

Zeitschrift: Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen
Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la
Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino
della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti

Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

Band: - (1983)

Heft: 7

Artikel: Polymyographische Funktionsprüfungen des Stütz- und
Bewegungsapparates : zum Problem der Absatzhöfe von Schuhen

Autor: Gross, D. / Kobsa, K.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-930416>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Polymyographische Funktionsprüfungen des Stütz- und Bewegungsapparates

Zum Problem der Absatzhöhe von Schuhen

von D. Gross und K. Kobsa

Das Konzept

Am Stadtsptial Triemli wird seit einigen Jahren den zahlreichen Patienten mit Diskopathie eine Art Unterricht erteilt, in dem die Kranken über ihr Leiden und die Behandlungsmethoden aufgeklärt werden und Richtlinien für ihr tägliches Leben nach der Entlassung aus der stationären oder ambulanten Therapie erhalten. In der letzten Unterrichtsstunde wurde von den Frauen immer wieder die Frage nach der geeigneten Höhe des Schuhabsatzes aufgeworfen. Meist heisst es: «Ich bin an hohe Absätze gewöhnt; darf ich sie weiter tragen?» oder: «Seit ich im Spital bin, trage ich immer Turnschuhe und fühle mich wohl, darf ich nachher wieder elegante Schuhe tragen?»

Die einfache — und bequeme — Antwort könnte lauten, dass eine mittlere Absatzhöhe am ehesten zu empfehlen sei. Doch ist eine solche Antwort tatsächlich gerechtfertigt? Sollte man nicht annehmen, dass es individuelle Unterschiede gibt oder dass der vor der Erkrankung gewohnte Absatz auch für die Zukunft der am besten geeignete ist?

Wie reagiert die Muskulatur auf Änderungen der Absatzhöhe? Kommt es bei hohen Absätzen wirklich zu den gefürchteten Verspannungen, zu einer Erhöhung der Aktivität? Und wenn dies der Fall ist, wo findet sich die Aktivitätserhöhung lokalisiert?

Zur Klärung des Problems zogen L. Stump und J. Andreska den Polymyographen heran. Insgesamt 20 klinisch gesunde Frauen im Alter zwischen 20 und 30 Jahren stellten sich für die Untersuchung zur Verfügung.



Abb. 1 Flacher Absatz, 1 cm hoch



Abb. 2 Mittlerer Absatz, 4,5 cm hoch



Abb. 3 Hoher Absatz, 9 cm hoch

Sie trugen dabei jeweils gleichartige Schuhe, einmal mit flachem Absatz (Tennisschuhe, Abb. 1), einmal mit mittelhohem Absatz (Arbeitsschuhe, Abb. 2) und einmal mit hohem Absatz (Zocceli, Abb. 3).

Die polymyographischen Ableitungen der dorsalen Muskulatur gehen aus der Abbildung 4, die der ventralen Muskulatur aus der Abbildung 5 hervor. Folgende Muskelgruppen wurden bei allen Probanden, jeweils rechts und links geprüft:

- Mm. erectores trunci thoracalis
- Mm. erectores trunci lumbalis
- M. rectus abdominis oberer Quadrant
- M. rectus abdominis unterer Quadrant
- M. gluteus maximus
- M. gluteus medius
- M. psoas
- Mm. adductores
- Mm. ischiocrurales
- M. quadriceps
- M. triceps surae
- M. tibialis anterior

