Zur Aussagefähigkeit des Armvorhaltetests nach Matthiaß

A. Klee
Fachbereich 3 Erziehungswissenschaften/Betriebseinheit Sportwissenschaft und Allgemeiner Hochschulsport/Arbeitsgruppe Bewegungslehre und Biomechanik der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal (Leitung: Prof. Dr. W. Wiemann)

Zusammenfassung

Im Rahmen einer Dissertation wurde unter anderem der Zusammenhang zwischen dem Armvorhaltetest nach *Matthiaß* und der isometrischen Maximalkraft der Rückenstrecker, der Bauchmuskulatur, der Hüftstrecker und der Hüftbeuger untersucht. In einem ersten Schritt wurde festgestellt, daß große leichte Personen ihr Becken in der für Haltungsschwache typischen Weise zu Beginn des Armvorhaltetests nach *Matthiaß* vorschieben. Über diesen Befund hinaus besteht lediglich ein geringer Zusammenhang zwischen dem Armvorhaltetest nach *Matthiaß* und der Bauchmuskelkraft, der erwartete Zusammenhang zwischen dem Armvorhaltetest nach *Matthiaß* und der Kraft der Rückenstrecker war nicht nachzuweisen. Folglich ist die Eignung des Armvorhaltetests nach *Matthiaß* zur Diagnose einer Haltungsschwäche im allgemeinen und zur Überprüfung der Kraft der Rückenstrecker im besonderen in Frage stellen.

The Relevance of the "Armvorhaltetest" According to Matthiaß

Whithin the framework of a dissertation it was intended – among other things – to investigate the correlation between the "Armvorhaltetest" according to *Matthiaß* and the maximal isometric force (MVC) of the back extensors, the abdominal muscles, the hip flexors and the hip extensors. First of all it could be shown that, at the beginning of the "Armvorhaltetest" according to *Matthiaß*, tall, light people move forward their hip in a manner typical for persons with a weak posture. Apart from the above mentioned result only a weak correlation exists between the "Armvorhaltetest" according to *Matthiaß* and the MVC of the abdominal muscles. Furthermore the expected correlation between the "Armvorhaltetest" and the force of the back extensors could not be established. These findings suggest that the applicability of the "Armvorhaltetest" according to *Matthiaß* as a method to diagnose posture faults in general or to test the force of the back extensors in particular has to be called into question.

Z. Orthop. 133 (1995) 207–213
© 1995 F. Enke Verlag Stuttgart

Einleitung

Bei dem 1958 von *Matthiaß* entwickelten Armvorhaltetest handelt es sich um einen einfachen Haltungsleistungstest, der „sich als zuverlässige Grundlage zur Erstellung einer Haltungsdiagnose in der Praxis bewährt hat" (*Groeneveld*, 1976). Beim Armvorhaltetest nach *Matthiaß* wird der Patient dazu aufgefordert, „den Arm in die Horizontale zu heben. Dadurch wird der Schwerpunkt des mechanischen Systems, Kopf, Rumpf, Arme nach vorn verlagert" (*Matthiaß*, 1977). Während Haltungsgesunde die Rückenmuskulatur stärker anspannen und den gesamten Körper im Drehpunkt oberes Sprunggelenk nach hinten verlagern, um ein Umfallen des Systems zu verhindern, entsteht der charakteristische Eindruck einer Haltungsschwäche durch das Verhalten: Becken nach vorne, Lordosevertiefung und weites Nachhintenlegen des Oberkörpers (Abb. 1). Als mit diesem Verhalten intendierte Entlastungsmechanismen für die überforderte Rückenmuskulatur werden zwei Erklärungen diskutiert: (1) Die günstigeren mechanischen Kräfteverhältnisse des M. erector trunci durch die vermehrte lordotische LWS-Krümmung und (2) ein weniger nach ventral verlagerter Schwerpunkt (*Groeneveld*, 1976). Basierend auf diesem Test, der folglich primär die Kraftentwicklung der Rückenmuskulatur prüft und in der Regel 30 Sekunden durchgeführt wird, wurde von *Groeneveld* (1976) ein zeitlich erweiterter und leistungsmäßig akzentuierter Armvorhaltetest aufgebaut, bei dem die Arme 1 Minute mit zusätzlicher Belastung (ein Zehntel des Ge-

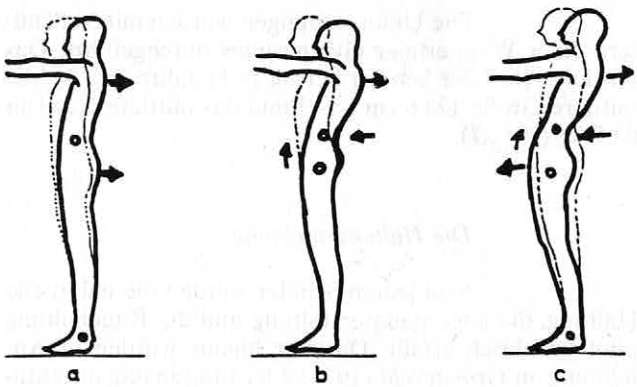

Abb. 1 „Haltungstest nach *Matthiaß* mittels Arm-Vorhebe-Prüfung. Durch die Armvorhalte verlagert sich der Schwerpunkt nach vorn. Das haltungsstarke Kind verlagert den Gesamtkörper nur gering nach rückwärts (a), wobei es manchmal die Brustkyphose und die Lendenlordose leicht verstärkt (b). Das haltungsschwache Kind schiebt das Becken nach vorn und vertieft die Lordose erheblich: Haltungverfall (c)" (*Junghanns*, 1986)

