

# S3-Check – Evaluierung und Normwertenerhebung eines Tests zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit und Körperstabilität

## S3-Check – Evaluation and Generation of Normal Values of a Test for Balance Ability and Postural Stability

### Autoren

C. Raschner<sup>1</sup>, S. Lemberg<sup>1</sup>, H.-P. Platzer<sup>1</sup>, C. Patterson<sup>1</sup>, T. Hilden<sup>2</sup>, M. Lutz<sup>2</sup>

### Institute

<sup>1</sup> Institut für Sportwissenschaft, Universität Innsbruck, Österreich

<sup>2</sup> BITsoft, Bitburg, Deutschland

### Schlüsselwörter

- S3-Check
- Gleichgewichtsfähigkeit
- Normwerte

### Key words

- S3-Check
- Balance Ability
- Norm Values

### Zusammenfassung



**Einleitung:** Obwohl die koordinativen Fähigkeiten für viele Aktivitäten des täglichen Lebens von grundlegender Bedeutung sind, existieren kaum Diagnoseverfahren, die den wissenschaftlichen Kriterien genügen und gleichzeitig einem breiten Anwenderkreis zur Verfügung stehen. Ziel dieses Beitrages ist die Überprüfung der wissenschaftlichen Kriterien sowie die Normwertenerhebung beim MFT-S3-Check, einem Messsystem zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit. **Methodik:** Die Reliabilitätsprüfung erfolgte mit 30 Probanden an 2 verschiedenen Testtagen. Um die Objektivität zu erheben, wurden 10 Probanden von 2 unterschiedlichen Testleitern untersucht. Die Normwerte wurden an über 5000 Personen (8–70 Jahre) erhoben. Zur Validierung wurden 758 Messungen junger SkirennläuferInnen (10–18 Jahre) mit den Normwerten verglichen.

**Ergebnisse:** Die Objektivität und Reliabilität konnten für den Sensomotorik- und den Stabilitätsindex durch mittlere bis sehr hohe Korrelationen nachgewiesen werden. Es wurden Normwerte für alle Altersklassen (♀, ♂) erhoben. SkirennläuferInnen erzielten signifikant bessere Ergebnisse als die Normwertegruppe.

**Diskussion:** Der S3-Check erfüllt die wissenschaftlichen Anforderungen und findet bereits breite Anwendung in Fitnessseinrichtungen und Physiotherapien.

### Abstract



**Introduction:** Balance is very important in daily living, but there are practically no balance evaluation methods which fulfill scientific criteria and are available to the fitness community and other groups. The aims of this paper are to determine if the MFT-S3-Check, a system to measure balance, is scientifically objective, valid and reliable; and to establish norms for the MFT S3-Check system.

**Methods:** Reliability was evaluated with 30 subjects in two testing sessions on two different days. Objectivity was determined by having two different test administrators test 10 subjects. Norms were generated from the data of over 5000 subjects (8–70 years of age). Validity was checked by comparing norms to data collected from 758 tests performed on ski racers (10–18 years of age).

**Results:** The objectivity and reliability tests for the sensor motor and stability indexes produced correlations which were moderate to very high. Norms were created for all age groups (♀, ♂). The ski racers had significantly better values than the norms.

**Discussion:** The MFT S3-Check fulfills the scientific criteria and is in use in fitness settings and in physiotherapy.

### Bibliografie

**DOI** 10.1055/s-2008-1027239  
Sportverl Sportschad 2008; 22:  
100–105 © Georg Thieme  
Verlag KG Stuttgart · New York ·  
ISSN 0932-0555

### Korrespondenzadresse

**Ass.-Prof. Mag.**

**Dr. Christian Raschner**

Institut für Sportwissenschaft,  
Leopold-Franzens-Universität  
Innsbruck  
Fürstenweg 185  
6020 Innsbruck  
Tirol, Österreich  
Christian.Raschner@uibk.ac.at

### Einleitung



Die enorme Bedeutung regelmäßiger Bewegung zur Aufrechterhaltung der Gesundheit und Lebensqualität ist hinlänglich bekannt und akzeptiert. Körperliche Aktivitäten werden im Leben jedes Einzelnen umso wichtiger, je stärker sich im Altersverlauf muskuläre und sensorische Fähigkeiten und Fertigkeiten verschlechtern. Viele Jahre lag die Konzentration dabei auf der Erhaltung bzw. Verbesserung der Komponenten Ausdauer und Kraft. Für diese wurden wissenschaftlich evaluierte Diagnoseverfahren und Trainingsprogramme entwickelt und zur Anwendung gebracht. Weniger Beachtung schenkte man im Vergleich dazu den koordinativen

higkeiten und Fertigkeiten verschlechtern. Viele Jahre lag die Konzentration dabei auf der Erhaltung bzw. Verbesserung der Komponenten Ausdauer und Kraft. Für diese wurden wissenschaftlich evaluierte Diagnoseverfahren und Trainingsprogramme entwickelt und zur Anwendung gebracht. Weniger Beachtung schenkte man im Vergleich dazu den koordinativen