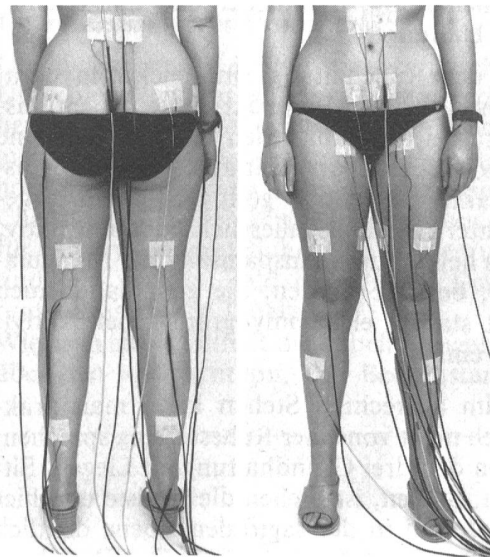


Abb. 4 Ableitungen der dorsalen Muskulatur

Abb. 5 Ableitungen der ventralen Muskulatur

Da es darum ging, die tonische Funktion der posturalen Muskulatur zu messen und nicht die phasischen Aktivitäten, wurden die einzelnen Ableitungen in bestimmten Standpositionen ausgeführt. Die sechs Positionen lassen sich folgendermassen beschreiben:

- normaler, lockerer Stand mit leicht gegrätschten Beinen (Abb. 6, Situation I)
- lockerer Stand mit Körpergewicht auf dem rechten Bein (Abb. 7, Situation II)
- lockerer Stand mit Körpergewicht auf dem linken Bein (Abb. 8, Situation III)
- normaler, lockerer Stand mit Einkaufstasche von 5 kg Gewicht in der Hand (Abb. 9, Situation IV)
- Stand auf einer schrägen Ebene von 22,5°, nach vorne geneigt, mit beiden

Füssen auf gleicher Höhe (Abb. 10, Situation V)

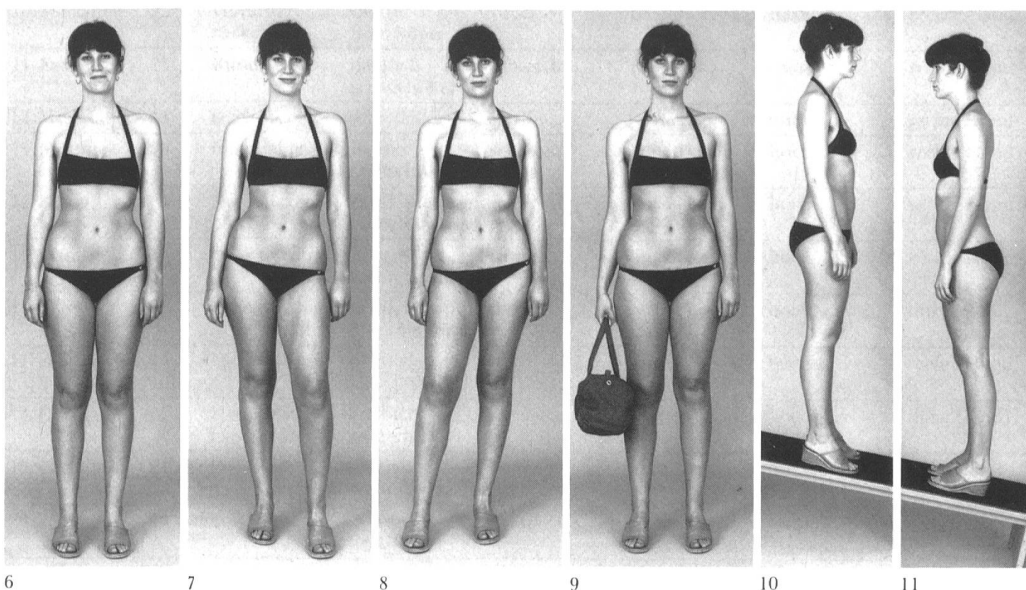
- Stand auf einer schrägen Ebene von 22,5°, nach hinten geneigt, mit beiden Füssen auf gleicher Höhe (Abb. 11, Situation VI).

Diese Situationen entsprechen am besten den alltäglichen Verhältnissen und liefern eine breitere Bewertungsgrundlage als ausschliesslich der normale Stand in lockerer Haltung. Die gewählten Positionen lassen zudem vermeiden, dass Aktivitätsänderungen durch Bewegung die Polymyogramme verändern und damit eine Auswertung der unterschiedlichen Ergebnisse erschweren, wenn nicht gar unmöglich machen.

