

Meyer T, Coen B, Urhausen A, Wilking P, Honorio S, Kindermann W

Konditionelles Profil jugendlicher Fußballspieler

Athletic abilities in adolescent soccer players

Institut für Sport- und Präventivmedizin, Universitäten des Saarlandes, Bereich Klinische Medizin, Saarbrücken

Zusammenfassung

Im Rahmen einer auf 5 Jahre angelegten Längsschnittstudie an 32 männlichen Jugendlichen der Fußball-Saarlandauswahlen der Jahrgänge 1985/86 wurden für die Altersstufen von 14 bis 18 Jahren (U 14 bis U 18) anthropometrische, konditionelle und sportmotorische Referenzwerte erhoben: Größe, Gewicht, Herzvolumen (2-dimensionale Echokardiographie), fahrradergometrische Leistungsfähigkeit, Sprintvermögen (5-, 10- und 30 m-Zeiten), Ausdauerleistungsfähigkeit (individuelle anaerobe Schwelle im Feldstufentest) und einfache sportmotorische Tests (Standweitsprung, Jump & Reach, Stand & Reach).

Korrespondierend zum Längenwachstum entwickelten sich die Sprintzeiten und die Ergebnisse jener sportmotorischen Tests, die wesentlich durch die Kraftfähigkeiten determiniert sind (Standweitsprung, Jump & Reach). Ohne signifikante Veränderungen zwischen U 14 und U 18 blieben das körperrgewichtbezogene Herzvolumen ($12,1$ und $12,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$), die maximale fahrradergometrische Leistungsfähigkeit ($3,9$ - $4,1 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$) sowie Stand & Reach. Die individuelle anaerobe Schwelle stieg kontinuierlich von $12,6$ auf $13,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ an.

Es ist zu erkennen, dass bei jugendlichen Fußballspielern zwischen 14 und 18 Jahren die Veränderungen leistungsphysiologisch relevanter Parameter in erster Linie auf das körperliche Wachstum zurückzuführen sind. Spätestens ab dem 16. Lebensjahr sind daher auch spezifische konditionelle Reize insbesondere im Schnelligkeits- und Kraftbereich notwendig, um eine weitere Entwicklung der physischen Basis fußballspezifischer Fertigkeiten zu gewährleisten.

Schlüsselwörter: Ausdauer, Schnelligkeit, Training, Kraft, Flexibilität

Einleitung

Seit einigen Jahren werden in Deutschland sowohl auf Verbands- als auch auf Vereinsebene große Anstrengungen unternommen, um den Jugendfußball zu fördern. Trotz teilweise unterschiedlicher Motivation ist es erklärtes gemeinsames Ziel, dass die Trainingsgestaltung für diese Altersgruppe optimiert wird. Voraussetzung einer fundierten Trainingsplanung ist eine möglichst genaue Kenntnis des aktuellen Leistungsniveaus und dessen zu erwartender Entwicklung bei jungen Fußballspielern. Diesbezügliche deskriptive Daten sind bislang nicht vorhanden. Ableitungen aus Querschnitterhebungen an nicht leistungssportlich aktiven Jugendlichen sind nur mit großen Einschränkungen

Summary

A longitudinal observational study was performed in 32 male soccer players between 14 and 18 years of age who were members of the regional select team to obtain reference values for anthropometrical parameters and several motoric skills and abilities in this population: height, weight, heart volume (2-dimensional echocardiography), maximal power output in cycle ergometry, sprinting velocity (5 m, 10 m, 30 m), endurance capacity (individual anaerobic threshold during field testing), and measures in other simple tasks (standing long jump, jump & reach, stand & reach).

Sprinting abilities as well as results from strength-specific tasks (standing long jump, jump & reach) developed in parallel to increases in height, i. e. there was no relevant progress beyond the age of 16. Body weight-related heart volume (between 12.1 and $12.6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$), maximal cycling capacity (3.9 to $4.1 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$), and results from stand & reach remained without significant changes between the ages of 14 and 18. Individual anaerobic threshold increased steadily from 12.6 to $13.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

It can be concluded that changes in performance-related physiological parameters of adolescent soccer players are mainly due to increments in body dimensions. Therefore, it is recommended that specific stimuli for the development of strength and velocity be included in soccer training not later than at the age of 16.

Key words: Endurance, strength, flexibility, sprint, reference values

verwendbar. Daher wurde eine 5-jährige Längsschnittstudie an saarländischen Kaderfußballern im Alter von 14 bis 18 Jahren initiiert.

Die Auswahl konditionell relevanter Parameter ist von kritischer Bedeutung für die Aussagekraft einer solchen Untersuchung. Einerseits ist der Bezug zur Sportart wichtig, andererseits müssen die Messungen auch wissenschaftlichen Gütekriterien genügen. Daneben ist für eine häufige Anwendung in der Trainingspraxis der zeitökonomische Aspekt zu beachten. Daher wurde eine restriktive Auswahl anthropometrischer, ergometrischer und leistungsdiagnostischer Parameter getroffen, ergänzt um einfache sportmotorische Tests, die sich bereits in anderen Untersuchungen bewährt haben und für die eine fußballspezifische Relevanz bekannt oder anzunehmen ist (6, 10).

