

Knapik A<sup>1</sup>, Saulicz E<sup>2,4</sup>, Rottermund J<sup>5</sup>, Saulicz M<sup>3,4</sup>, Myśliwiec A<sup>2</sup>, Linek P<sup>2</sup>

# Einfluss von Leistungssport auf die Beweglichkeit in späteren Lebensjahren

## *The Influence of Professional Sport on Flexibility in Adulthood*

<sup>1</sup> Schlesische Medizinische Universität, Abteilung für Gesundheitswissenschaften, Kattowitz OS, Polen

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Kinesiotherapie und spezielle Methoden der Physiotherapie, Akademie für Körpererziehung, Kattowitz OS, Polen

<sup>3</sup> Lehrstuhl für Physiotherapie der inneren Krankheiten, Akademie für Körpererziehung, Kattowitz OS, Polen

<sup>4</sup> Wirtschaftshochschule, Dąbrowa Górnicza, Polen

<sup>5</sup> Verwaltungshochschule, die Abteilung der Physiotherapie, Bielsko-Biała, Polen

### ZUSAMMENFASSUNG

Die funktionelle Leistungsfähigkeit des menschlichen Bewegungsapparates ist ein wichtiger Faktor für das körperliche Wohlbefinden, das laut der WHO unabdingbar zum Gesundheitsbegriff dazugehört. Untersucht wurden 171 freiwillige männliche Probanden im Alter von 30 bis 60 Jahren, dabei wurden das aktuelle und zurückliegende physische Aktivitätsniveau erhoben sowie motorische Tests zur Überprüfung der Rumpfbeweglichkeit in drei Ebenen durchgeführt. Insgesamt konnte der Einfluss regelmäßiger körperlicher Aktivität auf die motorische Leistungsfähigkeit, einschließlich der Beweglichkeit, festgestellt werden. Zudem kann man schlussfolgern, dass sportliche Betätigung in der Jugend im Allgemeinen einen höheren Grad der Beweglichkeit in späteren Lebensjahren zufolge hat, auch unter Berücksichtigung eines aktuellen Mangels an physischer Aktivität, was wiederum auf einen möglichen „Übertragungseffekt“ hinweist.

**Schlüsselwörter:** Beweglichkeit, körperliche Aktivität, Übertragungseffekt

### SUMMARY

The functional efficiency of the physical motor system constitutes one of the basic factors creating welfare which according to WHO is synonymous to health. 171 men aged 30-60 were tested. The current and past levels of physical activity were determined in the research. Measurements of the range of the torso's three-plane mobility. An impact of a systematic physical activity on the level of the functional efficiency of the physical motor system, including suppleness, was established. The results of the research allowed the authors to conclude that doing sports professionally in youth brings about a generally higher level of flexibility in adulthood, even with a lack of physical activity, which seems to indicate the existence of the „translocation effect“.

**Key Words:** flexibility, physical activity, translocation effect

### EINLEITUNG

Die funktionelle Leistungsfähigkeit des menschlichen Bewegungsapparates ist ein wichtiger Faktor für das körperliche Wohlbefinden, das laut der WHO unabdingbar zum Gesundheitsbegriff gehört (5,11).

Die moderne und wirtschaftlich entwickelte Gesellschaft ist durch einen vorwiegend sitzenden Lebensstil mit eingeschränktem Bewegungsumfang charakterisiert. Die aufgrund der fehlenden Aktivität mangelhafte Stimulation der Muskulatur wirkt sich besonders negativ auf die Funktionalität und Beweglichkeit der Wirbelsäule und streng genommen – unter Berücksichtigung der Komplexität des menschlichen Bewegungsapparates – auf die Funktionalität und Beweglichkeit des gesamten Rumpfes aus (15). Einen wichtigen Bestandteil dieser Funktionalität stellt die Fähigkeit, eine optimale (möglichst hohe) Bewegungsamplitude nutzen zu können, dar (5,8).

Der Grad der Beweglichkeit wird von mehreren Faktoren beeinflusst: Geschlecht, Alter, Umgebungstemperatur, Tageszeit, individuell unterschiedliche anatomische Voraussetzungen, Prozesse der Bewegungssteuerung und -regulation sowie individuelle Höhe und Art der Energiebereitstellung.

Zudem ist die Beweglichkeit als eine strukturell-morphologische Eigenschaft in erheblichem Maße für Impulse mittels körperlicher Betätigung und Aktivität empfänglich (1,13), wobei der Stimulationsgrad und die Stimulationsart individuell unterschiedlich sind sowie auch das jeweilige Höchstmaß in Abhängigkeit des Lebensalters.