Fähigkeiten, obwohl diese für viele Aktivitäten des täglichen Lebens von grundlegender Bedeutung sind. Die funktionelle Stabilisierung der Gelenke durch koordinierte Muskelkräfteeinsätze darf als notwendige Voraussetzung sowohl für einen stabilen Stand als auch für komplexere koordinative Aufgaben angesehen werden [4]. Zahlreiche Untersuchungen berichten von einer verminderten Gleichgewichtsfähigkeit, hervorgerufen durch Verletzungen oder Erkrankungen [14]. Gerade bei älteren Personen konnten Gleichgewichtsdefizite als Risikofaktor in Bezug auf eine Sturzgefährdung aufgezeigt werden [9]. Auch wird vermehrt auf die zunehmenden koordinativen Schwächen und eine damit erhöhte Unfallgefahr sowie auf Bewegungsmangelerkrankungen bei Kindern aufmerksam gemacht [16].

Die limitierenden Faktoren im Bereich der koordinativen Fähigkeiten sind im Gegensatz zu den konditionellen Fähigkeiten nicht auf Ebene der energetischen Ressourcen, sondern auf Ebene der Signalverarbeitung im sensomotorischen System angesiedelt [11]. Unterschiede in der Propriozeption in Sprung- und Kniegelenken zwischen trainierten Athleten und gleichaltrigen Kontrollgruppen zeigen, dass Sport, und damit verbunden die Beanspruchung des sensomotorischen Systems, die Gleichgewichtsfähigkeit steigern kann.

Um den Stellenwert des Koordinationstrainings, im Speziellen des Gleichgewichtstrainings, in der Öffentlichkeit zu erhöhen, bedarf es geeigneter Diagnosesysteme. Seit Jahrzehnten werden sportmotorische Tests zur Erhebung des statischen und dynamischen Standgleichgewichts (z.B. ein- und beidbeiniges Schwebestehen) durchgeführt [6]. Im Therapiebereich werden häufig einfache klinische Tests (z.B. Tinetti-Test, Functional Reach-Test und die Berg-Balance-Skala) zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit der Patienten genutzt. Cipriany-Dacko et al. [5] beschreiben die Reliabilität solcher Testverfahren als gut. Aktuell wird die Gleichgewichtsfähigkeit verstärkt mithilfe moderner Testsysteme, wie z.B. Kraftmessplatten, diagnostiziert. Die Gleichgewichtsleistungen werden dabei aufgrund der Fluktuationen des Körperschwerpunktes berechnet. Durch Unterlage einer Matte oder Durchführung der Testaufgabe mit geschlossenen Augen kann die Anforderung an das sensomotorische System erhöht bzw. variiert werden. Laut Birmingham u.a. [2] liegen für diese Messverfahren moderate bis exzellente Reliabilitätswerte ( $ICC=0,41-0,91$ ) vor. Ein weiteres, in der Fachliteratur häufig zitiertes Testgerät ist das Biodex-Stability-System (BSS). Dabei werden die Bewegungen einer runden Plattform, die gleichzeitig in die anterior-posterior und medial-lateral Achse beweglich ist, aufgezeichnet. Die Testungen werden im beid- oder einbeinigen Stand durchgeführt, wobei neben der Messzeit und der Anzahl der Messdurchläufe auch der Schwierigkeitsgrad (Stabilitätslevel) variiert werden kann. Verschiedene Autoren untersuchten die Reliabilität der BSS-Messungen und kamen auf mittlere bis hohe Reliabilitätskoeffizienten ( $ICC=0,72-0,81$  [12]). Das Stabilometer, ein weiteres Instrument zur Analyse der Gleichgewichtsfähigkeit, hat lediglich eine Kippachse. Mittels elektronischer Schalter kann die Anzahl der Auslenkungen der Standplatte über einen bestimmten Neigungswinkel und die Zeit, welche die Platte im jeweiligen Bereich ausgelenkt ist, registriert werden. Fetz und Kornel [7] konnten einen Reliabilitätskoeffizient von 0,88 ermitteln. Auch mit dem seit 1992 als Therapie- und Trainingsgerät eingesetzten Posturomed gelang es, durch Kombination mit einem Wegaufnehmer, das Gleichgewichtsverhalten metrisch darzustellen. Böer [1] konnte mit diesem System einen