Methodik

Es wurden 32 männliche jugendliche Fußballer - Mitglieder der Saarland-Auswahlmannschaften der Jahrgänge 1985 und 1986 (jeweils n= 16) - rekrutiert und auf intraindividuell Basis über 5 Jahre verfolgt. Diese Probanden trainierten zwischen 2 und 3 Mal pro Woche im Verein sportartspezifisch. Darüber hinaus wurden an etwa 25 Wochenenden im Jahr Punkt- oder Pokalspiele absolviert. Einzige weitere regelmäßige trainingswirksame Belastung war der Schulsport (1-2 Stunden pro Woche). Die Untersuchungen erfolgten zeitversetzt, so dass für beide Jahrgänge Daten der Altersstufen zwischen 14 und 18 Jahren erhoben wurden, in der Folge U 14, U 15, U 16, U 17 und U 18 benannt. Dies bedeutet, dass beispielsweise in die U14-Daten Messungen der Jahrgangs 1985 aus dem Jahr 1999 sowie des Jahrgangs 1986 aus dem Jahr 2000 eingingen. Die von den Jugendlichen in jedem Jahr zu absolvierende Testbatterie bestand aus folgenden Teilen:

- Gesundheitsuntersuchung
- Konditionelle sportmedizinische Leistungsdiagnostik
- Sportmotorische Tests

Tabelle 1: Anthropometrische Daten. Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD). In Klammern Mittelwerte der für die Varianzanalyse berücksichtigten Sportler (n =13)

	U 14 n= 32	U 15 n= 30	U 16 n= 25	U 17 n= 16	U 18 n= 13
Größe [cm]	164 ± 9 (163)	171 ± 8 (170)	175 ± 7 (175)	177 ± 6 (176)	177 ± 5 (177)
Gewicht [kg]	53 ± 9 (52)	61 ± 9 (61)	67 ± 9 (65)	69 ± 7 (69)	72 ± 7 (72)
BMI [kg·m ⁻²]	19,4 ± 1,7 (19,4)	20,9 ± 1,9 (20,9)	21,6 ± 2,1 (21,2)	22,2 ± 1,8 (22,0)	22,7 ± 1,6 (22,7)

Gesundheitsuntersuchung

Die Gesundheitsuntersuchung beinhaltete eine sportmedizinische Anamnese, eine ärztliche Untersuchung, einen Routine-Laborstatus, eine Echokardiographie nach den Richtlinien der American Society of Echocardiography mit Bestimmung des Herzvolumens (3) sowie ein Ruhe-EKG mit 12 Ableitungen und anschließendem 6-Kanal-Belastungs-EKG auf dem Fahrradergometer. Die Belastung begann bei 50 Watt (W) und wurde alle 3 Minuten (min) um 50 W gesteigert. Als anthropometrische Daten wurden Größe, Gewicht und Körperfettanteil (10-Punkt-Caliperometrie) erhoben. Für die Zwecke dieser Arbeit finden lediglich die anthropometrischen, echokardiographischen und fahrradergometrischen Messwerte Verwendung (maximale Leistung = P_{max} ; maximale Herzfrequenz = HF_{max}).

Konditionelle sportmedizinische Leistungsdiagnostik (Sprint- und Ausdauerstest)

Die Tests wurden als Feldtests in einer Leichtathletikhalle auf einer Kunststoffbahn durchgeführt und bestanden aus einem 30m-Sprinttest zur Beurteilung der Schnelligkeit und einem

Stufentest zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit.

Beim Sprinttest wurden mit Hilfe von Lichtschranken Zeiten für 0-5 m, 0-10 m und 0-30 m gestoppt. Der Start erfolgte im Stehen ohne Signal 1 m vor der ersten Lichtschranke. Die 30 m-Strecke musste fünfmal gelaufen werden, wobei der schlechteste Lauf aus der Wertung fiel und die restlichen Läufe arithmetisch gemittelt wurden. Die Pausen zwischen den einzelnen Sprints betragen 2 min.

Der Stufentest (Ausdauerstest) fand auf einer 200m-Rundbahn statt. Die Geschwindigkeitsvorgabe erfolgte durch eine Lichtspur: Beginn bei 10 km/h, nach jeweils 3 min Steigerung um 2 km/h bis zur subjektiven Erschöpfung. Kapilläre Blutentnahmen aus dem hyperämisierten Ohrläppchen zur Bestimmung der Laktatkonzentration fanden in Ruhe, in einer ca. 20-sekündigen Pause nach jeder Belastungsstufe, bei Belastungsabbruch sowie 1, 3, 5, 7 und 10 min nach Belastungsende statt. Aus der Laktatleistungskurve wurde die individuelle anaerobe Schwelle (13) als Maß der Ausdauerleistungsfähigkeit ermittelt.

Sportmotorische Tests

Es wurden drei verschiedene sportmotorische Tests in einer Sporthalle durchgeführt: Standweitsprung, „Stand & Reach“, „Jump & Reach“. Alle Tests - Ausnahme: Stand & Reach - durften zweimal geübt werden, und es wurden jeweils zwei Ausführungen gewertet und gemittelt.

