
Experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung ausgewählter sportmedizinischer und biomechanischer Leistungsvoraussetzungen der Schüler einer sportorientierten Gesamtschule in Abhängigkeit vom körperlichen Entwicklungsstand, von Trainingshäufigkeit und betriebener Sportart

R. Wolff (Projektleiter)¹, L. Brechtel¹, J. Zinner², F. Boldt³

¹ Humboldt-Universität Berlin

Institut für Sportwissenschaft, Abt. Sportmedizin

² Olympiastützpunkt Berlin

³ Landesinstitut für Sportmedizin

VF 0407/05/15/98

1 Problem

Muskelkraft und Leistungsfähigkeit steigen im Kindes- und Jugendalter entwicklungsbedingt an und sind durch geeignete Trainingsformen weiter zu steigern. Bereits in diesen Altersgruppen werden sogenannte Dysbalancen festgestellt, die als wesentliche Ursache von Verletzungen und degenerativen Veränderungen im Erwachsenenalter angesehen werden. An jugendlichen Leistungssportlern wurden folgende Fragestellungen untersucht:

1. Wie entwickeln sich Muskelkraft und Kraftverhältnisse ausgewählter Muskelgruppen in Abhängigkeit vom Alter (biologisch/kalendarisch) und Sportart?
2. Wie häufig treten Muskelverkürzungen bei jugendlichen Sportlern auf?
3. Besteht ein Zusammenhang zwischen spezifischen Kraftverhältnissen und Muskelverkürzungen einerseits sowie Überlastungsbeschwerden und auffälligen orthopädischen Befunden andererseits?

2 Methodik

Die Klassen 7 bis 9 (Alter: 13, 14 und 15 Jahre, n = 565) wurden erstmals 1993/94 internistisch und orthopädisch untersucht (einschließlich Trainings- und Verletzungsanamnese). 1994/95 und 1995/96 erfolgten Nachuntersuchungen, 1996/97 und 1997/98 wurde nur die ehemalige Klasse 7 (jetzt Klassenstufe 10 bzw. 11) nochmals im Sinne einer Längsschnittstudie erfasst. Ausgewählte Muskelgruppen (M. iliopsoas, Adduktoren, ischiocrurale Muskulatur, M. rectus femoris) wurden modifiziert nach JANDA auf Verkürzungen überprüft.

Im Rahmen der Kraftdiagnostik wurde die statische Maximalkraft von Beugern und Streckern des Kniegelenkes im Sitzen bei definierten Winkelstellungen (50°, 80°, 100°,

Motronik der Fa. Schnell) bestimmt. Pro Winkelstellung erfolgten jeweils drei Messungen, notiert wurde der Maximalwert aller neun Versuche. Berechnet wurden die Kraftverhältnisse von Beugern zu Streckern (B/S) in den einzelnen Altersstufen und Sportarten. Eventuelle Zusammenhänge zwischen Muskelkraft, Verkürzung und Beschwerden wurden mittels multipler Varianzanalyse überprüft (weitere statische und dynamische Kraftmessungen im Bereich der Rumpf-, Bein- und Armmuskulatur sind bereits publiziert).

3 Ergebnis

Über Beschwerden im Bereich des Bewegungsapparates klagten in den Untersuchungszeiträumen 6–13% der Schüler. Im wesentlichen handelte es sich hierbei um Überlastungsbeschwerden im Kniebereich (Insertionstendopathien des Lig. patellae, Chondropathien), die eine Modifizierung des Trainings sowie physikalische Therapien erforderten.

Tab. 1: Anthropometrische Daten, Trainings- und Verletzungsanamnese der Probanden

Altersklasse (Jahre, Monate)	n	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	Trainings alter (Jahre)	TE pro Woche	Orthopäd. Beschw. (%)	In Behand- lung (%)
13,00-13,11	186	13,6±0,3	51,2±10,4	164,6±9,2	4,8±2,5	5,1±1,8	5,9	3,8
14,00-14,11	274	14,6±0,4	57,6±10,4	171,6±9,6	5,8±2,6	5,4±2,2	12,0	7,7
15,00-15,11	389	15,5±0,4	62,5±9,8	175,7±8,5	6,1±2,9	5,4±2,2	12,9	7,1
16,00-16,11	262	16,5±0,3	66,3±9,3	178,0±7,5	7,1±2,8	5,6±2,5	10,6	8,0
17,00-17,11	37	17,4±0,3	72,5±10,9	180,0±7,8	8,7±2,4	6,3±2,6	10,5	8,1

Bei den untersuchten Schülern finden sich bereits deutliche Muskelverkürzungen. Weniger als 20% der Schüler zeigten keine oder nur eine Auffälligkeit. Zu Verkürzungen neigen vor allem die ischiocrurale Muskulatur bei den älteren Schülern, dann die Adduktoren (Tab. 1). Tabelle 3 zeigt die relative Kraftentwicklung und das Kraftverhältnis Beuger zu Strecker bei Schwimmern, Tabelle 4 in weiteren Sportarten. Bei der Untersuchung des Quotienten B/S zeigten sich sportartspezifische unterschiedliche, jedoch nicht signifikante Tendenzen. Die Kniegelenkstrecker entwickeln sich z.B. bei Radsportlern stärker als die Kniegelenksbeuger (B/S sinkt von 0,56 auf 0,53, dann erneuter leichter Anstieg). Bei den Leichtathleten zeigt sich eine gegenläufige Tendenz. Wegen der geringen Anzahl der Probanden dürfen diese Ergebnisse jedoch nicht überinterpretiert werden.