Bisherige Forschungsergebnisse wie auch damit verbundene mögliche Präventionsrichtlinien werfen Fragen hinsichtlich des Zusammenhanges zwischen physischer Aktivität und dem Grad der Beweglichkeit auf, denn es scheint so, dass bedeutende Untersuchungen auf biomedizinischer Ebene die Komplexität dieser Bedingungen nicht vollständig erklären können. Eine große Anzahl von Komponenten, die die Motorik des Menschen bestimmen, wie Genetik, Lebensstil und der nicht vollends erforschte

accepted: April 2014

published online: May 2014

DOI: 10.5960/dzsm.2014.128

Knapik A, Saulicz E, Rottermund J, Saulicz M, Myśliwiec A, Linek P. Einfluss von Leistungssport auf die Beweglichkeit in späteren Lebensjahren. Dtsch Z Sportmed. 2014; 65: 133-138.

Zusammenhang untereinander, stellen Wissenschaftler vor neue Aufgaben und Herausforderungen und werden dies auch in Zukunft tun. Dementsprechend besteht der Bedarf an weiteren umfangreichen Untersuchungen, die den Zusammenhang sowohl eines gewöhnlichen (für die allgemeine Bevölkerung typischen) Aktivitätsniveaus wie auch eines erhöhten Aktivitätsniveaus mit den jeweiligen motorischen Effekten beleuchten. Gleiches gilt für das Potential der körperlichen Betätigung hinsichtlich einer optimalen oder möglichst großen Schwingungsweite in der Bewegungsausführung und die Beweglichkeit. Der Einfluss körperlicher Aktivität ist außer durch die Reizart und -stärke wesentlich durch den Zeitpunkt und ihre Dauer determiniert. Diese Annahme stellte die Grundlage für die hier vorgestellte Untersuchung dar.

### ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Das Hauptziel der hier vorgestellten Studie ist die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen einem erhöhten körperlichen Aktivitätsniveau (im Vergleich zum Bevölkerungsdurchschnitt) aktuell wie auch in der Vergangenheit und der Beweglichkeit des Rumpfes bei Männern im Alter von 30 bis 60 Jahren. Darüber hinaus wurde der Frage nachgegangen, ob die körperliche Struktur der untersuchten Personen die Ergebnisse der Beweglichkeitsproben in relevanter Weise beeinflusst, was sich auf das Hauptziel der Studie auswirken würde.

### MATERIAL UND METHODEN

Es wurden 171 freiwillige männliche Probanden im Alter von 30 bis 60 Jahren ( $x=41,6$ ;  $SD=8,05$ ) aus mehreren Großstädten des ober-schlesischen Ballungsraumes, deren Auswahl zielgerichtet stattfand, untersucht. Die untersuchten Personen mussten neben dem Alterskriterium auch einen guten Gesundheitszustand aufweisen, welcher die Durchführung der motorischen Tests erlaubte. Dies waren ein leistungsfähiges Herz-Kreislauf-System und ein nicht eingeschränkter Bewegungsapparat infolge von somatischen Erkrankungen oder Verletzungen.

Die Studie setzte sich auch drei Teiluntersuchungen zusammen, wobei zunächst Daten zum aktuellen physischen Aktivitätsniveau im Rahmen von sportlicher Betätigung sowie einer eventuellen sportlichen Betätigung in der Vergangenheit erhoben wurden. Daraufhin erfolgten anthropometrische Messungen, um einen möglichen Zusammenhang zwischen der anatomischen Struktur der Probanden und den motorischen Effekten (Grad der aktiven Beweglichkeit) zu erfassen. Hierzu wurden die Körpergröße, das Körpergewicht, die Länge der oberen Extremität (Abstand: Akromion des Schulterblattes – Fingerkuppe Mittelfinger), die Länge der unteren Extremität (Abstand: Trochanter major des Oberschenkels – Fußboden) sowie die Rumpflänge (Abstand Schambeinfuge – Incisura jugularis des Brustbeins) und darüber hinaus auch der Taillen- und Hüftumfang bestimmt. Alle Längenmessungen wurden mit einem nicht dehnbaren Maßband mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5$  cm durchgeführt. Das Körpergewicht wurde mithilfe einer geeichten, elektronischen Waage mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,1$  kg gemessen.