Grundsätzliches

Für das Verständnis des geschilderten Konzepts und der anschliessend erörterten Untersuchungsergebnisse dürften einige grundsätzliche Bemerkungen nützlich sein. Da beispielsweise der Begriff der «posturalen Muskulatur» nicht überall gebräuchlich ist, möchten wir zunächst erklären, dass wir damit alle diejenigen Muskeln meinen, die eine aufrechte Haltung gewährleisten. Es handelt sich, wie *G. Guttman* betont, nicht um ein eigens dafür geschaffenes System, sondern um das Zusammenspiel der Schultergürtel-, Rumpf- und Beinmuskulatur.

Die Aktivität dieser Muskulatur wird zur Hauptsache reflektorisch gesteuert, sie kann sich daher mit geringem Aufwand an veränderte Situationen anpassen. Die Impulse für die posturalen Reflexe kommen aus den Rezeptororganen in Muskeln und



6

7

8

9

10

11

Sehnen. Sie sorgen für die Einhaltung der eingestellten Länge des Muskels. Die reflektorische Funktion der Spinalsegmente ist für die Erhaltung des Muskeltonus an sich unentbehrlich, doch wäre nach *F. Vele* ohne ständiges Einströmen suprasegmentaler Afferenzen aus anderen benachbarten Segmenten, aus dem Vestibularapparat, aus den Kernen des Hirnstamms, der basalen Ganglien und des Kleinhirns sowie aus der Hirnrinde eine Haltungsfunktion nicht denkbar.

Folgen wir nun *F.J. Wagenhäuser*, dann können wir sagen: «Die normale Haltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Wirbelsäule morphologisch ein harmonisches Ausmass der physiologischen Krümmungen aufweist und dass diese Normalform funktionell mit einer minimalen Leistung, ohne vermehrte zusätzliche Kompensationsarbeit des Muskel-Band-Apparates im Bereich von Rücken, Rumpf, Becken oder der unteren Extremitäten, aufrechterhalten wird.»

Für unsere Beurteilung der Haltung unterscheiden wir nach *H.H. Matthiass* zwischen

Ruhehaltung, habitueller und aufgerichteter Haltung:

In der Ruhehaltung sind elektromyographisch keine Muskelaktivitäten nachweisbar. Bei der habituellen Haltung tritt eine gewisse Eigenkorrektur auf, wobei die Muskelaktivität jedoch gering ist. Die aufgerichtete Haltung schliesslich kann nur aktiv, das heisst durch Anspannung der Muskulatur, bewirkt werden. Sie geht daher auch mit starker elektromyographischer Aktivität einher.

Beim aufrechten Stehen kann man praktisch nicht von einer Ruhestellung sprechen. Von den drei Grundhaltungen: Liegen, Sitzen, Stehen, ist Stehen die labilste und hier wiederum in der sagittalen Ebene deutlich labiler als in der frontalen. Das Bewahren der labilen aufrechten Haltung kann gelegentlich zu einer recht anstrengenden Tätigkeit werden. Stehen erfordert vergleichsweise die grösste Muskelaktivität des Körpers. Indes, diese Aktivität ist die Voraussetzung für die Lokomotion des Organismus (*F. Vele*).

Charakteristika der Probanden

Um die Ergebnisse der polymyographischen Untersuchungen im einzelnen richtig verstehen und auch die erforderlichen Konsequenzen daraus ziehen zu können, ist es notwendig, dass man sich über bestimmte Charakteristika der Probanden, sofern sie für unsere Fragestellung von Bedeutung sind, ein genaues Bild macht. Die Daten finden sich in der Tabelle I.