Der Standweitsprung erfolgte beidbeinig, ebenso die Landung. Ein Armschwung sowie Beugen der Knie zum Absprung waren erlaubt. Es wurde die Distanz zwischen Absprunglinie und Fersen bei der Landung gemessen.

Beim Stand & Reach beugten sich die Probanden mit gestreckten Beinen nach vorn und versuchten, möglichst weit nach unten zu reichen. Da sie auf dem Ende einer Holzbank standen, war es möglich, über die eigenen Füße hinaus nach unten zu fassen. Gemessen wurde die Distanz Fingerspitzen - Zehenspitzen, die dementsprechend auch negative Werte annehmen konnte.

Beim Jump & Reach erfolgte nach einem Auftaktschritt ein einbeiniger Absprung mit nachfolgendem möglichst hohem Anschlagen an einer Wand. Für das Ergebnis wird von der mit Armstreckung erzielten Sprunghöhe die Reichhöhe im Stand subtrahiert.

Statistik

Die beschreibende Darstellung erfolgt in Form von Mittelwerten und Standardabweichungen. In den Grafiken erfolgt neben der Darstellung jener Probanden, die zu jedem Testzeitpunkt anwesend waren (unterbrochen gezeichnete Kurven in den Abbildungen), ergänzend und separat eine Übersicht sämtlicher jeweils untersuchter Sportler (durchgezogene Kurven) - also auch jener, die nicht für die statistische Unterschiedstestung Berücksichtigung finden konnten. Zur Unterschiedstestung diente eine einfaktorische Varianzanalyse mit dem fünffach gestuften Faktor Messwiederholung (U 14-U 18). Für diese Berechnung konnten nur jene Probanden berücksichtigt werden, die an allen Testterminen teilgenommen hatten. Trotz der relativ niedrigen n-Zahlen

(teilweise unter $n=10$) kam die Varianzanalyse zum Einsatz, weil kein äquivalentes nonparametrisches Verfahren zur Verfügung steht. Für Zusammenhangsanalysen wurde Pearsons Produkt-Moment-Korrelation, bei n -Zahlen unter 10 der Spearman-Rank-Test verwendet. Das Signifikanzniveau für den α -Fehler wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse

Anthropometrie

Die körperliche Entwicklung der Jugendlichen ist Tabelle 1 zu entnehmen; in der oberen Zeile ist die Zahl der Sportler angegeben, die zu dem jeweiligen Testzeitpunkt insgesamt untersucht wurde. In Klammern die Mittelwerte jener Fußballspieler, die zu jedem Testzeitpunkt anwesend waren und dementsprechend für die Varianzanalyse berücksichtigt werden konnten (auch in allen weiteren Tabellen). Es zeigte sich ein hochsignifikanter Anstieg ($p < 0,0001$) für Größe, Gewicht und BMI ($n=13$), wobei die post hoc-Tests zwischen U 17 und U 18 keine signifikante Differenz mehr ergaben. Der mittlere Körperfettgehalt lag zwischen 10,8 % (U 14) und 13,2 % (U 18), wurde aber keiner statistischen Unterschiedstestung unterzogen, weil für die 10-Punkt-Caliperometrie keine einheitliche Bewertungstabelle für die 14- bis 18-jährigen existiert.

Fahrradergometrie

Sämtliche Fahrradergometrien wurden bis zur subjektiven Erschöpfung durchgeführt. In keinem Fall musste aus medizinischer Indikation abgebrochen werden (7). Die erbrachten Maximalleistungen sowie die maximale Herzfrequenz als einziges in dieser Studie erhobenes objektives Ausbelastungskriterium sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Es ergab sich ein signifikanter Effekt des Testzeitpunktes auf die fahrradergometrische Maximalleistung ($p < 0,01$; $n=11$), der post hoc zwischen U 15 und U 18 Signifikanz erreichte ($p=0,01$). Die maximale Herzfrequenz wies erwartungsgemäß einen signifikanten Abfall auf ($p < 0,01$). Die Post hoc-Analyse erbrachte eine signifikante Differenz jedoch lediglich zwischen U 14 und U 18 ($p=0,02$).

Tabelle 2: Fahrradergometrische Daten im Stufentest. Mittelwert (MW) \pm Standardabweichung (SD). Maximal erbrachte Leistung (P_{max}), maximale Herzfrequenz (HF $_{max}$). In Klammern Mittelwerte der für die Varianzanalyse berücksichtigten Sportler ($n=11$)

	U 14 $n=32$	U 15 $n=28$	U 16 $n=24$	U 17 $n=15$	U 18 $n=13$
P_{max} [W·kg $^{-1}$]	4,0 \pm 0,4 (4,1)	4,1 \pm 0,3 (4,3)	4,0 \pm 0,3 (4,1)	4,0 \pm 0,4 (4,1)	3,9 \pm 0,4 (3,9)
HF $_{max}$ [min $^{-1}$]	194 \pm 8 (195)	192 \pm 7 (192)	190 \pm 9 (189)	188 \pm 6 (188)	185 \pm 6 (186)

Echokardiographie

In Tabelle 3 sind die Herzvolumina als Absolutwerte und bezogen auf das Körpergewicht dargestellt. Die Unterschiedstestung ($n=11$) ergab erwartungsgemäß einen hochsignifikanten Effekt ($p < 0,0001$) des Testzeitpunktes für das absolute Herzvolumen, wobei sich post hoc nur U 14 und U 15

signifikant von allen anderen Altersstufen unterscheiden ($p < 0,01$). Der Körpergewichtsbezug hob jedoch alle signifikanten Differenzen auf ($p=0,36$).