Die so gewonnenen Messdaten dienten zudem der Berechnung anthropometrischer Kenngrößen, die einen möglichen signi-

fikanten Einfluss auf den Grad der Beweglichkeit haben konnten. Dies waren im Folgenden:

- Waist-to-hip ratio (WHR) = Taillenumfang/Hüftumfang
- Armlängenindex (ALI) = (Länge der oberen Extremität/Körpergröße)  $\times 100$
- Beinlängenindex (BLI) = (Länge der unteren Extremität/Körpergröße)  $\times 100$
- Intermembralindex (IMI) = (Länge der oberen Extremität/Länge der unteren Extremität)  $\times 100$
- Skelischer Index (SKI) = (Rumpflänge/Körpergröße)  $\times 100$

Abschließend führten die Probanden nach einer mehrminütigen Aufwärmphase motorische Tests zur Überprüfung der Rumpfbeweglichkeit in drei Ebenen durch:

**Sagittalebene:** Finger-Boden-Abstand und Rumpfbeuge nach vorne im Sitzen, wobei beide Messungen im Stand bei durchgestreckten Kniegelenken mit geschlossenen Füßen mithilfe eines speziell hergestellten Flexometers durchgeführt wurden. Als Bezugspunkt diente die Fußsohle, wobei Ergebnisse mit einer Reichweite unterhalb des Bezugspunkts positive Werte und Ergebnisse mit einer Reichweite über den Bezugspunkt hinaus negative Werte ergaben. Die Messgenauigkeit betrug 0,5 cm (7, 13, 15, 18).

**Frontalebene:** Finger-Boden-Abstand seitlich und Rumpfsseitbeuge jeweils zur linken und rechten Seite, wobei beide Messungen im schulterbreitem Stand mit beidfüßigem Bodenkontakt erfolgen sollten. Dabei wurde jeweils der Abstand der Fingerkuppe des Mittelfingers zum Boden mit einer Messgenauigkeit von ebenfalls 0,5 cm bestimmt (17).

**Horizontalebene:** Rotation des Rumpfes in der rechtwinkligen Rumpfvorbeuge mit gegrätschtem Stand. Dabei wurde der Fußabstand so groß gewählt, dass eine Rotation im Hüftgelenk und eine Beugung in den Kniegelenken vermieden wurden. Die Messung erfolgte zur linken sowie zur rechten Seite anhand eines Saunders-Inklinometers, welches an einen beidhändig gehaltenen und eng am Rücken auf Höhe der Schulterblätter geführten Gymnastikstab angelegt wurde. Es wurde eine Messgenauigkeit von 1° erreicht (13).

Die Messungen erfolgten nach dem Erreichen und Beibehalten der Endstellung für 2 bis 3 Sekunden, wobei jeder motorische Test dreimal bzw. in der Frontal- und Horizontalebene dreimal zu jeder Seite durchgeführt wurde. Für die statistische Analyse wurde der Mittelwert aus den jeweiligen drei Messungen herangezogen und das Ergebnis für jeden Test auf- bzw. abgerundet.

Um standardisierte Untersuchungsbedingungen gewährleisten zu können, wurden die Messungen anhand eines Protokolls mithilfe derselben Werkzeuge im selben Raum bei einer Umgebungstemperatur von 20 bis 22°C jeweils in den Nachmittagsstunden durchgeführt.

Aufgrund der Ansicht des vorherrschenden Einflusses einer außerberuflichen körperlichen Aktivität auf die Gesundheit und die physische Leistungsfähigkeit, welche die Beweglichkeit beinhaltet, wurden folgende Unterscheidungskriterien definiert (5, 11, 12, 15):

- Als „körperlich aktive Personen“ wurden diejenigen Probanden eingestuft, welche einer regelmäßigen sportlichen Betätigung unabhängig von ihrer Art mindestens ein Mal pro Woche für eine Stunde nachgingen.
- Als „ehemalige (Leistungs-)Sportler“ wurden die Probanden eingeordnet, die eine mindestens fünfjährige Trainingserfahrung sowie Teilnahmen an Wettkämpfen unabhängig von der Sportart und des jeweiligen sportlichen Niveaus vorweisen konnten.

**Tabelle 1:** Mittelwerte und Standardabweichungen (SD) des Alters sowie der anthropometrischen Parameter. 1=körperlich aktive Person & ehemaliger Sportler; 2=körperlich inaktive Person & ehemaliger Sportler; 3=körperlich aktive Person & kein Sportler; 4=körperlich inaktive Person & kein Sportler; <sup>1</sup>=Signifikanzniveau der einfaktoriellen Varianzanalyse. \*=<sup>1</sup>statistische Signifikanz; WHR=waist-to-hip ratio; ALI=Armlängenindex; BLI=Beinlängenindex; IMI=Intermembralindex; SKI=Skelischer Index.