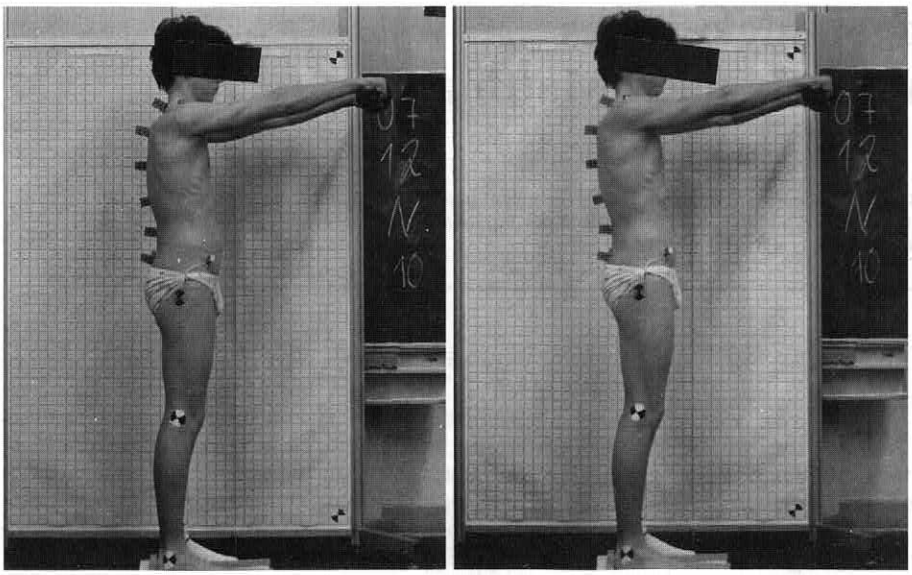

Abb. 2 Der Armvorhaltetest nach *Matthiaß*

wichts, das das Kind zuvor in der Armvorhalte maximal gestemmt hat) in der Horizontalen gehalten werden. Ziel dieser zeitlichen und leistungsmäßigen Erweiterung des „Armvorhalte-Tests nach *Matthiaß-Groeneveld*" (*Klein* und *Güth,* 1986) ist, stärkere Ausweichbewegungen zu provozieren.

Groeneveld (1976) stellte in seiner Untersuchung eine positive Korrelation zwischen dem maximalen Stemmgewicht und der Haltungsgesundheit fest. Darüber hinaus sind keine Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Haltungsleistungsfähigkeit und der Muskelkraft dokumentiert. Im Rahmen einer Dissertation (*Klee,* 1993) sollte unter anderem dieser grundsätzlichen Frage nach der *Aussagefähigkeit* des Armvorhaltetests nach *Matthiaß* bezüglich der Muskelkraft im allgemeinen und der Kraft der Rückenmuskulatur im besonderen nachgegangen werden.

Versuchspersonen und Methoden

Die Untersuchungen wurden mit 54 Schülern eines Wuppertaler Gymnasiums durchgeführt. Das mittlere Alter der Schüler betrug 14,11 Jahre (±1,1), die mittlere Größe 173,6 cm (±9) und das mittlere Gewicht 63,5 kg (±11,7).

Die Haltungsmessung

Von jedem Schüler wurden die habituelle Haltung, die angespannte Haltung und die Ruhehaltung photographisch erfaßt. Darüber hinaus wurden in Anlehnung an *Groeneveld* (1976) 2 leistungsmäßig akzentuierte Armvorhaltetests durchgeführt:

1. Armvorhaltetest nach *Matthiaß*
   Die Vp bekam die Aufgabe, 30 sec. mit den Armen in der Vorhalte zu stehen. Als Zusatzbelastung diente eine nach dem Körpergewicht der Vpn gestaffelte Hantel (Abb. 2):
   40–55 kg Körpergewicht: Hantelstange (2,5 kg),
   55–70 kg Körpergewicht: Hantelstange +1,25 kg,
   70–85 kg Körpergewicht: Hantelstange +2,5 kg.
2. erweiterter Armvorhaltetest nach *Matthiaß*
   Die Vpn absolvierten ein zweites Mal den Armvorhaltetest, wurden jedoch vorher instruiert, so lange wie möglich aufrecht stehen zu bleiben und das Bekken nicht nach vorn zu schieben und sich nicht ins Hohlkreuz zu legen. Durch Unterschiede zwischen den Haltungsveränderungen des ersten und des zweiten Tests kann das Haltungsgefühl geprüft werden, d. h. Vpn, die im ersten Test aus Bequemlichkeit die tiefe Ruhehaltung eingenommen haben, können von solchen Vpn unterschieden werden, die aufgrund einer Haltungsschwäche in die tiefe Ruhehaltung verfallen.