Reliabilitätskoeffizienten von 0,97 nachweisen. Aufgrund der bei allen vier zuletzt genannten Messsystemen vorliegenden elektronischen Messung kann zudem von einer ausreichenden Objektivität ausgegangen werden. Bei kleineren Trainings- und Therapieeinrichtungen scheidet eine breite nationale und internationale Anwendung häufig. Fehlende Referenzwerte, mangelhafte Eignung für mehrere Zielgruppen oder schwierige Mobilität der Systeme und zu hohe Anschaffungskosten sind oft die Ursache. Dabei ist die breite Verfügbarkeit solcher Testsysteme entscheidend, um möglichst flächendeckend eine Überprüfung anbieten zu können. Aufgrund knapper werden der finanzieller Mittel verlangen immer mehr Kostenträger im Gesundheitswesen Effizienz nachweise für angewendete Maßnahmen [8]. Dies bedeutet veränderte Anforderungen an Gerätehersteller von Testsystemen. Gemeinsam mit der Sportwissenschaft und der Medizin muss es gelingen, kostengünstige Apparaturen zu entwickeln.

Die Firma MFT (Multifunktionale Trainingsgeräte GmbH) ist Spezialanbieter für je nach Zielgruppe unterschiedliche, modular aufgebaute Gleichgewichts-Discs. Das Konzept umfasst neben einem individuellen, progressiv aufgebauten Training neuerdings auch einen Eingangsscheck sowie weitere Tests zur Verlaufskontrolle von Training und Therapie. Für die Realisierung dieses Gesamtpaketes entwickelte MFT ein Messsystem (S3-Check) zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit.

Ziel des vorliegenden Beitrages ist die Überprüfung der wissenschaftlich geforderten Gütekriterien sowie die Erhebung von Normwerten. Dies schafft die Grundlage, dass der S3-Check bei einem breiten Anwenderkreis sinnvoll eingesetzt werden kann.

## Methodik



### Testgerät

Der S3-Check ist ein Testverfahren zur funktionalen Bewertung der Körperstabilität und sensomotorischen Regulationsfähigkeit im Stehen. Das Testsystem (● Abb. 1) besteht aus einer einachsig gelagerten, instabilen Standplatte mit integriertem sensorgesteuerten Messwertaufnehmer und der dazugehörigen Software. Die Softwareprogrammierung samt Datenbank erfolgte durch die Fa. BITsoft.

Die runde Standfläche misst im Durchmesser 530 mm und ist durch eine horizontale Achse mit einer Bodenplatte verbunden. Sie ist bis zu 12° in beide Seiten kippbar. Bewegungen des Körperschwerpunktes der Testperson von der Drehachse weg ru-



Abb. 1 S3-Check-Testsystem.

fen ein Kippen der Standplatte hervor und können so vom Neigungssensor, der auf der Unterseite der Standplatte montiert ist, erfasst und von der Messsoftware aufgezeichnet werden. Der Messbereich des Sensors reicht von  $+20^\circ$  bis  $-20^\circ$ , bei einer Messgenauigkeit von besser als  $0,5^\circ$ . Die Messwerte werden mit einer Abtastrate von 100 Hz erfasst und über eine USB-Schnittstelle, die gleichzeitig als Spannungsversorgung (5V) dient, in die Software eingelesen. Durch einfaches Drehen des Messsystems um  $90^\circ$  kann zwischen zwei verschiedenen Testrichtungen gewählt werden. Verläuft die Drehachse parallel zur Frontalebene, spricht man von der vor/rück-Messung. Entspricht die Drehachse der Sagittalebene, so handelt es sich um links/rechts-Messungen.

### Testdurchführung

Vor einer Messung erfolgt ein standardisiertes allgemeines (z.B. mit Fahrradergometer) und spezifisches (z.B. mit Gleichgewichts-Disc) Aufwärmen. Während der Messung haben die Probanden die Aufgabe, die Messplattform über eine vordefinierte Zeitspanne möglichst waagrecht zu halten. Die Standardtestung wurde auf zweimal 30 s mit einer dazwischen liegenden Pause von 30 s festgelegt. Die Messsoftware wählt den besseren der beiden Versuche als Testergebnis zur Auswertung aus. Generell soll bei jeder Testdurchführung auf eine ruhige Umgebung sowie auf die Möglichkeit des individuellen Einrichtens der Standposition geachtet werden. Die Standardtestung wird ohne Schuhe und einer frei wählbaren Armhaltung durchgeführt.