Parameter	Gruppe-1 n=48	Gruppe-2 n=27	Gruppe-3 n=52	Gruppe-4 n=44	p-Wert <sup>1</sup>
Alter [Jahre]	40,3 (7,1)	42,9 (7,1)	40,5 (8,5)	44,4 (8,1)	0,06
Körpergröße [cm]	177,7 (7,5)	174,9 (7,3)	175,7 (6,7)	174,3 (7,1)	0,14
Körpergewicht [kg]	84,1 (13,7)	85,4 (15,5)	79,6 (12,9)	79,6 (13,1)	0,13
WHR	0,89 (0,05)	0,95 (0,07)	0,91 (0,06)	0,95 (0,07)	<0,001*
ALI	45,1 (1,65)	45,2 (1,56)	45,2 (1,19)	45,6 (1,87)	0,32
BLI	50,5 (1,39)	50,3 (1,64)	50,4 (1,32)	50,2 (1,83)	0,83
IMI	89,2 (3,71)	89,9 (3,74)	89,8 (2,52)	91,0 (5,3)	0,18
SKI	60,0 (3,4)	62,4 (9,02)	58,5 (3,82)	58,8 (4,2)	<0,001*

**Tabelle 2:** Mittelwerte und Standardabweichungen (SD) der motorischen Tests. 1=körperlich aktive Person & ehemaliger Sportler; 2=körperlich inaktive Person & ehemaliger Sportler; 3=körperlich aktive Person & kein Sportler; 4=körperlich inaktive Person & kein Sportler; <sup>1</sup>=Signifikanzniveau der einfaktoriellen Varianzanalyse; \*=<sup>1</sup>statistische Signifikanz.

Test	Gruppe-1 n=48	Gruppe-2 n=27	Gruppe-3 n=52	Gruppe-4 n=44	p-Wert <sup>1</sup>
Finger-Boden-Abstand	5,71 (7,1)	5,62 (7,7)	3,71 (7,6)	0,73 (9,1)	0,01*
Rumpfbeuge nach vorne im Sitzen	8,0 (8,1)	8,3 (7,7)	7,20 (7,2)	4,0 (9,2)	0,06
Rumpfsseitbeuge nach links	29,8 (6,5)	27,6 (4,2)	30,2 (8,3)	25,4 (6,0)	<0,01*
Rumpfsseitbeuge nach rechts	30,3 (6,8)	28,4 (4,8)	29,8 (8,4)	25,2 (5,7)	<0,01*
Rotation des Rumpfes nach links	70,3 (8,9)	68,5 (12,5)	71,3 (12,4)	63,3 (11,4)	<0,01*
Rotation des Rumpfes nach rechts	70,2 (9,9)	72,8 (14,3)	71,6 (13,5)	64,7 (12,7)	0,02*

## STATISTISCHE ANALYSE

Zur Überprüfung der Normalverteilung und Varianzhomogenität der erfassten Variablen wurden der Shapiro-Wilk-Test sowie der Levene-Test eingesetzt. Im Anschluss wurde für die normalverteilten und varianzhomogenen Parameter eine einfaktorielle Varianzanalyse gerechnet, dabei wurden der Aktivitätsgrad als Gruppenvariable und die anthropometrischen Parameter sowie die Ergebnisse der Beweglichkeitstests jeweils als abhängige Variable definiert. Beim Auftreten von signifikanten Haupteffekten wurden zur genaueren Betrachtung post-hoc Tests nach Tukey durchgeführt. Die Ergebnisse wurden als Mittelwerte mit Standardabweichung (SD) dargestellt und bei Gruppenunterschieden wurden die jeweiligen p-Werte sowie für die Beweglichkeitstest auch die jeweiligen Mittelwertsunterschiede zusammen mit dem 95% Konfidenzintervall (95% CI) angegeben. Abschließend wurden lineare Korrelationen nach Pearson berechnet, um mögliche Zusammenhänge zwischen den anthropometrischen Parametern und den motorischen Tests zu erfassen. Eine statistische Signifikanz wurde bei  $p < 0,05$  angenommen.