In Anlehnung an *Groeneveld* (1976) und *Rieder* u. Mitarb. (1986) wurde zur Objektivierung der visuellen Begutachtung ein photographisches Aufnahme- und Auswerteverfahren angewandt. Die kinematographische Auswertung wurde an einem Auswertetisch vorgenommen, bei dem die Diapositive mittels eines Diaprojektors auf ein Digitalisierbrett (30×45 cm) projiziert und die Meßpunkte über eine entsprechende Software in den Computer eingelesen werden. Von den auf Abb. 2 erkennbaren Meßpunkten sind für die Auswertung des Armvorhaltetests nach *Matthiaß* die folgenden Parameter entscheidend: die Verbindungslinie der Vertebra prominens und des Os sacrum („Wirbelsäulenlängsachse"), die Verbindungslinie des Os sacrum und des Malleolus lateralis („Bein-Becken-Längsachse"), und der Winkel, der von der Verlängerung der Wirbelsäulenlängsachse und der „Bein-Becken-Längsachse" eingeschlossen wird („Gesamtkörperwinkel", Abb. 3). Verläuft die Verlängerung der Wirbelsäulenlängsachse ventral vor der „Bein-Becken-Längsachse", weist die Vp eine Körperhaltung mit vorgeschobenem Becken auf (Winkel $\alpha < 0$), verläuft sie dorsal hinter dieser Linie, eine Körperhaltung, bei dem sich das Becken hinter den Schultern und den Füßen befindet (Winkel $\alpha > 0$). Dieser Parameter ist somit folgendermaßen skaliert: Je kleiner (der Winkel α), desto weiter ist das Becken vorgeschoben.

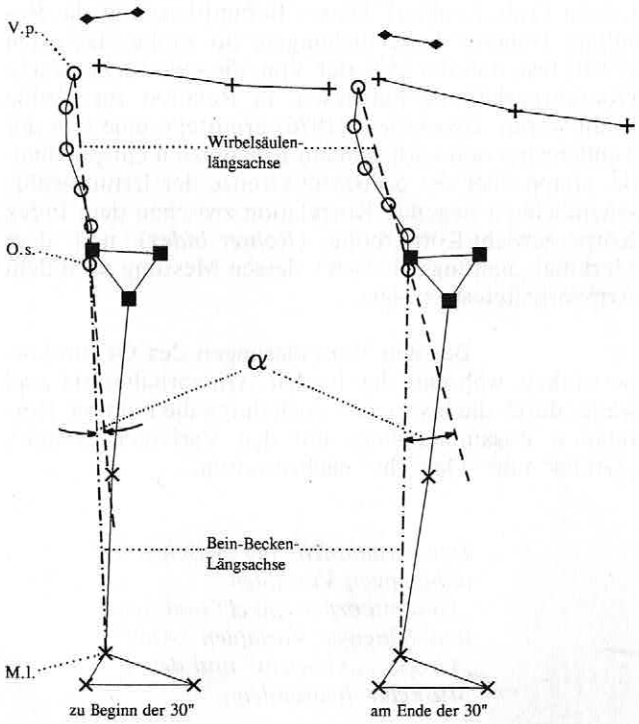

Abb. 3 Die Auswertung des Armvorhaltetests nach *Matthiaß*. Die Abbildung zeigt die Vp, die ihr Becken im Verlauf des Tests am weitesten nach vorn schiebt. Gesamtkörperwinkel (α) zu Beginn des Haltetests: −2,07° (links); am Ende der 30": −16,36° (rechts). M.l.: Malleolus lateralis, O.s.: Os sacrum, V.p.: Vertebra prominens

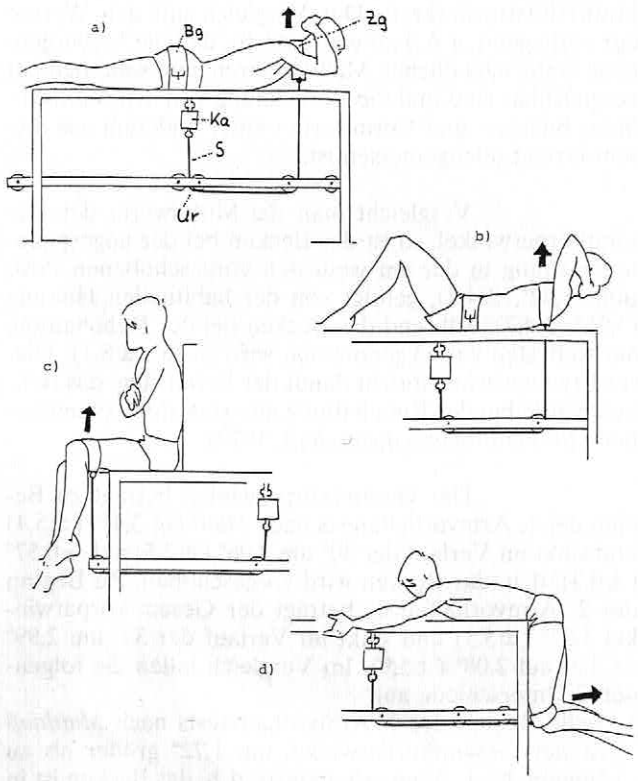

Abb. 4 „Krafttisch (schematisch) zur Bestimmung der Rumpfstreckkraft (a), Rumpfbeugekraft (b), Hüftbeugekraft (c) und Hüftstreckkraft (d). Bg: Befestigungsgurt, Ka: Kraftaufnehmer, S: Stahlseil, Ur: Umlenkrollen, Zg: Zuggurt" (*Wiemann* und *Wolpert*, 1990)