Wie man sieht, enthält die Tabelle Angaben über den «Rückentyp», den Beckenstand,

die Beschaffenheit des Bindegewebes und die — höhere — Belastung des Standbeins der Probanden sowie darüber, welche Art von Absätzen die jungen Frauen gewöhnlich tragen und in welcher Hand sie ein Gewicht, etwa eine Tasche, zu halten pflegen. Die Numerierung bzw. die Reihenfolge in der Tabelle ist recht willkürlich und nimmt von den erarbeiteten Ergebnissen nichts vorweg. Die einzige Ordnung der Tabelle betrifft die Absatzhöhe. Dies erleichtert später den Vergleich mit den Resultaten.

Name	Alter	Rückentyp	Beckenstand	Bindegewebe	Standbein	Gew. Absätze	Trägt Gewicht
1. Marlis	23	unauffällig hypermobil	unauffällig	sehr schwach	symmetrisch	flach	linke Hand
2. Claudia	23	Rundrücken	diskret links höher	straff	rechts 4 kg	flach	rechte Hand
3. Cécile	22	Flachrücken	diskr. Rotation n. rechts vorne	straff	symmetrisch	flach	rechte Hand
4. Anita	21	Flachrücken	deutlich links höher	straff	links 8 kg	flach	linke Hand
5. Brigitt	24	Hyperlordose	deutlich rechts höher	schwach	links 2 kg	flach	rechte Hand
6. Doris	20	hohe Lordose flache BWS	deutlich rechts höher	schwach	links 7 kg	flach	rechte Hand
7. Sarah	21	unauffällig hypermobil	unauffällig	straff	rechts 5 kg	mittel	rechte Hand
8. Christine	30	unauffällig	diskret links höher	straff	links 8 kg	mittel	rechte Hand
9. Regine	23	unauffällig	diskret links höher	straff	links 15 kg	mittel	rechte Hand
10. Marianne	22	Hohlrundrücken	diskret links höher	straff	rechts 4 kg	mittel	rechte Hand
11. Evelynne	23	Rundrücken	deutlich rechts höher	schwach	rechts 4 kg	mittel	rechte Hand
12. Monika	23	Flachrücken	unauffällig	straff	rechts 3 kg	mittel	rechte Hand
13. Martina	23	unauffällig	diskret rechts höher	schwach	links 9 kg	hoch	rechte Hand
14. Linda	24	Flachrücken	deutl. Rotation n. rechts vorne	schwach	links 4 kg	hoch	rechte Hand
15. Jeanine	30	hohe Lordose hypermobil	diskret rechts höher	straff	links 3 kg	hoch	rechte Hand
16. Olivia	25	Hyperlordose hypermobil	deutl. Rotation n. rechts vorne	straff	rechts 2 kg	hoch	linke Hand
17. Sabrina	21	Hyperlordose	deutlich links höher	straff	rechts 3 kg	hoch	rechte Hand
18. Eva	26	Hyperlordose hypermobil	deutlich rechts höher	schwach	rechts 4 kg	hoch	linke Hand
19. Caroline	25	Hyperlordose flache BWS	diskret rechts höher	schwach	links 3 kg	hoch	linke Hand
20. Petra	24	hohe Lordose	diskret links höher	straff	symmetrisch	hoch	rechte Hand