## ERGEBNISSE

### Probanden

Nach Zuordnung der Probanden anhand des körperlichen Aktivitätsniveaus zu den jeweiligen Gruppen konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede im Bezug auf das Alter, die Körpergröße, das Körpergewicht sowie die Extremitätenindices festgestellt werden. Hinsichtlich der WHR erbrachte die post-hoc Analyse einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe „körperlich aktive Person & ehemaliger Sportler“ und der Gruppe „körperlich inaktive Person & ehemaliger Sportler“ ( $p=0,01$ ) sowie

der Gruppe „körperlich aktive Person & ehemaliger Sportler“ und der Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“ ( $p < 0,001$ ). Des Weiteren konnten bei der Rumpflänge statistisch signifikante Unterschiede der Gruppe „körperlich inaktive Person & ehemaliger Sportler“ im Vergleich zur Gruppe „körperlich aktive Person & ehemaliger Sportler“ ( $p=0,02$ ) sowie zur Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“ ( $p=0,04$ ) festgestellt werden. Eine vollständige Darstellung der Mittelwerte der jeweiligen Gruppen findet sich in Tabelle 1.

### Beweglichkeit

Basierend auf den in Tabelle 2 dargestellten Ergebnissen zeigten sich in allen durchgeführten Tests, außer bei der Rumpfbeuge nach vorne im Sitzen, statistisch signifikante Haupteffekte. Die weiterführenden post-hoc Analysen offenbarte, dass die Gruppe „körperlich aktive Person & ehemaliger Sportler“ im Finger-Boden-Abstand einen durchschnittlich um 4,96 cm höheren Wert (95% CI: 0,58-9,38;  $p=0,01$ ) als die Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“ erreichten. In der Gruppe „körperlich aktive Person & ehemaliger Sportler“ waren die erzielten Mittelwerte bei der Rumpfsseitbeuge nach links um 4,33 cm (95% CI: 0,58-8,07;  $p=0,01$ ) höher und nach rechts um 5,08 cm (95% CI: 1,27-8,89;  $p=0,02$ ) höher im Vergleich mit der Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“. Darüber hinaus waren die erreichten Mittelwerte der Gruppe „körperlich aktive Person & kein Sportler“ bei der Rumpfsseitbeuge nach links um 4,77 cm (95% CI: 1,09-8,44;  $p=0,004$ ) höher und nach rechts um 4,61 cm (95% CI: 0,87-8,35;  $p=0,007$ ) höher als in der Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“. Der Rotationsumfang zur linken Seite war in der Gruppe „körperlich aktive Person & ehemaliger Sportler“ um 7,01° (95% CI: 0,72-13,29;  $p=0,01$ ) höher als in der Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“. Zudem erzielten die Probanden der Gruppe „körperlich aktive Person & kein Sportler“ bei der Rotation des Rumpfes nach

links um 6,89° (95% CI: 0,04-13,75; p=0,04) sowie auch nach rechts um 8,0° (95% CI: 1,83-14,2; p=0,004) signifikant höhere Werte im Vergleich zu den Probanden der Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“. Die Mittelwerte aller motorischen Tests sind in Tabelle 2 dargestellt.

### Korrelationen zwischen anthropometrischen Parametern und Beweglichkeit

Anhand der Korrelationsanalysen zwischen ausgewählten anthropometrischen Parametern und der Beweglichkeit zeigte sich über alle Gruppen hinweg, dass die WHR den größten Einfluss auf den Grad der Beweglichkeit ausübt (Tab.3).

### DISKUSSION

Die Voraussetzung zur Durchführung der hier vorgestellten Untersuchungen und Ergebnisse stellte die Annahme einer relevanten Bedeutung der motorischen Leistungsfähigkeit als Basis für die körperliche Funktionalität dar. Eine wesentliche Komponente dieser Leistungsfähigkeit ist die Beweglichkeit, die als potentielles Vermögen, körperliche Bewegungen mit großer bzw. optimaler Schwingungsweite der Gelenke auszuführen, definiert wird. Dabei hat die Beweglichkeit keinen globalen Charakter, sondern kann in einzelnen Gelenken stark variieren (1). Aus diesem Grund werden Vorwürfe geäußert, dass die Beurteilung der Beweglichkeit im Rahmen von motorischen Tests eine zu große Verallgemeinerung dieser Funktion bedeutet (3,9).

Allerdings finden wertvolle Forschungsergebnisse auf biomechanischer Ebene und in der Kinanthropometrie ihre praktische Anwendung vorwiegend im Leistungssport und in der Therapie. Allgemeine Untersuchungsmethoden, die auf Prävention ausgerichtet sind, bedürfen valider und reliabler, gleichzeitig aber nicht zeitaufwendiger Werkzeuge. Dabei stellt die Heterogenität der Tests einen wesentlichen Vorteil dar, sodass die Beurteilung der Beweglichkeit im Rahmen von Untersuchungen der physischen Leistungsfähigkeit meistens mittels der drei oben berichteten, motorischen Tests (Finger-Boden-Abstand, Rumpfbeuge nach vorne im Sitzen sowie Rumpfsseitbeuge) erfolgt (7,17). Demgegenüber erscheint ihre Eindimensionalität (Sagittalebene, Frontalebene) als ein Nachteil, denn Bewegungen des Rumpfes (und der Wirbelsäule) sind durch ihre Mehrdimensionalität gekennzeichnet (19). Die Beurteilung der Schwingungsweite in der Horizontalebene ruft Probleme technischer Natur hervor, vor allem dann, wenn Untersuchungen der Allgemeinbevölkerung benötigt werden.