Die Kraftmessung

Die Messung der isometrischen Maximalkraft der Rückenstrecker, der Bauchmuskulatur, der Hüftstrecker und der Hüftbeuger wurde an einer hierfür konstruierten Meßstation (Abb. 4) über einen Kraftaufnehmer vorgenommen, der die durch die Krafterzeugung verursachten Spannungsschwankungen als Eingangsgröße nimmt, die über einen Trägerfrequenzmeßverstärker und eine Analog-Digital-Karte und mit Hilfe eines Programms in den Computer eingelesen und dort abgespeichert wurde. Die Meßdauer betrug 5 Sekunden. Durch die Wiedergabe des Kraftverlaufes auf dem Bildschirm wurde eine Kontrolle des Meßvorganges gewährleistet; denn wie sich in Vorversuchen zeigte, können z.B. bei der Bauchmuskelkraftmessung durch eine schwunghafte Ausführung höhere Werte erzielt werden als bei einer korrekten, langsameren Ausführung. Die Vpn wurden bei der Kraftmessung angewiesen, die jeweilige Bewegung zügig, aber ohne Schwung auszuführen. Messungen, bei denen sich deutliche Kraftspitzen im Verlauf zeigten, wurden nicht aufgezeichnet und mußten wiederholt werden.

Statistik

Die inferenzstatistische Auswertung wurde mit dem Statistik-Programm SPSS/PC+ Version 3.0 durchgeführt. Die angegebenen Irrtumswahrscheinlichkeiten p beziehen sich sowohl bei den t-Tests als auch bei den Produkt-Moment Korrelationskoeffizienten r von *Pearson* auf eine zweiseitige Fragestellung ("two-tailed probability"); eine Division durch 2 ergibt den Wert für eine einseitige Fragestellung (*Uehlinger*, 1988). Über diese bivariante Auswertung hinaus wurden mit der Methode „Backward" (Rückwärts-Elimination) multiple Korrelationen berechnet, einem Verfahren, das „zur Analyse der Beziehung zwischen einer abhängigen (Kriterium) und einer Anzahl unabhängiger Variablen (Prädiktoren) eingesetzt' (*Uehlinger*, 1988) wird. Der Vorteil der multiplen Korrelation besteht zum einen darin, Redundanzen (Scheinkorrelationen) aufzudecken und somit falsche Schlußfolgerungen zu vermeiden, und zum anderen darin, durch die Kombination mehrerer Prädiktorvariablen und dabei entstehende Suppressionseffekte die Varianz der Kriteriumsvariablen besser erklären zu können (*Bortz*, 1989).

Ergebnisse

Die Mittelwerte der Kraftmessung betragen bei den Hüftstreckern 614 N (±136), bei den Hüftbeugern 243 N (±51), bei den Bauchmuskeln 267 N (±70) und bei den Rückenmuskeln 215 N (±52). *Brenke* u.a. (1986) postulieren als optimalen Quotienten Rückenmuskelkraft/Bauchmuskelkraft einen Wert von 1. *Lehmann* (1991) schließt sich diesem Urteil an und fordert diesen Wert auch für das Verhältnis Hüftbeuger-

kraft/Hüftstreckerkraft. Der Vergleich mit den Werten der vorliegenden Arbeit verdeutlicht, daß die Meßergebnisse unterschiedlicher Meßverfahren nur sehr bedingt vergleichbar sind und die Berechnung von arthromuskulären Balance- und Normwerten unter anderem aus diesem Grund unangemessen ist.

Vergleicht man die Mittelwerte der Gesamtkörperwinkel, so ist das Becken bei der angespannten Haltung in der am weitesten vorgeschobenen Position (1,72°, ±4,7), gefolgt von der habituellen Haltung (3,35°, ±4,7), während das Becken bei der Ruhehaltung am weitesten zurückgenommen wird (5,86°, ±8,1). Dieses Ergebnis widerspricht damit der Erwartung, das Bekken würde bei der Ruhehaltung am weitesten vorgeschoben (*Bundesarbeitsgemeinschaft,* 1977).

Der Gesamtkörperwinkel beträgt zu Beginn des 1. Armvorhaltetests nach *Matthiaß* 3,41° (±5,4) und sinkt im Verlauf der 30″ um 3,98° (±2,5) auf −0,57° (±6,3), d. h. das Becken wird vorgeschoben. Zu Beginn des 2. Armvorhaltetests beträgt der Gesamtkörperwinkel 5,07° (±5,5) und sinkt im Verlauf der 30″ um 2,99° (±3,5) auf 2,08° (±5,9). Im Vergleich fallen die folgenden 2 Unterschiede auf:

1. Beim Beginn des 2. Armvorhaltetests nach *Matthiaß* ist der Gesamtkörperwinkel um 1,72° größer als zu Beginn des 1. Armvorhaltetests, d. h. das Becken ist in einer weniger vorgeschobenen Position (p = ,001).
2. Während der 30″ des 2. Armvorhaltetests nach *Matthiaß* wird das Becken um 0,99° weniger vorgeschoben als während der 30″ des 1. Armvorhaltetests (p = ,012).