### Erhobene Parameter

Zur Erhebung des vorhandenen individuellen Ist-Zustandes der Gleichgewichtsfähigkeit misst das Testsystem die Bewegungen der Standfläche und errechnet aus deren Anzahl und Größe den Sensomotorikindex. Abweichungen von der horizontalen Plattenstellung (nach links oder rechts bzw. vor oder rück) werden im Symmetrieindex ausgedrückt. Beide Faktoren fließen in den Stabilitätsindex ein und geben so Auskunft über die komplexe sensomotorische Leistungsfähigkeit der Testperson, inwieweit sie ihre Körperhaltung kontrollieren und den Körper im Rahmen einer Gleichgewichtsaufgabe ruhig halten kann. Die Messwerte des Sensomotorikindex und Stabilitätsindex bewegen sich auf einer neunteiligen Skala (Minimalwert 1 = sehr gut, Maximalwert 9 = sehr schwach). Die Bewertung der Symmetrie erfolgt in drei Kategorien: 40:60 bis 50:50% Bewegungssymmetrie stellen dabei keine Bevorzugung, 25:75 bis 39:61% eine geringfügige Bevorzugung und Werte unter 24:76% eine deutliche Bevorzugung einer Bewegungsseite dar.

### Überprüfung der Gütekriterien und Normwerterstellung

Am Institut für Sportwissenschaft der Universität Innsbruck wurde das Testsystem einer Reliabilitäts-, Objektivitäts- und Validitätsprüfung unterzogen. Bei der Reliabilitätsprüfung wurden 30 Probanden mit unterschiedlichen Leistungsniveaus an zwei Testtagen, getrennt durch ca. zehn Tage, getestet. Um die Objektivität zu erheben, wurden je zehn Probanden von zwei verschiedenen Testleitern untersucht. Die Auswertung erfolgte im Statistikprogramm SPSS 13.0. Nach Bestätigung auf Normalverteilung mittels eines Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests wurden sämtliche Objektivitäts- bzw. Reliabilitätskoeffizienten zum einen mittels Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson, zum anderen mittels Intraclass-Correlation-Coefficient (ICC) er-

mittelt. Das Signifikanzniveau wurde für alle Tests auf  $p < 0,05$  festgelegt.

Zur Normwertenerhebung wurden von Herbst 2005 bis Sommer 2006 über 5000 Frauen und Männer zwischen 8 und 70 Jahren aus Deutschland, Österreich und der Schweiz in der links/rechts- und der vor/rück-Richtung getestet. Die Probandenzahl in den jeweiligen Altersgruppen wurde durch Statistik Austria vorgegeben. Bei Auswahl der Probanden wurde darauf geachtet, dass eine regionale Ausgewogenheit zwischen Land- und Stadtbevölkerung bestand, da neuere Studien auf den Einfluss sozialer Bedingungen bei der Gleichgewichtsfähigkeit (Wohngegend, Schule usw.) hinweisen [10, 13]. Die Indexwerte wurden fünf Normbereichen von sehr gut über gut, durchschnittlich, schwach bis sehr schwach zugewiesen. Man orientierte sich bei der Festlegung der Bewertungskategorie „durchschnittlich“, indem man den Bereich einer Standardabweichung unterhalb und oberhalb des Mittelwertes – entspricht 68,27% – auftrug. Für die Breite der restlichen Kategorien wurde die einfache Standardabweichung vom statistischen Mittel herangezogen.

Zur Validierung des S3-Checks wurden insgesamt 758 Messungen (387 links/rechts, 371 vor/rück) mit jungen SkirennläuferInnen im Alter zwischen 10 und 18 Jahren durchgeführt. Diese waren allesamt Schüler einer Skischwerpunktschule (z.B. Skigymnasium Stams) oder Mitglieder eines Landeskiverbandes. Im Skisport gehört die sensomotorische Regulationsfähigkeit, speziell seit Einführung der Carvingskier, zu den leistungsbestimmenden Faktoren. Im Training wird diese Fähigkeit speziell gefördert und sehr viel Wert auf ein altersadäquates Leistungsvermögen gelegt. Somit ist davon auszugehen, dass SkirennläuferInnen überdurchschnittliche Leistungen in diesem Bereich erzielen. Bei der Validitätsprüfung wurden die Sensomotorikwerte der SkifahrerInnen und der Normalgruppe mittels Mann-Whitney-U-Test (Daten nicht in allen Altersgruppen normalverteilt) auf signifikante Unterschiede überprüft.

### Ergebnisse



#### Reliabilität und Objektivität des S3-Checks

Die Beurteilung der Korrelationskoeffizienten nach dem ICC ergab bei der Mehrzahl der Parameter hohe bis sehr hohe Korrelationen. Die Korrelationskoeffizienten des Stabilitätsindex (links/rechts bzw. vor/rück) sind bei der Reliabilitätsprüfung mit „sehr hoch“ zu beurteilen. Die Korrelationen des Sensomotorikindex links/rechts kann als „hoch“ und bei vor/rück als „mittel“ eingestuft werden. Die Korrelationen des Symmetrieindex sind bei der Reliabilitätsprüfung links/rechts als „mittel“ zu beurteilen, wohingegen bei der vor/rück Messung kein Zusammenhang zwischen Vor- und Nachtest gefunden werden konnte.