Der hier vorgestellte motorische Test zur Beurteilung der Beweglichkeit in der Horizontalebene ist ein Versuch, diesen Schwierigkeiten entgegenzutreten. Der Test stellt hohe Anforderungen an seine Durchführung und erweist sich unter dem funktionellen Aspekt als ein gutes diagnostisches Werkzeug. Man muss auch hinzufügen, dass die Rotation des Rumpfes ein untrennbarer Bestandteil der motorischen Bewegungsvielfalt des Menschen ist.

Aus den Korrelationskoeffizienten der anthropometrischen Variablen und der untersuchten Beweglichkeitsmaße lassen sich keine Zusammenhänge zwischen der Beweglichkeit und den aus den linearen Maßen berechneten Indices ableiten (Tab.3). Kuszewski et al. fanden in ihrer Untersuchung von 284 erwachsenen Frauen und Männern ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen anthropometrischen Parametern und der Beweglichkeit, die hier durch den Finger-Boden-Abstand gemessen wurde (16). Ähnliche Ergebnisse konnte zuvor auch Broer erzielen (6). Insgesamt zeigt sich, dass die Vorbehalte von Borms hinsichtlich eines möglichen Einflusses der Körperproportionen auf motorische Effekte der Beweglichkeit spekulativ sind, die nur im Falle von Personen mit vom Durchschnitt abweichenden anatomischen Maßen zutreffend sein können (4).

Die ermittelten negativen Korrelationen mit statistischer Signifikanz zwischen der WHR und den motorischen Tests in der Sagittal- und Horizontalebene legen nahe, dass abdominelle Fettleibigkeit als ein unmittelbarer Faktor für eingeschränkte Beweglichkeit gewertet werden muss. Darüber hinaus begünstigt eine Hyperlordose als Konsequenz der abdominellen Fettleibigkeit die Verkürzung der Rückenstrecker sowie der ischiocruralen Muskulatur, was zu einer geringeren Bewegungsamplitude führt. Die dargestellten Korrelationen der WHR sowie die fehlenden Zusammenhänge zwischen den linearen Körpermaßen und der Beweglichkeit des Rumpfes unterstreichen die Bedeutung eines Verhaltensfaktors im Sinne körperlicher Aktivität für die Entwicklung der Beweglichkeit.

Die allgemeingültige Aufteilung der Probanden nach dem körperlichen Aktivitätsniveau kann immer Kontroversen auslösen, denn es erfordert eine gewisse Willkür. In dem Fall wurde ein minimales Aktivitätsniveau bei gleichzeitiger Wahrung systematischer Bedingungen gewählt, was wiederum die Einordnung der körperlichen Aktivität auf diesem Niveau als einen Bestandteil des Lebensstils erlaubt. Die hier definierten Aktivitätskriterien führen zu einer eindeutigen Differenzierung der Probanden. So erzielten Personen, bei denen sich aktuell wie auch in der Vergangenheit kein überdurchschnittliches körperliches Aktivitätsniveau erkennbar zeigte, die niedrigsten Durchschnittswerte in allen motorischen Tests zur

**Tabelle 3:** Korrelationen der anthropometrischen Variablen und motorischen Tests. \*=Korrelation mit statistischer Signifikanz; WHR=waist-to-hip ratio; ALI=Armlängenindex; BLI=Beinlängenindex; IMI=Intermembralindex; SKI=Skelischer Index.