Diese Unterschiede dokumentieren, daß durch die Aufmerksamkeitslenkung beim Armvorhaltetest nach *Matthiaß* eine bessere Halteleistungfähigkeit errreicht wird, also manche Vpn beim 1. Armvorhaltetest sowohl zu Beginn als auch im Verlauf der 30″ aus Bequemlichkeit das Becken nach vorn schieben. *Schoberth* (1983) stellt die Aussagefähigkeit des Armvorhaltetests nach *Matthiaß* grundsätzlich in Frage: „Bei der Untersuchung von Spitzenfußballspielern konnte festgestellt werden, daß jeder, der ein bißchen ökonomisch zu arbeiten versteht, bewußt oder unbewußt den Oberkörper zurückneigt, um den Hebelarm zu verkürzen und Kraft einzusparen."

Der Zusammenhang zwischen der abhängigen Variablen „Gesamtkörperwinkel" und den unabhängigen Variablen „Größe" und „Gewicht"

Die multiplen Korrelationen mit den abhängigen Variablen „Gesamtkörperwinkel bei der habituellen Haltung", „Gesamtkörperwinkel bei der angespannten Haltung", „Gesamtkörperwinkel bei der Ruhehaltung", „Gesamtkörperwinkel zu Beginn der 30″ beim 1. Armvorhaltetest" und „Gesamtkörperwinkel zu Beginn der 30″ beim 2. Armvorhaltetest" einerseits und den unabhängigen Variablen „Alter", „Größe" und „Gewicht" andererseits ergeben übereinstimmend, daß große leichte Vpn ein weiter vorgeschobenes Becken aufweisen (Tab. 2, oben). Dieser Befund bestätigt die Resultate früherer Untersuchungen. So stellte *Asmussen* (1960) fest, daß die 25% der Vpn, die eine rückgeneigte Oberkörperhaltung aufwiesen, in Relation zur Größe leicht waren. *Groeneveld* (1976) ermittelte eine von der Tendenz her den vorliegenden Ergebnissen entsprechende, knapp über der 5-Prozent-Grenze der Irrtumswahrscheinlichkeit liegende Korrelation zwischen dem Index Körpergewicht/Körperhöhe *(Rohrer-Index)* und dem Merkmal „haltungsschwach", dessen Messung nach dem Armvorhaltetest erfolgte.

Bei den Veränderungen des Gesamtkörperwinkels während der beiden Armvorhaltetests sind weder durch die bivariate – noch durch die multiple Korrelation Zusammenhänge mit den Variablen „Alter", „Größe" und „Gewicht" nachzuweisen.

Der Zusammenhang zwischen der abhängigen Variablen „Gesamtkörperwinkel" und den unabhängigen Variablen „Alter", „Größe", „Gewicht" und den 4 Muskelkraftvariablen

Die multiplen Korrelationen mit den abhängigen Variablen „Gesamtkörperwinkel bei der habituellen Haltung" und „Gesamtkörperwinkel bei der angespannten Haltung" ergeben, daß sich über den Zusammenhang mit den unabhängigen Variablen „Größe" und „Gewicht" hinaus beim Einbezug der 4 Muskelkraftvariablen noch eine Beziehung des Gesamtkörperwinkels zur Bauchmuskelkraft zeigt: Je höher die Kraft der Bauchmuskeln, um so mehr wird das Becken nach vorn geschoben und der Oberkörper zurückgeneigt (Tab. 2, unten, Spalten „GKW_1" und „GKW_2"). Diese Zusammenhänge deuten sich auch schon bei der bivariaten Korrelation an (Tab. 1). Hier sind zwei Erklärungen möglich:

1. Vpn mit kräftigeren Bauchmuskeln setzen diese als Haltungsmuskeln ein und haben deshalb einen weiter rückgeneigten Oberkörper und ein weiter vorgeschobenes Becken.
2. Vpn, die die Körperhaltung mit weiter vorgeschobenem Becken bevorzugen, weisen durch einen mit dieser Gewohnheitshaltung verbundenen Kräftigungsreiz besser entwickelte Bauchmuskeln auf.

Eine weitergehende Auswertung läßt darauf schließen, daß der Ursache-Wirkungs-Zusammenhang in der unter „2." dargestellten Form wirkt. Zumindest in diesem Punkt scheint es also so zu sein, daß die Körperhaltung die Muskelkraft beeinflußt und nicht umgekehrt.