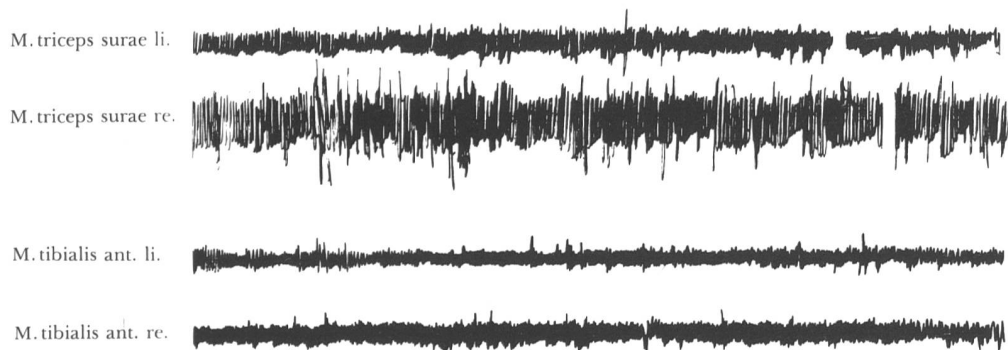
Tab. I Die 20 Probanden

Auswertung der Polymyogramme

Es würde ohne Zweifel zu weit führen, wollten wir hier alle Myogramme von allen Probanden auch nur auszugsweise wiedergeben. Die Vielzahl und die Vielfalt der Kurven und Kommentare wären kaum dazu geeignet, dem Leser eine Übersicht oder gar einen Vergleich zu ermöglichen. Wir beschränken uns deshalb auf einige Beispiele, um daran zu zeigen, wie die Ergebnisse schliesslich zustande gekommen sind.

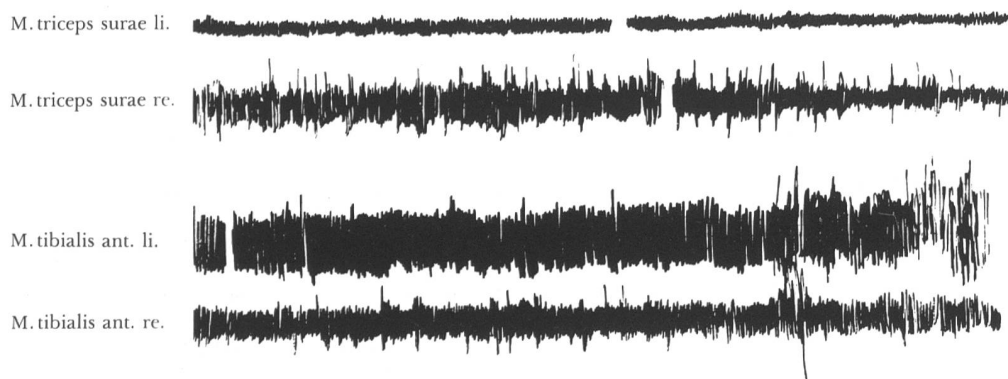
Beginnen wir mit einem Kurvenbeispiel im

Abb. 12 Aktivität ausgewählter Muskeln von Cécile (Prob. 3) beim normalen Stand (Situation I) mit flachen Absätzen im Polymyogramm



Die Aktivität der genannten Muskeln bei hohen Absätzen zeigt die Abbildung 13. Hier sind folgende Bewertungen gerechtfertigt: M. triceps surae li. 2, M. triceps surae re. 4, M. tibialis ant. li. 4 und M. tibialis ant. re. ebenfalls 4 Punkte.

Abb. 13 Aktivität der gleichen Muskeln der gleichen Probandin beim normalen Stand mit hohen Absätzen im Polymyogramm



normalen Stand (Abb. 6, Situation I) und schauen wir uns die Aktivität der Mm. triceps surae und tibialis anterior von Cécile an. Cécile, Probandin 3, trägt gewöhnlich flache Absätze. Die Abbildung 12 zeigt die Ableitungen des Triceps surae beidseits und des Tibialis anterior beidseits bei flachen Absätzen. Um die Aktivitäten der einzelnen Muskeln untereinander, in den verschiedenen Situationen und nach Absatzhöhe zu vergleichen, wurden die Amplituden der Kurven gemessen und bewertet. Die kleinste Amplitude erhielt 1 Punkt, die höchste 4 Punkte. Damit kommen wir beim Triceps surae li. auf 2, beim Triceps surae re. auf 4, beim Tibialis ant. li. ebenfalls auf 2 und beim Tibialis ant. re. auf 3 Punkte — alles bei flachen Absätzen.

Am Schluss der Kurveninterpretation wurden alle Werte für alle gemessenen Muskeln je nach Standsituation und je nach Absatzhöhe in einer bestimmten Ordnung zusammengefasst. Eine solche Ordnung für Cécile geht aus der Tabelle II hervor. Sie mag auf den ersten Blick verwirrend sein. Für die vergleichsweise Beurteilung der Einzelergebnisse und die endgültige Beantwortung unserer Fragen ist sie aber von Bedeutung.