Bei der Objektivitätsprüfung können mit Ausnahme des Symmetrieindex links/rechts (hohe Korrelation) und des Symmetrieindex vor/rück (keine Korrelation) sämtliche Korrelationen der weiteren Parameter als „sehr hoch“ interpretiert werden. Die exakten Korrelationskoeffizienten können den **Tab. 1** und **Tab. 2** entnommen werden.

#### Normwerte

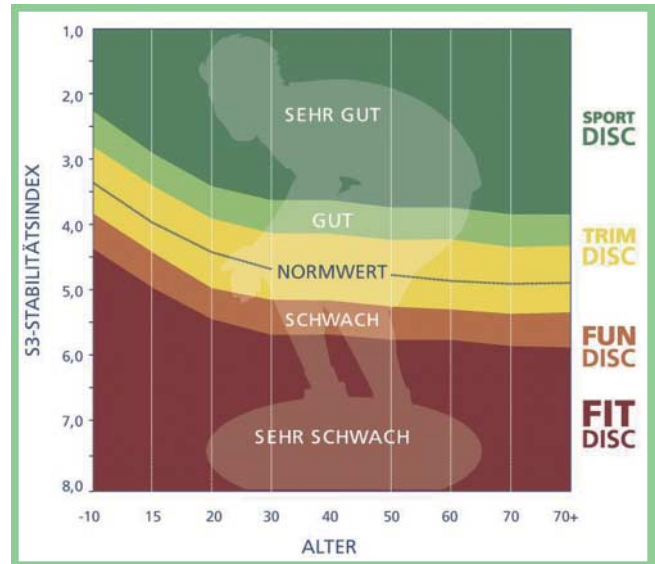
Die ermittelten Normwerte für beide Geschlechter erlauben die Einordnung der Testergebnisse in Bewertungsklassen sowie interindividuelle Vergleiche zwischen Mädchen und Knaben,

**Tab. 1** Ergebnisse der Reliabilitätsprüfung des MFT-S3-Checks

	Korrelation nach Pearson	ICC
Stabilitätsindex links/rechts	0,926	0,905
Sensomotorikindex links/rechts	0,845	0,827
Symmetrieindex links/rechts	0,509	0,511
Stabilitätsindex vor/rück	0,905	0,896
Sensomotorikindex vor/rück	0,690	0,677
Symmetrieindex vor/rück	-0,133	-0,095

**Tab. 2** Ergebnisse der Objektivitätsprüfung des MFT-S3-Checks

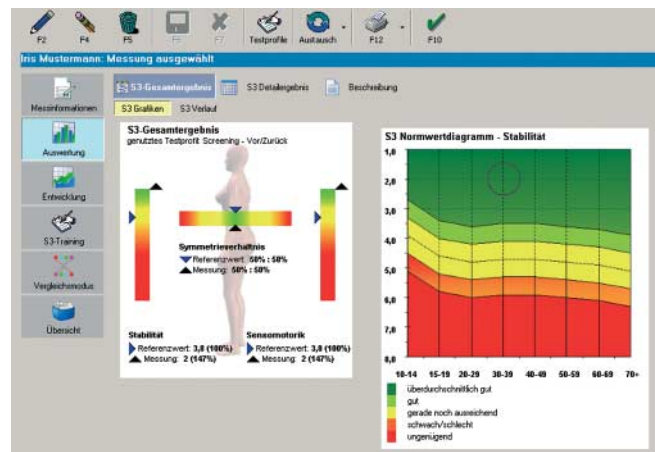
	Korrelation nach Pearson	ICC
Stabilitätsindex links/rechts	0,975	0,981
Sensomotorikindex links/rechts	0,951	0,985
Symmetrieindex links/rechts	0,765	0,859
Stabilitätsindex vor/rück	0,960	0,980
Sensomotorikindex vor/rück	0,906	0,945
Symmetrieindex vor/rück	-0,122	-0,268



**Abb. 2** Normwertediagramm des S3-Stabilitätsindex.

Frauen und Männern aller Altersklassen. Damit können Aussagen über die Körperstabilität und sensomotorische Regulationsfähigkeit getroffen sowie die Testergebnisse innerhalb eines normierten Bezugssystems eingeordnet werden. **Abb. 2** zeigt exemplarisch ein Normwerte-Diagramm für den Stabilitätsindex. Der Normwert ist als absoluter Wert über jeder Altersklasse im Diagramm entlang der mittleren Linie ablesbar. Diese detaillierten Informationen wurden von BITsoft in die S3-Check-Software eingearbeitet. So ist es möglich, jeder Testperson sofort nach Ende der Diagnostik Auskunft über ihr Stabilitäts- und Sensomotorikverhalten, verglichen mit den Normwerten ihrer Altersklasse und ihres Geschlechts, zu geben. Weiterhin ermöglicht die Software, die Messergebnisse mit zusätzlichen intermediären Outcome-Parametern in Bezug zu setzen bzw. Messergebnisse direkt in Trainings-/Therapieplanungs- und Steuerungsprozesse einfließen zu lassen.