Sprinttest

Sowohl für die Zwischenzeiten bei 5 m ($p=0,002$) und 10 m ($p < 0,0001$; beide s. Tab. 4) als auch für die 30m-Zeit ($p < 0,0001$; Abb. 1) konnten hoch signifikante Verbesserungen über die Testzeitpunkte gemessen werden (jeweils $n=7$). Bei der 5 m-Zeit unterschied sich post hoc lediglich U 14 von U 15, U 17 sowie U 18 (jeweils $p < 0,05$). Ähnlich verhielt es sich für die 10 m-Zeit, wo sich U 14 von allen anderen Zeitpunkten signifikant unterschied (zu U 15 $p < 0,05$, ansonsten $p < 0,01$), zudem aber U 15 signifikant unterschiedlich von U 18 war ($p < 0,05$). Ein sehr ähnliches Resultat der post hoc-Berech-

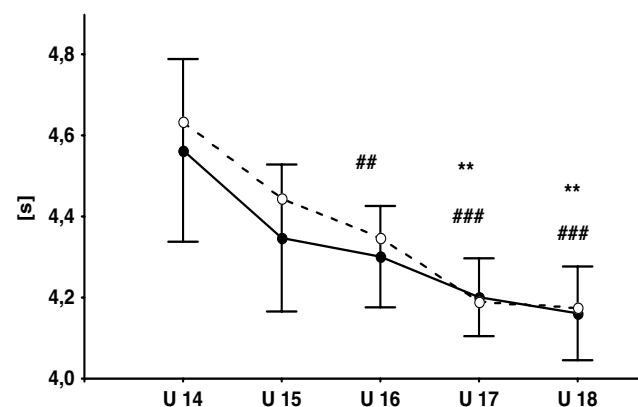


Abbildung 1: 30m-Sprintzeiten für U 14 bis U 18. Die durchgezogene Kurve mit eingezeichneten Standardabweichungen stellt die Durchschnittswerte sämtlicher jeweils untersuchter jugendlicher Fußballspieler dar. n -Zahlen für die einzelnen Untersuchungszeitpunkte sind der Tabelle 4 zu entnehmen. Die unterbrochen gezeichnete Linie steht für jene Probanden, die zu allen Testzeitpunkten anwesend waren ($n=7$). ## = signifikant unterschiedlich zu U 14 ($p < 0,01$); ### steht für $p < 0,001$. ** = signifikant unterschiedlich zu U 15 ($p < 0,01$)

nungen ergab sich für die 30m-Zeit (Abb. 1). Die deutlichsten Verbesserungen der drei gemessenen fanden sich Sprintzeiten zwischen U 14 und U 15.

Ausdauerstest

Die individuelle anaerobe Schwelle (13) als Maß der Ausdauerleistungsfähigkeit wies einen signifikanten Effekt des Testzeitpunktes auf ($p < 0,01$; Abb. 2). Post hoc-Unterschiede sind jedoch wegen der geringen Zahl durchgängig getesteter Sportler ($n=5$) nur mit Vorsicht zu interpretieren.

Sportmotorische Tests

Die Ergebnisse des Standweitsprungs sind in Abbildung 3 graphisch dargestellt. Die parallel zur x -Achse verlaufenden Linien markieren den von Beck und Bös ermittelten Referenzbereich für die jeweilige Altersklasse (1). Es war ein hochsignifikanter Effekt des Testzeitpunktes auf die gemessenen Weiten zu verzeichnen ($p < 0,0001$).

Der Tabelle 5 können die Resultate für Jump & Reach sowie Stand & Reach entnommen werden. Die Unterschieds-

testung (n= 7), die wegen zu kleiner n-Zahlen nur von U 15 bis U 18 durchgeführt werden konnte, ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Altersstufen sowohl im Jump & Reach (p= 0,36) als auch beim Stand & Reach (p= 0,48).

Diskussion

Valide deskriptive Daten über die körperlichen, konditionellen und motorischen Eigenschaften jugendlicher Fußballer existieren bislang nicht. Ableitungen von Querschnittsdaten Untrainierter oder anderweitig Trainierter sind wegen des erheblichen Einflusses, der dem Fußballtraining beigemessen werden muss, nicht zu rechtfertigen. Für die Altersstufen von 14 bis 18 Jahren (2. Jg. C-Jugend bis A-Jugend) wurden in der vorliegenden deskriptiven Längsschnittstudie Normdaten an einem Kollektiv mit definiertem fußballspezifischem Leistungsniveau gewonnen. Diese umfassen anthropometrische Messungen, die konditionellen Eigenschaften Ausdauer und Schnelligkeit sowie ausgewählte sportmotorische Tests.