	Finger-Boden-Abstand	Rumpfbeuge nach vorne im Sitzen	Rumpfsseitbeuge nach links	Rumpfsseitbeuge nach rechts	Rotation des Rumpfes nach links	Rotation des Rumpfes nach rechts
Körpergröße	0,05	-0,01	0,09	0,12	-0,05	-0,04
Körpergewicht	-0,04	-0,06	0,16*	0,14	-0,06	-0,07
WHR	-0,29*	-0,25*	-0,04	-0,09	-0,24*	-0,25*
ALI	-0,06	0	-0,1	-0,12	-0,14	-0,15
BLI	0,02	-0,02	-0,02	0	-0,03	-0,03
IMI	-0,07	0,01	-0,07	-0,1	-0,09	-0,1
SKI	-0,15	-0,11	-0,06	-0,09	-0,02	-0,06

Beweglichkeit (Tab.2). Im Vergleich mit aktuell körperlich aktiven Personen konnten in allen durchgeführten Tests, außer beim Finger-Boden-Abstand, statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden. Gleichmaßen wirkt sich ein höheres körperliches Aktivitätsniveau in der Vergangenheit im Sinne von Leistungssport (gemäß der definierten Kriterien) positiv auf den aktuellen Grad der Beweglichkeit aus, was durch die nicht vorhandene, statistische Signifikanz der Unterschiede zwischen der Gruppe „körperlich inaktive Person & ehemaliger Sportler“ und der Gruppe „körperlich aktive Person“, unabhängig von ihrer jeweiligen sportlichen Vergangenheit, verdeutlicht wird.

Darüber hinaus zeigten sich in jedem der untersuchten Tests bei den Personen der Gruppe „körperlich inaktive Person & ehemaliger Sportler“ höhere Mittelwerte, wobei die Unterschiede im Finger-Boden-Abstand und in der Rotation des Rumpfes in der rechtwinkligen Rumpfvorbeuge zur rechten Seite im Vergleich zu der Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“ statistische Signifikanz aufwiesen. Die fehlende Differenzierung zwischen der Gruppe „körperlich inaktive Person & ehemaliger Sportler“ und der Gruppe „körperlich inaktive Person & kein Sportler“ lässt sich für die Frontalebene durch einen minimalen Grad an natürlicher, alltäglicher Stimulation der Rumpfbewegung in dieser Ebene und für die linke Seite der Horizontalebene hingegen durch den überwiegenden Anteil an Rechtshändern in der Bevölkerung erklären. Die hier vorgestellten Ergebnisse können somit auf das Vorliegen eines „Übertragungseffektes“ einer früheren körperlichen Betätigung (Sportaktivität) auf die späteren Lebensjahre deuten.

Insgesamt führt vermehrte körperliche Aktivität als ein Impuls des Nervensystems durch Dehnungsreflexe, gegenseitige Hemmung sowie inverse Dehnungsreflexe zu plastischen Veränderungen der Nervenzellen. Der Regelkreis aus Muskelspindeln, Golgi-Sehnenorganen und Mechanorezeptoren der Gelenke wird unter ihrem Einfluss auf ein anderes (höheres) Funktionsniveau angehoben. Aufgrund der hier vorgestellten Untersuchungsergebnisse kann angenommen werden, dass durch die Sensibilität auf Bewegungsreize im jungen Alter (Aufnahme eines systematischen Training bereits in den ersten Lebensjahrzehnten der ontogenetischen Entwicklung) ein überdauernder Effekt in Form eines durchschnittlich höheren Beweglichkeitsgrades im Vergleich zur Bevölkerung mit einem allgemein durchschnittlichen Aktivitätsniveau geschaffen wird (2). Fehlende Bewegungsimpulse in fortgeschrittenen Lebensjahrzehnten bedingen demgegenüber zweifellos eine natürliche Involution der Beweglichkeit als Folge u.a. des Verlustes an Muskelmasse und -kraft, Dehydration der Muskeln und Bandscheiben sowie qualitativer und quantitativer Veränderungen des Bindegewebes, wobei anzunehmen sei, dass ein höheres Ausgangsniveau zu einer Verlangsamung dieser Involutionsprozesse führen würde. Es sollte jedoch festgehalten werden, dass Leistungssport mit dem Risiko von Veränderungen durch Überlastung einhergehen kann, welche sich in verschiedener Weise als vorübergehende oder auch bleibende Dysfunktionen des Bewegungsapparates manifestieren können. Allerdings ist dies eine Frage der sinnvollen Trainingsplanung und -durchführung sowie auch regelmäßigen medizinischen Betreuung.