**Abb. 3** zeigt die grafische Umsetzung des Messergebnisses und des Referenzwertvergleichs.



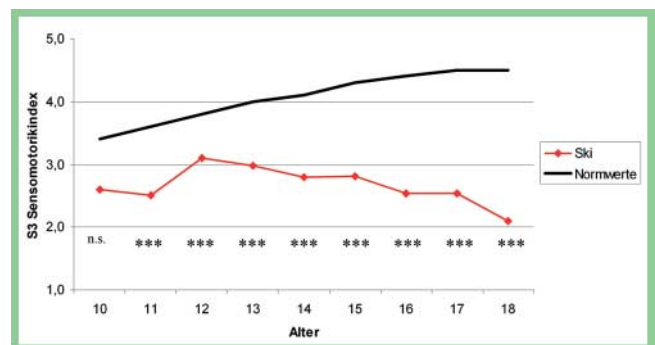
**Abb. 3** Grafische Umsetzung des Messergebnisses mit Referenzwertvergleich.

**Validität des S3-Checks**

Die vermuteten trainings- und anlagebedingten überdurchschnittlichen Leistungen der RennläuferInnen bestätigen sich beim Vergleich der S3-Werte mit denen altersgleicher Probanden der Normwerteerhebung (**Abb. 4-7**). Sowohl bei der vor/rück- als auch bei der links/rechts-Testung zeigen die SkirennläuferInnen höchst signifikant bessere mittlere Sensomotorikwerte (links/rechts  $2,8 \pm 0,9$  gegenüber  $4,0 \pm 1,2$ ; vor/rück  $3,6 \pm 0,9$  gegenüber  $4,1 \pm 1,2$ ). Betrachtet man die einzelnen Altersklassen, so verhalten sich die Differenzen nicht konstant. Die links/rechts-Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen mit zunehmendem (Trainings-)Alter größer werden. Bei der Kippung vor/rück fällt die Abstufung der Ski-gruppe gegenüber der Normalgruppe geringer aus.

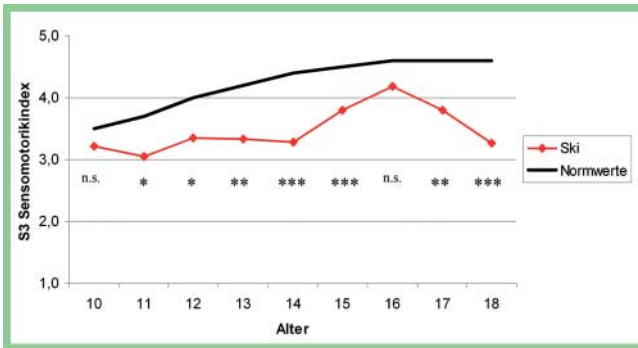
**Diskussion**

Aufgrund der genannten Stellung der Gleichgewichtsfähigkeit, sowohl in der Alltagsmotorik als auch bei der Ausführung sportlicher Techniken, versucht man einzelne Parameter der

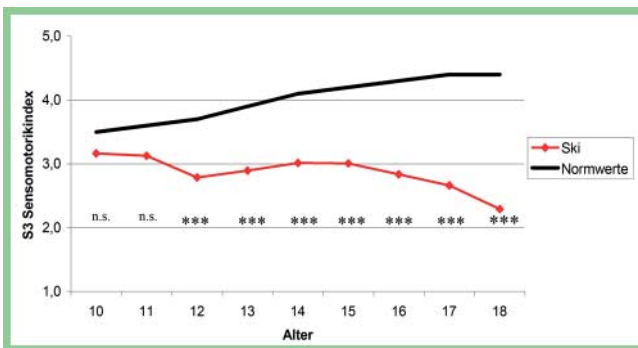


**Abb. 4** Vergleich des S3-Sensomotorikindex bei links/rechts-Messungen zwischen Skirennläuferinnen (Ski) und der weiblichen Normalgruppe (n. s. = nicht signifikant, \* = signifikant, \*\* = hoch signifikant, \*\*\* = höchst signifikant).