Tabelle 3: Echokardiographische Daten. Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD). In Klammern Mittelwerte der für die Varianzanalyse berücksichtigten Sportler (n=11)

	U 14 n= 32	U 15 n= 28	U 16 n= 22	U 17 n= 15	U 18 n= 14
Herzvolumen [ml]	651 ± 92 (658)	741 ± 106 (741)	797 ± 103 (814)	834 ± 103 (837)	866 ± 114 (871)
Herzvolumen [ml·kg ⁻¹]	12,6 ± 1,5 (12,8)	12,5 ± 1,0 (12,7)	12,2 ± 1,1 (12,5)	12,1 ± 0,8 (12,3)	12,1 ± 1,2 (12,2)

Anthropometrische Daten

Bis zum 16. Lebensjahr ist in diesem Kollektiv ein relevantes Längenwachstum festzustellen. Der zeitlich darüber hinaus gehende Gewichtszuwachs kann zumindest teilweise einer überproportionalen Zunahme der Muskelmasse zugeschrieben werden, da sich potenziell kraftabhängige Parameter wie Sprintzeiten und Standweitsprung auch bis zur U 18 tendenziell verbessert haben. Alternativ dazu wäre ein positiver koordinativer Einfluss des Fußballtrainings anzunehmen, der aber bei den einfachen und automatisierten Bewegungen der durchgeführten Tests eher unwahrscheinlich ist. Es handelt sich bei dem untersuchten Kollektiv angesichts der al-

Tabelle 4: Sprinttest-Daten. Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (SD). In Klammern Mittelwerte der für die Varianzanalyse berücksichtigten Sportler (n=11)

	U 14 n= 30	U 15 n= 29	U 16 n= 22	U 17 n= 12	U 18 n= 10
0-5 m [s]	1,04 ± 0,5 (1,04)	1,00 ± 0,04 (0,99)	1,01 ± 0,03 (1,01)	0,99 ± 0,02 (0,99)	0,99 ± 0,03 (0,99)
0-10 m [s]	1,82 ± 0,08 (1,83)	1,75 ± 0,06 (1,76)	1,75 ± 0,05 (1,74)	1,71 ± 0,03 (1,70)	1,70 ± 0,04 (1,69)

tersbezogenen anthropometrischen Daten offensichtlich nicht um außergewöhnlich groß gewachsene oder anderweitig von anthropometrischen Normen abweichende Jugendliche, was gegen eine Selektion anhand simpler Größen- oder Gewichtsvorteile spricht.

Fahrradergometrie

Die maximale fahrradergometrische Leistungsfähigkeit bleibt mit etwa 4 W·kg⁻¹ im erwarteten Rahmen für nicht rad- oder ausdauerspezifisch trainierte Athleten (7). Die über fünf Jahre um 9/min abnehmende maximale Herzfrequenz entspricht den altersphysiologischen Veränderungen und lässt eine ähnliche Ausbelastung und damit eine Vergleichbarkeit der Jahrgänge annehmen. Ein Ersatz für sportartspezifischere Tests wie den angewendeten Lauf-Stufentest kann die Fahrradergometrie offensichtlich nicht sein. Im Gegensatz zur fahrradergometrischen Maximalleistung steigt die Laufausdauer im Altersgang an.

Echokardiographie

Für die echokardiographische Bestimmung des Herzvolumens nach der Dickhuth-Methode (3) scheint der Körpergewichtsbezug in dieser Altersklasse eine Normierung zu sein, die wachstums- und trainingsbedingte Veränderungen weitgehend egalisiert. Die errechneten relativen Herzvolumina liegen im oberen Normbereich von nicht ausdauertrainierten Erwachsenen (11, 14, 15). Allerdings ist eine vergleichende Betrachtung wegen des nicht linearen Verhältnisses zwischen Veränderungen der Körpermasse und des Herzvolumens nur bedingt möglich. Dennoch liegt auch bei den 18-jährigen Fußballspielern das relative Herzvolumen niedriger als bei erwachsenen Profi-Fußballspielern (8, 11, 12).

Im Vergleich zu einem Kollektiv gleichaltriger Ausdauersportler (Triathlon, Radsport, Schwimmen, Lauf, Skilanglauf) ist das relative Herzvolumen der Fußballspieler im Alter von 14 Jahren noch ähnlich, bleibt allerdings in den folgenden Jahren deutlich zurück (2). Die auch nach der Dickhuth-Methode (3) durchgeführten Messungen an ausdauertrainierten Jugendlichen stiegen in dieser Querschnittsuntersuchung von 12,7 ml·kg⁻¹ (U 14) auf 13,7 ml·kg⁻¹ (U 18) an. Dem entsprach eine unseren Ergebnissen sehr ähnliche durchschnittliche Zunahme des absoluten Herzvolumens von etwa 200 ml in diesem Zeitraum bei allerdings geringerem Gewichtszuwachs der Ausdauersportler (2). Darin spiegelt sich das naturgemäß weniger betonte Ausdauertraining der Fußballspieler ebenso wider wie der Vorteil, der bei den meisten Ausdauerdisziplinen einem geringen Körpergewicht bzw. niedrigen Körperfettanteil entspringt.