Tab. II Beispiel einer Auswertung der Muskelaktivitäten je nach Standsituation und Absatzhöhe. Cécile, Prob. 3
f = flacher Absatz, m = mittlerer Absatz, h = hoher Absatz

Situation		I			II			III			IV			V			VI		
Absatzhöhe		f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h
Er. trunci thorakal	li.	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2
	re.	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Er. trunci lumbal	li.	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	2	2
	re.	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2
Bauchm. ob. Teil	li.	2	3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	4	2	2	3	2	2	2
	re.	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
Bauchm. unt. Teil	li.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2
	re.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
Glut. max.	li.	1	2	1	1	1	1	2	3	3	2	2	1	2	2	2	3	2	2
	re.	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	2	3	3	2
Glut. med.	li.	1	1	1	1	1	1	4	4	4	2	2	2	1	1	1	1	1	2
	re.	3	3	3	4	4	4	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2
Psoas	li.	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2
	re.	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	4	2	2	3	2	2	2
Addukt.	li.	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1
	re.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ischiocr.	li.	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	2	2	1	1	2	2	2	2
	re.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1
Q'ceps	li.	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	re.	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1
Triceps surae	li.	2	2	2	1	1	1	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2
	re.	4	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4
Tibialis ant.	li.	2	3	4	2	3	4	4	4	4	2	3	4	2	3	3	1	3	3
	re.	3	3	4	3	3	4	2	2	3	3	3	4	2	3	4	2	2	3

Abb. 14 Aktivität ausgewählter Muskeln von Monika (Prob. 12) beim Stand mit Verlagerung des Körpergewichts auf das rechte Bein (Situation II) mit flachen Absätzen im Polymyogramm

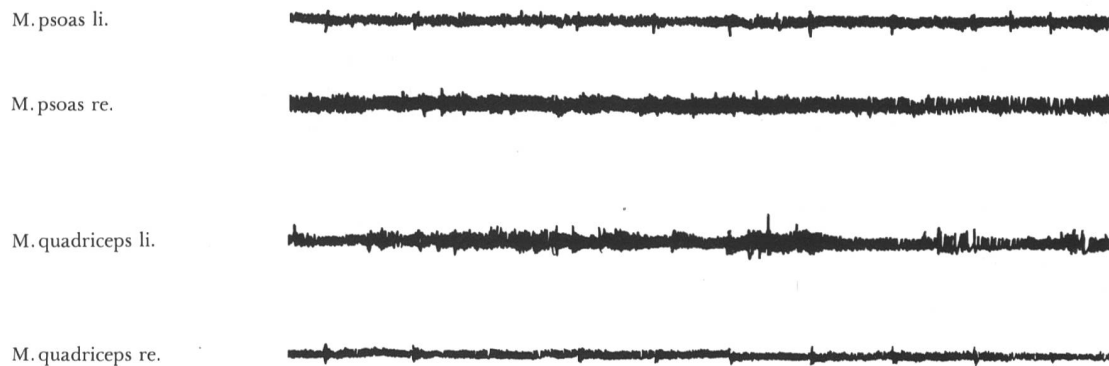
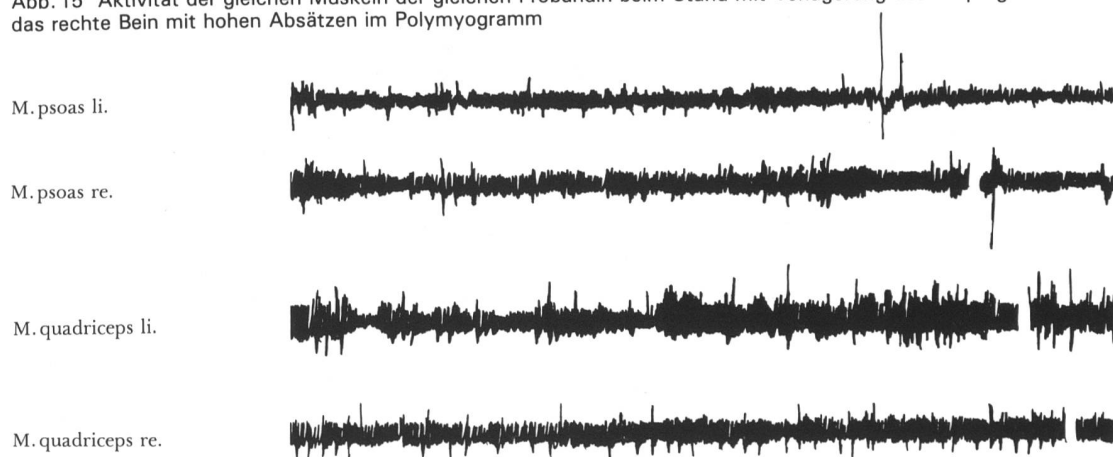