Diskussionswürdig ist auch der Aspekt der optimalen Schwingungsweite. Stellt eine größere Bewegungsamplitude immer einen erwünschten Mehrwert für die körperliche Gesundheit dar? Die Hypermobilität kann nämlich, ähnlich wie auch ein pathologisch niedriges Beweglichkeitsniveau, ein erhöhtes Verletzungsrisiko be-

dingen (10,14). Man sollte jedoch annehmen, dass die Risiken im Zeitalter der sitzenden Lebensweise eher ein Defizit als das Übermaß an Beweglichkeit betreffen. Die dargestellten Untersuchungsergebnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass eine vielseitige Stimulation durch körperliche Aktivität das oben genannte Bewegungspotential im Bereich der Beweglichkeit anheben kann, und dies auch dann, wenn sie bereits in früheren Lebensjahrzehnten durchgeführt wurde, und somit in gewisser Weise auch die Adaptionsfähigkeit stärken kann.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Regelmäßige körperliche Aktivität beeinflusst die motorische Leistungsfähigkeit, einschließlich der Beweglichkeit, positiv.
- Der allgemein höhere Grad der Beweglichkeit ehemaliger Sportler weist auf den „Übertragungseffekt“ einer früheren Aktivität auf die aktuelle Beweglichkeit hin.
- In der untersuchten Gruppe hatten die Körperproportionen keinen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der motorischen Tests der Beweglichkeit.

*Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: keine.*

## LITERATUR

1. **ALTER MJ.** Science of flexibility. Human Kinetics Europe Ltd, (3 ed.) 2004.
2. **BAECHLE T, EARLE R.** Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics Publishers Inc., Champaign IL 2000.
3. **BORMS J, VAN ROY P.** Flexibility. Kinanthropometry and exercise physiology, in: Eston R, Reilly T, Spon FN (Hrsg): Laboratory manual. London, 1996, 115-144.
4. **BORMS J.** Importance of flexibility in overall physical fitness. International Journal of Physiology. 1984;21:15-26.
5. **BOUCHARD C, SHEPHARD RJ.** Physical activity, fitness, and health: the model and key concepts, in: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T (Hrsg): Physical activity, fitness, and health. Human Kinetics Publishers, Champaign, 1994, 77-78.
6. **BROER MR, GALLES NR.** Importance of relationship between various body measurements in performance of toe – touch test. Res Q. 1958;9:253-263.
7. **COMMITTEE OF EXPERTS ON SPORTS RESEARCH EUROFIT.** Handbook for the EUROFIT Tests of Physical Fitness, second ed., Strasbourg, 1993.
8. **HEYWARD VH.** Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription. Human Kinetics 2006.
9. **JACKSON AW, BAKER AA.** The relationship of the sit and reach test to criterion measures of hamstring and back flexibility. Res Q. 1986;57:183-186.
10. **JOHNS BH, COWAN DN, TOMLINSON JP, ROBINSON JR, POLLY DW.** Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. Med Sci Sports Exerc. 1993;25:197-203.
11. **KELL RT, BELL G, QUINNEY A.** Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. Sports Med. 2001;31:863-873. doi:10.2165/00007256-200131120-00003
12. **KNAPIK A, PLINTA R, SAULICZ E, GNAT R, SAULICZ M.** Active Lifestyle Versus Self-Rating of the Health State. Pol J Environ Stud. 2006;15:306-307.
13. **KNAPIK A, SAULICZ E, PLINTA R, MIĘTKIEWICZ-CIEPEŁY E.** The influence of systematic physical activity on spine functional efficiency – based on triplaned flexibility test. Ann Acad Med Silesiensis. 2005;59:476-480.

14. **KNAPIK JJ, JONES BH, BAUMAN CL, HARRIS JM.** Strength, Flexibility and Athletic Injuries. *Sports Med.* 1992;14:277-288. doi:10.2165/00007256-199214050-00001
15. **KUSZEWSKI M, SAULICZ E, GNAT R, KNAPIK A, KNAPIK H.** Influence of physical activity on the level of flexibility measured of the „toe touch” test. *Ann Univ Mariae Curie-Skłodowska.* 2005;60:216-219.
16. **KUSZEWSKI M, SAULICZ E, GNAT R, KNAPIK A, WANDZEL P.** Body Proportions and the Results of the Toe-Touch Test. *JHK.* 2006;16:83-90.
17. **OJA P, TUXWORTH B.** Eurofit for adults. Assessment of health related fitness. Council of Europe, Strasbourg, 1995, 1-13.
18. **WELLS KF, DILLON EK.** The sit and reach, a test of back and leg flexibility. *Res Q.* 1952;23:115-118.
19. **WHITE AA, PANJABI MM.** Clinical biomechanics of the spine. Lippincott, Philadelphia, 1978, 40.

**Korrespondenzadresse:**

**Pawel Linek**  
**Department of Kinesitherapy and**  
**Special Methods in Physiotherapy**  
**The Jerzy Kukuczka**  
**Academy of Physical Education 40-065**  
**Mikolowska 72B**  
**Polen**  
**E-Mail: linek.fizjoterapia@vp.pl**