Konditionelle sportmedizinische Leistungsdiagnostik

Anhand der Zwischenzeiten aus den Sprinttests lässt sich eine Unterteilung in verschiedene Schnelligkeitsfähigkeiten vornehmen. Die 5m-Zeit wird als Maß für den Antritt, die 10m-Zeit als Beschleunigungsvermögen und die 30m-Zeit als Grundschnelligkeit interpretiert. Für alle gemessenen Schnelligkeitsfähigkeiten gehen die größten Verbesserungen mit anthropometrischen Veränderungen einher. Aber auch nach dem 16. Lebensjahr sind noch geringfügige Verbesserungen zu verzeichnen, die vermutlich durch entsprechende Trai-

ningsreize im Fußballtraining hervorgerufen werden. Insgesamt bleiben die Resultate hinter jenen erwachsener Profifußballspieler zurück (11, 12).

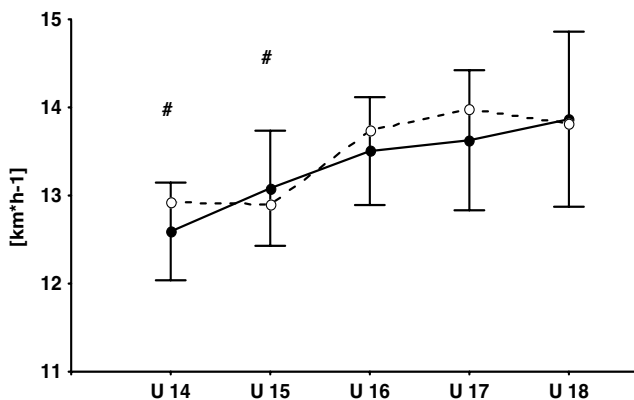


Abbildung 2: Geschwindigkeit an der individuellen anaeroben Schwelle für U 14 bis U 18. Die durchgezogene Kurve mit eingezeichneten Standardabweichungen stellt die Durchschnittswerte sämtlicher jeweils untersuchter jugendlicher Fußballspieler dar (U 14: n= 26; U 15: n= 29; U 16: n= 23; U 17: n= 11; U 18: n= 9). Die unterbrochen gezeichnete Linie steht für jene Probanden, die zu allen Testzeitpunkten anwesend waren (n= 5). # = signifikant unterschiedlich zu U 17 (p< 0,05)

Der Anstieg der Ausdauerleistungsfähigkeit über die 5 Testzeitpunkte ist nicht überraschend. Im Bereich der U 17 und U 18 werden auch im Vergleich zu erwachsenen Top-Spielern (12) akzeptable Laufgeschwindigkeiten an der individuellen anaeroben Schwelle (IAS) erreicht. Inwieweit primär wachstumsbedingte Faktoren für die Veränderungen verantwortlich sind, kann wegen der geringen Zahl durchgängig getesteter Sportler nicht abschließend entschieden werden.

Sportmotorische Tests

Einfache sportmotorische Tests haben die Aufgabe, komplexe Eigenschaften und Fähigkeiten auf ökonomische Art und Weise zu untersuchen. Aufwändige und teure Laboruntersuchungen sollen vermieden werden. Die für diese Untersuchung gewählten Tests dienen sowohl der Beschreibung der Flexibilität (Stand & Reach beispielhaft für die ischiokrurale und untere Rückenmuskulatur) als auch der Abschätzung von Schnellkraft/Maximalkraft der Beinmuskulatur (Standweitsprung, Jump & Reach). Die für Ausdauerleistungsfähigkeit und Schnelligkeit beobachtete Parallelität zu anthropometrischen Entwicklungen war auch für die sportmotorischen Tests evident, jedoch wegen niedriger n-Zahlen statistisch nicht zu sichern. Insgesamt muss für die untersuchten Tests geschlossen werden, dass sie in diesen Altersklassen laufspezifischere Tests nicht ohne Informationsverlust ersetzen könnten.

Vergleicht man die in der vorliegenden Untersuchung erhobenen sportmotorischen Daten mit unter identischen Bedingungen gewonnenen Querschnittsdaten anderer Untersuchungen an Untrainierten gleichen Alters, so liegen die Resultate der Fußballspieler erwartungsgemäß überdurchschnittlich (Standweitsprung; Abb. 3; [1]). Dies gilt auch teilweise im Vergleich zu einer in diesem Heft detaillierter geschilderten

Studie von Emrich et al. (4), deren männliche Schüler der 9. Klasse (n= 50) ein Durchschnittsalter von 15,7 Jahren hatten. Die durchschnittliche Differenz der U 15- und U 16-Fußballspieler zu diesem Kollektiv betrug allerdings lediglich 2 (Gymnasium) bzw. 4 cm (Erweiterte Realschule und Gesamtschule). Die sogar tendenziell schlechteren Ergebnisse im Stand & Reach dürften auf geringfügig negative Einflüsse zurückzuführen sein, die ein „typisches“ Fußballtraining auf die Dehnfähigkeit der hinteren Oberschenkelmuskulatur hat. Darin kommt zum Ausdruck, dass diese Eigenschaft offenbar als nicht primär leistungsbestimmend im Jugendfußball angesehen wird – möglicherweise, weil eine resultierende Verletzungsanfälligkeit in diesem Alter eine weniger große Rolle spielt als im Profi-Fußball.