Das Ergebnis der multiplen Korrelation mit der abhängigen Variablen „Gesamtkörperwinkel bei der Ruhehaltung" unterscheidet sich von den beiden vorherigen multiplen Korrelationen. Der bestimmende Einfluß der Variablen „Größe" und „Gewicht" ist in dieser multiplen Korrelation nicht vorhanden (Tab. 2, unten, Spalte „GKW_3"). Hingegen zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zur Kraft der Rückenmuskeln und der Hüftbeuger: Vpn, die gleichzeitig schwache Hüftbeu-

Tab. 1 Korrelationsmatrix

	GKW_1	GKW_2	GKW_3	GKW_4	GKW_{5-4}	GKW_8	GKW_{9-8}
Alter	.0089	.1704	−.0414	.1074	.0762	.0526	.1200
	54	54	54	54	54	52	52
	.949	.218	.767	.439	.584	.711	.397
Größe	−.0945	−.0472	.0225	.0063	.0326	−.0414	−.0740
	54	54	54	54	54	52	52
	.497	.735	.872	.964	.815	.771	.602
Gewicht	.2603	.1892	.2122	.3300	−.0215	.2671	−.1414
	54	54	54	54	54	52	52
	.057	.171	.123	.015	.878	.056	.317
K_{Hs}	−.0773	−.0358	.0427	.0289	−.0175	.0050	.0425
	54	54	54	54	54	52	52
	.579	.797	.759	.835	.900	.972	.765
K_{Hb}	.2109	.0708	.2657	.2606	.0714	.1220	.0575
	54	54	54	54	54	52	52
	.126	.611	.052	.057	.608	.389	.686
K_{Bm}	−.2501	−.2535	−.0294	−.1122	.1561	−.0939	.1820
	54	54	54	54	54	52	52
	.068	.064	.833	.419	.260	.508	.197
K_{Rm}	.0728	.0792	−.0486	.1110	.0736	.0010	.1214
	54	54	54	54	54	52	52
	.601	.569	.727	.424	.597	.994	.391

GKW_1: der Gesamtkörperwinkel bei der habituellen Haltung
GKW_2: der Gesamtkörperwinkel bei der angespannten Haltung
GKW_3: der Gesamtkörperwinkel bei der Ruhehaltung
GKW_4: der Gesamtkörperwinkel zu Beginn des 1. Armvorhaltetests nach *Matthiaß*
GKW_{5-4}: die Veränderung des Gesamtkörperwinkels im Verlauf des 1. Armvorhaltetests nach *Matthiaß*
GKW_8: der Gesamtkörperwinkel zu Beginn des 2. Armvorhaltetests nach *Matthiaß*
GKW_{9-8}: die Veränderung des Gesamtkörperwinkels im Verlauf des 2. Armvorhaltetests nach *Matthiaß*
K_{Hs}: die isometrische Maximalkraft der Hüftstrecker
K_{Hb}: die isometrische Maximalkraft der Hüftbeuger
K_{Bm}: die isometrische Maximalkraft der Bauchmuskeln
K_{Rm}: die isometrische Maximalkraft der Rückenmuskeln
jeweils 1. Zahl: Korrelationskoeffizient
jeweils 2. Zahl: N (Anzahl der Fälle)
jeweils 3. Zahl: Irrtumswahrscheinlichkeit p bei zweiseitiger Fragestellung

ger und kräftige Rückenmuskeln besitzen, weisen ein weiter vorgeschobenes Becken auf als Vpn mit kräftigen Hüftbeugern und schwachen Rückenmuskeln.

Bei der Auswertung wurde von der Hypothese ausgegangen, daß ein Zusammenhang zwischen den abhängigen Variablen „Gesamtkörperwinkel zu Beginn der 30″ beim 1. Armvorhaltetest", „Gesamtkörperwinkel zu Beginn der 30″ beim 2. Armvorhaltetest", „Veränderung des Gesamtkörperwinkels im Verlauf der 30″ des 1. Armvorhaltetests" und „Veränderung des Gesamtkörperwinkels im Verlauf der 30″ des 2. Armvorhaltetests" einerseits und der Muskelkraft im allgemeinen und der Rückenmuskelkraft im besonderen andererseits besteht, d.h. es wurde angenommen, Vpn mit geringerer Muskelkraft würden ihr Becken zu Beginn und im Verlauf des Armvorhaltetests weiter nach vorn schieben als Vpn mit relativ hoher Muskelkraft.

Die multiple Korrelation mit der abhängigen Variablen „Gesamtkörperwinkel zu Beginn der 30″ beim 1. Armvorhaltetest" ergibt, daß die hohe erklärte Varianz der Beckenposition (28,136%) weitgehend durch die Variablen „Größe" und „Gewicht" getragen wird und darüber hinaus wieder der Zusammenhang zur Bauchmuskelkraft besteht (Tab. 2, unten, Spalte „GKW_4"). Die multiple Korrelation mit der abhängigen Variablen „Gesamtkörperwinkel zu Beginn der 30″ beim 2. Armvorhaltetest" hat ausschließlich den bereits bekannten Zusammenhang mit den Variablen „Größe" und „Gewicht" zum Ergebnis (Tab. 2, unten, Spalte „GKW_8").