Abb. 15 Aktivität der gleichen Muskeln der gleichen Probandin beim Stand mit Verlagerung des Körpergewichts auf das rechte Bein mit hohen Absätzen im Polymyogramm



Tab. III Beispiel einer Auswertung der Muskelaktivitäten je nach Standsituation und Absatzhöhe. Monika, Prob. 12

Situation		I			II			III			IV			V			VI		
Absatzhöhe		f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h
Er. trunci thorakal	li.	3	3	3	3	3	2	3	3	2	4	4	4	3	4	4	4	3	3
	re.	4	4	4	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Er. trunci lumbal	li.	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2
	re.	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2
Bauchm. ob. Teil	li.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	re.	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bauchm. unt. Teil	li.	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	re.	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3
Glut. max.	li.	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
	re.	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2
Glut. med.	li.	2	2	1	2	2	2	3	3	4	2	2	2	1	2	2	2	2	2
	re.	2	1	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2
Psoas	li.	2	2	2	2	2	3	1	1	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3
	re.	3	3	3	3	3	4	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Addukt.	li.	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1
	re.	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Ischiocr.	li.	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2
	re.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	3	2
Q'ceps	li.	2	2	4	2	1	4	1	1	1	2	2	4	2	2	4	2	1	2
	re.	2	2	2	1	1	3	2	2	3	2	2	2	1	1	3	1	1	1
Triceps surae	li.	4	4	3	2	2	3	2	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4
	re.	4	4	3	3	4	4	2	3	3	4	4	3	4	4	3	2	3	4
Tibialis ant.	li.	2	1	3	1	3	4	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3
	re.	2	2	3	3	3	3	3	2	4	2	3	4	3	3	4	2	2	3

In einem zweiten Beispiel wollen wir Monika, Probandin 12, vorstellen. Sie trägt gewöhnlich mittlere Absätze. Wir nehmen die Situation II, das heisst den Stand mit Verlagerung des Körpergewichts auf das rechte Bein, und begnügen uns mit der Darstellung der Mm. psoas und quadriceps.

Die Abbildung 14 zeigt die Kurven für die Aktivität der genannten Muskeln beim Stand auf flachen Absätzen. Für die Bewertung ergibt sich daraus: M. psoas li. 2,

M. psoas re. 3, M. quadriceps li. 2, M. quadriceps re. 1. Die Kurven der Abbildung 15 drücken die Aktivität der Muskeln beim Stand auf hohen Absätzen aus. Wir erhalten hier für M. psoas li. 3 Punkte, für M. psoas re. 4, für den Quadriceps li. ebenfalls 4 und für den Quadriceps re. 3 Punkte.

Fasst man wiederum alle Werte in der beschriebenen Ordnung zusammen, so erhält man für Monika das in der Tabelle III dargestellte Bild.