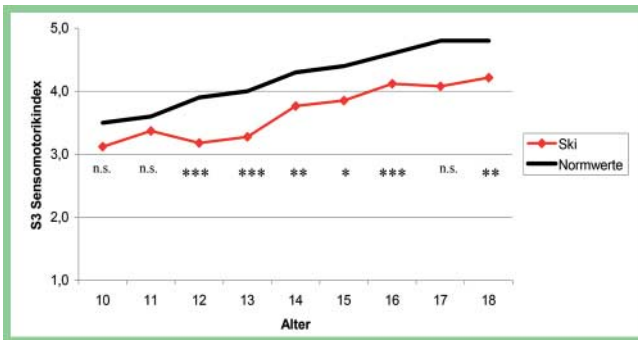
Bewegungskoordination wissenschaftlich zu erfassen. Auch wenn die komplexen Interaktionen und Beziehungen zwischen den individuellen Komponenten des sensomotorischen Systems zahlreiche kompensatorische Mechanismen ermögli-



**Abb. 5** Vergleich des S3-Sensomotorikindex bei vor/rück-Messungen zwischen Skirennläuferinnen (Ski) und der weiblichen Normalgruppe (n.s. = nicht signifikant, \* = signifikant, \*\* = hoch signifikant, \*\*\* = höchst signifikant).



**Abb. 6** Vergleich des S3-Sensomotorikindex bei links/rechts-Messungen zwischen Skirennläufern (Ski) und der männlichen Normalgruppe (n.s. = nicht signifikant, \* = signifikant, \*\* = hoch signifikant, \*\*\* = höchst signifikant).



**Abb. 7** Vergleich des S3-Sensomotorikindex bei vor/rück-Messungen zwischen Skirennläufern (Ski) und der männlichen Normalgruppe (n.s. = nicht signifikant, \* = signifikant, \*\* = hoch signifikant, \*\*\* = höchst signifikant).

chen und die Messung bzw. Analyse spezifischer Eigenschaften und Funktionen schwierig machen [15], so können leistungsdagnostische Verfahren dennoch den Trainings- bzw. Rehabilitationsprozess in jeder Phase begleiten, die Wirksamkeit nachweisen und zur Festlegung der Trainingsbelastung dienen [8]. Aus diesem Grund wurde in der Literatur auf die Notwendigkeit von wissenschaftlich evaluierten Testgeräten, sei es für Fitnessstudios oder therapeutisch-medizinische Institutionen, bereits mehrfach hingewiesen.

Die mäßigen bzw. fehlenden Korrelationen des S3-Checks beim Symmetrieindex konnten durch die nachträgliche Anbringung einer Skalierung auf der Standplatte und einer damit verbundenen besseren Reproduzierbarkeit der Fußposition verbessert werden. Aus Sicht der Autoren muss aber speziell beim Symmetrieindex die Interpretation eventueller Abweichungen möglichst unter Einbeziehung weiterer Diagnostiken (z.B. aus der Physiotherapie) erfolgen. Auch ist darauf hinzuweisen, dass für wissenschaftliche Untersuchungen spezieller Probandengruppen (z.B. Menschen mit Einschränkungen oder Behinderungen) die Reliabilitätsprüfung gegebenenfalls wiederholt werden sollte, da sich Defizite unterschiedlich auf die Wiederholbarkeit des Testes auswirken können.

Die Validitätsprüfung hat gezeigt, dass der S3-Check die trainingsbedingte sportartspezifische Ausprägung der sensomotorischen Regulierungsfähigkeit bei SkirennläuferInnen aufdecken kann. Eindrucksvoll zeigt sich die auseinander driftende Leistungsfähigkeit vor allem in den rechts/links-Messungen. Eine mögliche Begründung der deutlich geringeren Unterschiede der vor/rück-Testungen zwischen SkirennläuferInnen und den altersgemäßen Normwerten könnte im zeitlich übermäßigen Tragen der Skischuhe liegen. Durch die Einschränkung der Sprunggelenksbewegung im Skischuh und der damit verbundenen temporären Abnahme an sensorischer Leistungsfähigkeit im Sprunggelenk fällt es SkirennfahrerInnen nach einer Wettkampfsaison mitunter schwerer den Körperschwerpunkt ohne Skischuhe über der Drehachse zu zentrieren. Um spezifische Aussagen für andere Sportarten treffen und spezielle Referenzwerte erarbeiten zu können, sind Validitätsmessungen mit weiteren AthletInnen nötig. So fanden Bressel et al. [3] beim Vergleich verschiedener Sportarten unterschiedliche Ausprägungen sowohl des statischen als auch des dynamischen Gleichgewichts.

Die breit angelegte Normwertenerhebung bildet die Grundlage für die Bewertung der Testleistung und ermöglicht interindividuelle Vergleiche. Solche Referenzwerte fehlen bei vielen Testgeräten. Durch eine Export-Import-Funktion können die derzeit in der Software eingebundenen Referenzwerte in gewissen Abständen aktualisiert werden. Durch eine Vielzahl von Schnittstellen und Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen Softwareprogrammen empfiehlt sich die Diagnostiklösung S3-Check als integrative Lösung zur Einbindung in etablierte Konzepte und Softwarelösungen. Unterstützt werden unter anderem die therapeutisch-medizinischen Schnittstellenstandards THEDEX, GDT, HL7 und XML. Hervorzuheben ist zudem die in der Software integrierte Funktion zur Erstellung eines automatisch generierten Trainingsprogrammvorschlages, basierend auf den Testwerten des S3-Checks.