Die multiple Korrelation mit der abhängigen Variablen „Veränderung des Gesamtkörperwinkels im Verlauf des 1. Armvorhaltetests" ergibt kein signifikantes Ergebnis, bei der abhängigen Variablen „Veränderung des Gesamtkörperwinkels im Verlauf des 2. Armvorhaltetests" zeigt sich ein tendenziell signifikanter[1] Zusammenhang mit der Kraft der Bauchmuskulatur und mit dem Gewicht, d.h. Vpn, die in Relation zum Körpergewicht eine kräftige Bauchmuskulatur aufweisen, schieben ihr Becken im Verlauf des 2. Armvorhalte-

1 Da die Irrtumswahrscheinlichkeit aufgrund des Vorliegens einer einseitigen Fragestellung halbiert werden kann, sind die Beta-Gewichte der Variablen „Gewicht" (,0449) und „isometrische Maximalkraft der Bauchmuskeln" (,0301) signifikant und der multiple Zusammenhang nur gering über der 5%-Grenze (Signif. F = ,1024/2 = ,0512)

Tab. 2 Ergebnisse der multiplen Korrelationen

Dependent		GKW_1	GKW_2	GKW_3	GKW_4	GKW_8
Größe	Beta	−.74157	−.48527	−.35542	−.62453	−57472
	Sig T	.0002	.0228	.0978	.0018	.0048
Gewicht	Beta	.83498	.56533	.48768	.81403	.70307
	Sig T	.0000	.0086	.0247	.0001	.0007
Multiple R		.53608	.36037	.30903	.51449	.46003
Adjusted R Square		.25943	.09575	.06003	.23586	.17945
Signif F		.0002	.0288	.0773	.0004	.0030

Dependent		GKW_1	GKW_2	GKW_3	GKW_4	GKW_8	GKW_{9-8}
Alter	Beta		.35965				
	Sig T		.0219				
Größe	Beta	−.71169	−.49321		−.60443	−.57472	
	Sig T	.0001	.0112		.0019	.0048	
Gewicht	Beta	.96120	.57928		.89895	.70307	−.25841
	Sig T	.0000	.0048		.0000	.0007	.0898
K_{Hs}	Beta						
	Sig T						
K_{Hb}	Beta			.40698			
	Sig T			.0114			
K_{Bm}	Beta	−.38645	−.50419		−.26000		.28724
	Sig T	.0019	.0007		.0450		.0602
K_{Rm}	Bata			−.26529			
	Sig T			.0933			
Multiple R		.64347	.56744	.34789	.56748	.46003	.29800
Adjusted R Square		.37889	.26664	.08656	.28136	.17945	.05161
Signif F		.0000	.0007	.0373	.0002	.0030	.1024

Dependent (abhängige Variablen):

GKW_1: der Gesamtkörperwinkel bei der habituellen Haltung
GKW_2: der Gesamtkörperwinkel bei der angespannten Haltung
GKW_3: der Gesamtkörperwinkel bei der Ruhehaltung
GKW_4: der Gesamtkörperwinkel zu Beginn des 1. Armvorhaltetests nach *Matthiaß*
GKW_8: der Gesamtkörperwinkel zu Beginn des 2. Armvorhaltetests nach *Matthiaß*
GKW_{9-8}: die Veränderung des Gesamtkörperwinkels im Verlauf des 2. Armvorhaltetests nach *Matthiaß*

Unabhängige Variablen: Alter, Größe, Gewicht:

K_{Hs}: die isometrische Maximalkraft der Hüftstrecker
K_{Hb}: die isometrische Maximalkraft der Hüftbeuger
K_{Bm}: die isometrische Maximalkraft der Bauchmuskeln
K_{Rm}: die isometrische Maximalkraft der Rückenmuskeln

Beta: Beta-Gewicht, partielles Bestimmtheitsmaß
Sig T: Signifikanz der Beta-Gewichte
Multiple R: Höhe des multiplen Zusammenhangs
Adjusted R Square: angepaßtes, quadriertes R; erklärte Varianz
Signif F: Signifikanz des multiplen Zusammenhangs

tests weniger nach vorn (Tab. 2, unten, Spalte „GKW_{9-8}").

Diskussion

Angesichts der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung muß die Aussagefähigkeit des Armvorhaltetests nach *Matthiaß* in Frage gestellt werden. Sie lassen darüber hinaus den Schluß zu, daß die Beurteilung des Armvorhaltetests nach *Matthiaß* durch das Phänomen der „self-fulfilling-prophecy" beeinflußt sein könnte: Der Beurteiler sieht eine große, leichte Person, die – möglicherweise aus statischen Gründen – das Becken nach vorn schiebt[2], und schließt auf eine Haltungsschwäche. Innerhalb der multiplen Korrelation ist kein Zusammenhang zwischen der Haltung zu Beginn des Armvorhaltetests nach *Matthiaß* bzw. zwischen der Haltungsveränderung während des Tests einerseits und der Rückenmuskelkraft andererseits nachweisbar. Es besteht lediglich ein geringer, der allgemeinen Hypothese