Zieht man geringfügig abweichend (Technik der Bewegungsausführung) durchgeführte Referenzuntersuchungen zu Rate, so werden diese Differenzen bestätigt. Von Fetz und Kornel zusammenfassend dargelegte Querschnittsdaten (5) an 763 (Standweitsprung) bzw. 1781 (Jump & Reach) untrainierten Jugendlichen zwischen 14 und 18 Jahren zeigen 5-10 cm geringere Weiten im Standweitsprung sowie 0-8 cm geringere Höhen im Jump & Reach. Auch hier ist die Flexibilität im Vergleich zu den Fußballspielern tendenziell besser ausgeprägt: 4-7cm größere Reichweiten im Stand & Reach (n= 1757). Die in der vorliegenden Untersuchung getesteten Probanden erreichen und übertreffen im Jump & Reach durchaus die Normwerte gesunder Erwachsener zwischen 20 und 30 Jahren, während sie im Stand & Reach deutlich dahinter zurückbleiben (5).

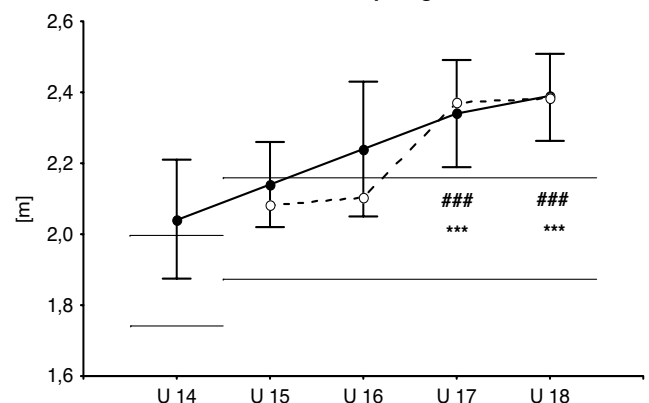


Abbildung 3: Standweitsprung-Ergebnisse für U 14 bis U 18. Die durchgezogene Kurve mit eingezeichneten Standardabweichungen stellt die Durchschnittswerte sämtlicher jeweils untersuchter jugendlicher Fußballspieler dar. n-Zahlen für die einzelnen Untersuchungszeitpunkte sind der Tabelle 5 zu entnehmen. Die unterbrochen gezeichnete Linie steht für jene Probanden, die zu den Testzeitpunkten U 15 bis U 18 anwesend waren (n= 7). Die parallel zur x-Achse verlaufenden Linien markieren den Referenzbereich nach (1). ### = signifikant unterschiedlich zu U 15 (p< 0,001). *** = signifikant unterschiedlich zu U 16 (p< 0,001)

Limitationen der Studie

Ohne eine Kontrollgruppe gleichaltriger Nicht-Fußballer ist es problematisch, die beobachteten Veränderungen auf das absolvierte Fußballtraining zurückzuführen. Es ist nicht auszuschließen, dass vorwiegend wachstumsbedingte Veränderungen beobachtet wurden.

Im Verlauf der Untersuchung waren Drop-outs zu verzeichnen, die zur Hälfte auf ein Ausscheiden aus dem leistungsbezogenen Fußball, Vereins- und Wohnortwechsel sowie beginnende Berufstätigkeit zurückzuführen waren. Andere Sportler traten trotz wiederholter Benachrichtigungen ohne Angabe von Gründen nicht mehr zu den terminierten Tests an, vermehrt nach Überschreiten eines Alters von 16 Jahren. Darüber hinaus fielen für verschiedene Probanden Untersuchungstermine wegen akuter Erkrankungen bzw. Verletzungen aus und konnten teilweise (Gruppentermine) nicht rechtzeitig nachgeholt werden. Die geringe Zahl von Sportlern, die dementsprechend bei sämtlichen Tests anwesend war, schmälert die Aussagekraft der statistischen Unterschiedstestung, auch wenn die Mittelwertkurven unter Berücksichtigung jeweils aller anwesenden Fußballer sehr ähnlich ausfielen. Es ist daher nur mit Vorsicht möglich, die gewonnenen Daten für ein größeres Kollektiv zu verallgemeinern. Darüber hinaus dürfte bei Akteuren, die sich in der Landesauswahl befinden, ein mehrjähriges sportspezifisches Training bereits beim Eintritt in die Studie (mit 14 Jahren) die momentane Leistungsfähigkeit günstig beeinflusst haben. Insgesamt liegt daher der Hauptwert dieser Untersuchung in der Gewinnung von Normwerten für ein Kollektiv jugendlicher Fußballer, die bereits leistungsbezogen trainieren.

