaara M., Soukka A., Harju R.: Non-dynamometric trunk performance tests: reliability and normative data. *Scand. J. Rehab. Med.*, 26: 211–215, 1994.
- 15 Moreland J., Finch E., Stratford P., Balsor B., Gill C.: Interrater reliability of six tests of trunk muscle function and endurance. *JOSPT*, 26: 200–208, 1997.
- 16 Gerber I., Lüthi S., Radlinger L.: Kraftausdauerstest der Rumpfmuskulatur (Globaltest). Überprüfung der Hauptgütekriterien. *Manuelle Therapie*, 4: 3–9, 2000.
- 17 Travell J.G., Simons D.G.: *Myofascial pain and dysfunction, the trigger point manual*, Volume 1, pp. 660–683, Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
- 18 Travell J.G., Simons D.G.: *Myofascial pain and dysfunction, the trigger point manual*, Volume 2, pp. 89–109, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992.
- 19 Denner A.: *Analyse und Training der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur*, pp. 38, 89–91, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1998.
- 20 Biedert R.M., Hintermann B., Hoppeler H., Meyer St., Schori R.A., Spring H., Steinbrück K.: Leistenbeschwerden beim Sportler. *Sport Orthop. Traumatol.*, 3: 119–125, 2000.
- 21 Biering-Sørensen F.: Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine*, 9: 106–119, 1984.
- 22 Moffroid M., Reid S., Henry S.M., Haugh L.D., Ricamato A.: Some endurance measures in persons with chronic low back pain. *JOSPT*, 20: 81–87, 1994.