2 „... ein großer Mensch ist statisch labiler und muß deshalb einer standardisierten Vorverlegung des Schwerpunktes durch eine größere Gegenregulation begegnen" (*Groeneveld*, 1976)

entsprechender Zusammenhang mit der Kraft der Bauchmuskeln. Da auch bei der habituellen Haltung, bei der angespannten Haltung und bei dem „Gesamtkörperwinkel zu Beginn des 1. Armvorhaltetests nach *Matthiaß*" ein Zusammenhang zwischen der Beckenposition und der Bauchmuskelkraft besteht, muß dieser Muskelgruppe Haltungsfunktion zugesprochen werden, und die normative Zuordnung einer Haltungsfunktion für die Rückenmuskeln und einer Bewegungsfunktion für die Bauchmuskeln ist zu relativieren. Dieses Ergebnis wird durch die Untersuchungsergebnisse von *Asmussen* (1960), *Asmussen* und *Klausen* (1962), *Klausen* (1965) und *Klausen* und Mitarb. (1978) gestützt, die durch elektromyographische – und durch Plattform-Untersuchungen übereinstimmend feststellten, daß bei 20 bis 25% der Menschen die Bauchmuskeln der Schwerkraft entgegenwirken, also Haltungsmuskeln sind. An dieser Stelle kann nicht schlußendlich entschieden werden, inwiefern die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung auch auf ältere, muskulär schwächere Patienten übertragen werden können. Einerseits stellt *Leger* (1959) fest, daß sich sowohl Beckenneigung als auch Wirbelsäulenform von Kindern und von Erwachsenen voneinander unterscheiden. Da es sich andererseits bei den Ergebnissen jedoch um Erkenntnisse zur Statik der menschlichen Haltung handelt, die sich mit Ergebnissen vergleichbarer Untersuchungen decken, und die Probanden bezüglich des Alters, der Größe, des Gewichts und der Muskelkraft eine annehmbare Streubreite aufweisen, scheint eine Übertragbarkeit auf andere Stichproben wahrscheinlich.

Literatur

Asmussen, E.: The weight-carrying function of the human spine. Acta Orthop. Scand. 29 (1960) 276–290

Asmussen, E., K. Klausen: Form and function of the erect human spine. Clin. Orthop. 25 (1962) 55–63

Bortz, J.: Statistik. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo 1989

Brenke, H., L. Dietrich: Die Bestimmung der Rücken- und Bauchmuskelkraft. Medizin und Sport 26 (1986) 92–94

Bundesarbeitsgemeinschaft zur Förderung haltungsgefährdeter Kinder und Jugendlicher e. V. Düren (Hrsg.): Lehr- und Arbeitsbuch Sonderturnen. 5. bearbeitete Aufl. Dümmler, Bonn 1977

Groeneveld, H. B.: Metrische Erfassung und Definition von Rückenform und Haltung des Menschen. Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 65, Hippokrates, Stuttgart 1976

Junghanns, H. (Hrsg.): Die Wirbelsäule unter den Einflüssen des täglichen Lebens, der Freizeit, des Sportes. Hippokrates, Stuttgart 1986

Klausen, K.: The Form and Function of the Loaded Human Spine. Acta Physiol. Scand. 65 (1965) 176–190

Klausen, K., K. Jeppesen, A. Mogenson: Form and function of the erect spine in young girls. In: Asmussen, E., K. Jorgenson (Hrsg.): Biomechanics VI-B, International series on Sport Sciences, Volume 2B. University Park Press, USA, Baltimore 1978, 171–179

Klee, A.: Haltung, muskuläre Balance und Training. Die metrische Erfassung der Haltung und des Funktionsstandes der posturalen Muskulatur – Möglichkeiten der Haltungsbeeinflussung durch funktionelle Dehn- und Kräftigungsübungen. Inaugural-Dissertation, Harri Deutsch, Frankfurt a. M. 1994

Klein, D., V. Güth: Ein optoelektronisches Verfahren zur Bewegungs- und Haltungsanalyse. Z. Orthop. 124 (1986) 57–62

Leger, W.: Die Form der Wirbelsäule mit Untersuchungen über ihre Beziehung zum Becken und die Statik der aufrechten Haltung. Beilageheft zur Zeitschrift für Orthopädie, Bd. 91. Enke, Stuttgart 1959

Lehmann, F.: Zur Bedeutung des arthromuskulären Gleichgewichts. Leistungssport (1991) 16–19

Matthiaß, H. H.: Regelvorgänge bei der Haltung – Grundlagen der menschlichen Haltung. In: Volck, G., H. Reiber: Schulsonderturnen in der Diskussion. Hofmann, Schorndorf 1977, 60–78

Rieder, H., R. Kuchenbecker, G. Rompe: Motorische Entwicklung, Haltungsschwächen und Sozialisationsbedingungen. Hofmann, Schorndorf 1986

Schoberth, H.: Haltungsschäden und Sport. Physiotherapie 74 (1983) 247–252

Uehlinger, H.-M.: SPSS/PC+ Benutzerhandbuch Band 1: Dateneingabe – Datenmanagement – Datenverwaltung und einfache statistische Verfahren (Modul SPSS/PC+ Base). Fischer, Stuttgart, New York 1988

Wiemann, K., W. Wolpert: Muskuläre Dysbalancen im Rumpfbereich und deren Auswirkung auf den Gesamtkörper. Unveröffentlichter Antrag auf Gewährung einer Zuwendung eines Forschungsauftrages durch das Bundesinstitut für Sportwissenschaft, 1990

Dr. phil. Andreas Klee
Universität Wuppertal
Fb 3/Sportwissenschaft
Gaußstr. 20
D-42097 Wuppertal