Tabelle 5: Ergebnisse sportmotorischer Tests. Mittelwert (MW) \pm Standardabweichung (SD). In Klammern Mittelwerte der für die Varianzanalyse berücksichtigten Sportler (n = 7)

	U 14 n= 13	U 15 n= 21	U 16 n= 17	U 17 n= 14	U 18 n= 8
Jump&Reach [cm]	0,41 \pm 0,06 (-)	0,49 \pm 0,07 (0,51)	0,49 \pm 0,08 (0,47)	0,52 \pm 0,06 (0,49)	0,52 \pm 0,07 (0,52)
Stand&Reach [cm]	-0,07 \pm 0,09 (-)	-0,01 \pm 0,09 (-0,02)	0,01 \pm 0,06 (-0,01)	0,04 \pm 0,07 (0,04)	0,00 \pm 0,07 (-0,01)

Schlussfolgerungen für die Sportpraxis

Auch unter Berücksichtigung der Limitationen dieser Studie ist zu erkennen, dass bei jugendlichen Fußballspielern zwischen 14 und 18 Jahren die Veränderungen leistungsphysiologisch relevanter Parameter in erster Linie auf das körperliche Wachstum zurückzuführen sind. Dementsprechend finden sich auch die größten Veränderungen bis zum Abschluss des Längenwachstums – im Mittel bis zum 16. Lebensjahr. In einer im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Querschnittsstudie stellen sich diese Zusammenhänge sehr deutlich dar (9). Spätestens ab dem 16. Lebensjahr sind daher auch spezifische konditionelle Reize insbesondere im Schnelligkeits- und Kraftbereich notwendig, um eine weitere Entwicklung der physischen Basis fußballspezifischer Fertigkeiten zu gewährleisten. Besonderes Augenmerk sollte auf ein Training der Schnelligkeitsfähigkeiten gelegt werden, da im heutigen Spitzenfußball die konditionelle Fähigkeit Schnelligkeit einen wichtigen leistungsbestimmenden Faktor darstellt. Derart ausgerichtete Trainingsinhalte widersprechen keineswegs einem immer wieder von Experten geforderten fußballspezifischen Training, sondern ergänzen es sinnvoll.

Danksagung

Diese Studie wurde gefördert vom Deutschen Fußball-Bund (DFB).

Literatur

1. Beck J, Bös K: Normwerte motorischer Leistungsfähigkeit. Sport und Buch Strauss, Köln, 1995.
2. Berbalk A: Sportherz des Nachwuchssportlers - Komplexe Anpassungen an Ausdauertraining. TW Sport + Medizin 4 (1996) 214-224.
3. Dickhuth HH, Urhausen A, Huonker M, Heitkamp H, Kindermann W, Simon G, Keul J: Die echokardiographische Herzgrößenbestimmung in der Sportmedizin. Dtsch Z Sportmed 41 (1990) 4-12.
4. Emrich E, Kindermann W, Klein M, Papatthaniassiou V, Pitsch W, Schwarz M, Urhausen A: Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen im Saarland - Ausgewählte Ergebnisse der IDEFKS-Studie. Teil 2. Dtsch Z Sportmed 55 (2004) 211-221.
5. Fetz F, Kornel E: Sportmotorische Tests. Pädagogischer Verlag, Wien, 1993.
6. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J: Aerobic endurance training improves soccer performance. Med Sci Sports Exerc 33 (2001) 1925-1931.
7. Kindermann W: Ergometrie-Empfehlungen für die ärztliche Praxis. Dtsch Z Sportmed 38 (1987) 244-268.
8. Kindermann W: Fußball und Sportmedizin. Dtsch Z Sportmed 49 (1998) 186.
9. Kindermann W, Coen B, Funck M: Das Spielfeld lehrt das Spielen! Leistungsphysiologische Daten und Spielverhalten im Kleinfeld bei jugendlichen Fußballspielern im Altersvergleich. Fußballtraining 20 (2002) 70-74.
10. Kindermann W, Gabriel H, Coen B, Urhausen A: Sportmedizinische Leistungsdiagnostik im Fußball. Dtsch Z Sportmed 44 (1993) 232-244.
11. Kindermann W, Urhausen A, Coen B, Schwarz L: Leistungsphysiologische Veränderungen und kardiale Adaptationen bei Fußballspielern. Sportorthopädie-Sporttraumatologie 10 (1994) 128-132.
12. Meyer T, Ohlendorf K, Kindermann W: Konditionelle Fähigkeiten deutscher Spitzenfußballer im Längsschnitt. Dtsch Z Sportmed 51 (2000) 271-277.
13. Stegmann H, Kindermann W, Schnabel A: Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. Int J Sports Med 2 (1981) 160-165.
14. Urhausen A, Kindermann W: Echocardiographic findings in strength- and endurance-trained athletes. Sports Med 13 (1992) 270-284.
15. Urhausen A, Monz T, Kindermann W: Echocardiographic criteria of physiological left ventricular hypertrophy in combined strength- and endurance-trained athletes. Int J Card Imaging 13 (1997) 43-52.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Tim Meyer
 Institut für Sport- und Präventivmedizin
 Bereich Klinische Medizin der Universität des Saarlandes
 Campus, Geb. 39.1
 66123 Saarbrücken
 E-mail: tim.meyer@mx.uni-saarland.de