Mit dem S3-Check ist ein Testsystem auf dem Markt, das den wissenschaftlichen Anforderungen gerecht wird, Normwerte bereitstellt, eine breite Zielgruppe abdeckt (von Kindern über Senioren bis hin zu Spitzensportlern) und gleichzeitig zu einem vergleichsweise günstigen Kostenrahmen zur Verfügung steht.

Ein direkter Vergleich der S3-Check-Ergebnisse mit Ergebnissen anderer Testsysteme ist, wie schon andere Publikationen aufzeigten, schwierig. Verschiedene Testsysteme stellen unterschiedliche Anforderungen an die verschiedenen Komponenten des sensomotorischen Systems, sodass sowohl die Bewältigung als auch das Ergebnis der Testaufgabe unterschiedlich ausfällt. Zudem wird der sensorische Input häufig durch die Testaufgabe auf verschiedene Weise eingeschränkt bzw. ver-

ändert (z. B. geschlossene Augen, bewegte Umgebung, weicher oder beweglicher Untergrund). Verschiedene Testsysteme können vielmehr ergänzend zur Aufdeckung von Defiziten einzelner Komponenten im sensomotorischen System dienen.

## Literatur

- 1 Böer JR. Charakterisierung des Balanceverhaltens von Gesunden, Hüft- und Kniepatienten auf dem Posturomed. Dissertation. Tübingen: Medizinische Fakultät der Eberhard-Karls-Universität, 2006
- 2 Birmingham TB. Test-Retest Reliability of Lower Extremity Functional Instability Measures. *Clin J Sport Med* 2000; 10: 264–268
- 3 Bressel E, Yonker JC, Kras J et al. Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes. *JAT* 2007; 42: 42–46
- 4 Bruhn S. Sensomotorisches Training und Bewegungskoordination. Habilitationsschrift. Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Freiburg, 2003
- 5 Cipriany-Dacko LM, Innerst D, Johannsen J et al. Interrater Reliability of the Tinetti Balance Scores in Novice and Experienced Physical Therapy Clinicians. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 1160–1164
- 6 Fetz F. Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport. Wien: Österreichischer Bundesverlag, 1990; 2. überarbeitete und erweiterte Auflage
- 7 Fetz F, Kornxl E. Sportmotorische Tests. Wien: ÖBV Pädagogischer Verlag GmbH, 1993; 3. überarbeitete und erweiterte Auflage
- 8 Frick U, Schmidbleicher D, Schlumberger A. Maßnahmen zur Qualitätssicherung durch leistungsdiagnostische Verfahren im Rehabilitationstraining. In: Rütten A, Ziemainz H, Röger U (Hrsg). Qualitätsgesichertes System der Talentsuche, -auswahl und -förderung. Sport und Buch Strauß, 2005: 21–32
- 9 Icks A, Becker C, Kunstmann W. Sturzprävention bei Senioren – Eine interdisziplinäre Aufgabe. *Dtsch Ärztebl* 2005; 102: A2150–A2152
- 10 Klein M, Emrich E, Schwarz M et al. Sportmotorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen im Saarland – Ausgewählte Ergebnisse der IDEFIKS-Studie (Teil 2). *Dtsch Z Sportmed* 2004; 55: 211–220
- 11 Schnabel G, Harre D, Borde A. Trainingswissenschaft: Leistung – Training – Wettkampf (Studienausgabe). Berlin: Sportverlag, 1997
- 12 Paterno MV, Myer GD, Ford KR et al. Neuromuscular Training Improves Single-Limb Stability in Young Female Athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004; 34: 305–316
- 13 Prätorius B, Milani T. Motorische Leistungsfähigkeit bei Kindern: Koordinations- und Gleichgewichtsfähigkeit: Untersuchung des Leistungsgefälles zwischen Kindern mit verschiedenen Sozialisationsbedingungen. *Dtsch Z Sportmed* 2004; 55: 172–176
- 14 Rebel M. Koordinatives Training nach VKB-Operationen. *Sportverl Sportschad* 2000; 14: 12–19
- 15 Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor System Measurement Techniques. *JAT* 2002; 37: 85–98
- 16 Weiß A, Weiß W, Stehle J et al. Beeinflussung der Haltung und Motorik durch Bewegungsförderungsprogramme bei Kindergartenkindern. *Dtsch Z Sportmed* 2004; 55: 101–105