Tab. 2: Muskelverkürzungen in % (Klassifikation nach JANDA: Der Wert 5 entspricht freier Beweglichkeit, der Wert 3 einer deutlichen Bewegungseinschränkung)

Alters- klasse (n=1148)	3 (n=186)			14 (n=274)			15 (n=389)			16 (n=262)			17 (n=37)		
	5	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	3
Ischiocr. M.	21,0	52,7	26,3	20,8	46,0	33,2	19,8	47,3	32,9	17,6	42,0	40,5	27,0	32,4	40,5
M. rect. fem.	46,8	43,5	9,7	43,2	49,8	7,0	37,4	50,0	12,6	27,6	56,3	16,1	18,9	62,2	18,9
M. iliopsoas	25,8	60,8	13,4	29,9	59,5	10,6	26,5	64,3	9,3	25,7	62,5	11,9	24,3	62,2	13,5
Adduk- toren	38,7	57,0	4,3	33,2	56,6	10,2	29,3	60,4	10,3	34,7	56,5	8,8	32,4	56,8	10,8

Tab. 3: Entwicklung der statischen Muskelkraft des linken Beines bei männl. Schwimmern

Alters- klasse	Beuger (N/kg)	Strecker (N/kg)	B/S
13 (n=10)	1,57±0,28	3,11±0,45	0,50±0,08
14 (n=23)	1,80±0,40	3,43±0,55	0,53±0,13
15 (n=32)	1,92±0,37	3,61±0,57	0,54±0,10
16 (n=25)	1,98±0,20	3,68±0,56	0,55±0,08
17 (n=3)	1,85±0,29	3,77±0,14	0,49±0,09
Mittelwert (n=90)			0,53±0,09

Tab. 4: Verhältnis Beuger/Strecker linkes Bein in unterschiedlichen Sportarten

Altersklasse	13	14	15	16
Leichtathletik	0,52	0,61	0,67	0,60
Rad	0,56	0,53	0,53	0,60
Schwimmen	0,50	0,53	0,54	0,55
Alle Schüler	0,52	0,55	0,57	0,57

Ein Zusammenhang zwischen einem hohen Kraftniveau und einer Verkürzung der entsprechenden Muskelgruppen sowie zwischen Muskelverkürzungen und Auffälligkeiten des retropatellaren Gleitlagers lässt sich statistisch nicht feststellen.

4 Diskussion

Insgesamt ist mit den bisher vorliegenden Daten eine Zuordnung von muskulären Verkürzungen zu bestimmten Sportarten, muskulären Kraftverhältnissen oder angegebenen Beschwerden nicht möglich. Die muskulären Verkürzungen treten bei allen Sportarten und auch bei den nichtsporttreibenden Schülern auf. Auch zwischen Muskelkraft und orthopädisch auffälligen Befunden lässt sich ein Zusammenhang nicht nachweisen. Der Einfluss von Muskelverkürzungen auf Verletzungshäufigkeit bzw. Beschwerden wird in der Literatur kontrovers diskutiert. So fanden BETZ et al. (1993) bei Athleten mit Achillodynie

ausgeprägte Verkürzungen der Wadenmuskulatur. Beschwerdebilder im Sinne einer Chondropathie gingen einher mit einem verkürzten M. rectus femoris. RUPP und KUPPIG (1995) sahen bei Fußballern einen Zusammenhang zwischen Muskelverkürzungen und Verletzungshäufigkeit. Van MECHELEN und KEMPER (1994) konnten dagegen nicht nachweisen, dass muskuläre Dysbalancen zu Verletzungen bei Läufern führen.

Bei bestimmten Sportarten (Eisschnelllauf, Radsport, Leichtathletik) scheint sich ein spezifisches Verhältnis der Kraftwerte von Beugern zu Streckern (Beinmuskulatur) herauszubilden. Ob es sich hier um eine sportartspezifische Trainingsadaptation handelt – oder lediglich um eine Vernachlässigung der weniger stark beanspruchten Muskelgruppen – kann erst durch weitere Verlaufsuntersuchungen geklärt werden.

5 Literatur

- BETZ, M.; HOTTENROTT, U.; KLIMT, F.: Muskelfunktionsstörungen bei jugendlichen Leistungssportlern. In: LIESEN, H.; WEISS, M.; BAUM, M. (Hrsg.): Regulations- und Repairmechanismen. 33. Deutscher Sportärzte-Kongress Paderborn 1993. Köln 1994, 452-455
- JANDA, V.: Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik. 3. Aufl., Berlin 1994
- RUPP, S.; KUPPIG, R.: Muskeldehnbarkeit und Verletzungshäufigkeit im Fußballsport. Prospektive Untersuchung über eine Saison. *Dtsch. Z. Sportmed.* 46 (1995) 2, 127-132
- VAN MECHELEN, W.; LOBIL, H.; REP, M.H.G.; STROBOS, W.; KEMPER, H.C.G.: Running injuries and hamstring and quadriceps weakness and balance: A case-control study in male runners. *Sports Med. Training Rehabil.* (1994) 5, 83-93
- WOLFF, R.; ZINNER, J.; BÄR, J.: Die Leistungsfähigkeit (Kraft, Ausdauer) der Schüler einer sportorientierten Gesamtschule – Erste Ergebnisse. In: KRUG, J.; MINOW, H.-J. (Hrsg.): Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, Bd. 70. Hamburg 1995, 333-340