Tab. IV Durchschnittliche Aktivität des M. psoas je nach Proband, Situation und Absatzhöhe

	I			II			III			IV			V			VI		
	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h
1.	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3 ^{1/2}	3	2	3	2	2 ^{1/2}	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}
2.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2	2	2 ^{1/2}	2	2	2
3.	2 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2	2	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2
4.	1	1	2	1 ^{1/2}	2	2	1	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	2	2	2	2	2 ^{1/2}	2	2	2
5.	2	2	2	2	2 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2
6.	2	2	3 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	3	3 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	4	3	3	4	4	3	4
7.	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8.	1 ^{1/2}	2	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	2	2 ^{1/2}	2	2	2	2	2	2
9.	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	2	2	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	2	2	2	2	2	2	2	1
10.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 ^{1/2}	2	2	2	2	2
12.	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	3	3	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3
13.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
14.	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}
15.	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	2	2
16.	3	3	3	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2	2	3	3	2 ^{1/2}	3
18.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1 ^{1/2}	2	2	2	2	2	2	2
19.	2	2 ^{1/2}	2	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2	3	3	2	2 ^{1/2}	3
20.	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	2	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	2 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}

Mit diesen beiden Beispielen verlassen wir den Vergleich der Muskeln untereinander bei jeder Probandin und wenden uns den einzelnen Muskeln gesondert zu, ohne zwischen linker und rechter Seite zu unterscheiden. Wir errechnen den Durchschnitt der Aktivitäten für jeden Muskel re. + li., abhängig von Standsituation und Absatzhöhe, und ordnen die Zahlen nach einem neuen Schema. Die Tabelle IV zeigt diese neue Ordnung für den M. psoas.

Wenn wir uns erinnern, dass der M. psoas bei Monika in Situation II und bei flachen Absätzen die Werte li. 2 und re. 3 ergeben hat, so finden wir jetzt bei Prob. 12 den Durchschnittswert $2\frac{1}{2}$. Bei hohen Absätzen betragen die Werte li. 3, re. 4; das bedeutet $3\frac{1}{2}$. So haben wir also die polymyographisch erfasste Aktivität des M. psoas bei allen Probanden je nach Situation und Absatzhöhe übersichtlich vor uns.

Tab. V Durchschnittliche Aktivität des M. tibialis anterior je nach Proband, Situation und Absatzhöhe

	I			II			III			IV			V			VI		
	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h	f	m	h
1.	2	2	3	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	3	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	2	2	2	$3\frac{1}{2}$	4	$2\frac{1}{2}$	3
2.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	2	2	$2\frac{1}{2}$	2	2	4	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2
3.	$2\frac{1}{2}$	3	4	$2\frac{1}{2}$	3	4	3	3	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	4	2	3	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3
4.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	$1\frac{1}{2}$	2	2
5.	$1\frac{1}{2}$	2	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	2	2	1	1	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	1	1	$2\frac{1}{2}$
6.	3	3	3	$3\frac{1}{2}$	2	2	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	3	3	3	$2\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	2	2	$2\frac{1}{2}$
7.	2	3	4	3	$2\frac{1}{2}$	3	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	2	3	$2\frac{1}{2}$	2	3	4	$1\frac{1}{2}$	2	2
8.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	3	$1\frac{1}{2}$	2	3	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2
9.	1	1	2	$2\frac{1}{2}$	1	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	1	2	1	1	$2\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	4	4	$3\frac{1}{2}$	2
10.	1	1	3	1	1	2	1	1	3	1	1	$2\frac{1}{2}$	1	2	4	4	1	3
11.	1	1	1	$2\frac{1}{2}$	1	1	$2\frac{1}{2}$	1	1	1	1	1	1	$1\frac{1}{2}$	1	4	1	1
12.	2	$1\frac{1}{2}$	3	2	3	$3\frac{1}{2}$	3	2	$3\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	2	2	3
13.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
14.	2	2	3	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	2	2	3
15.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	3	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
16.	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	2	2	2	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
17.	1	$1\frac{1}{2}$	2	1	2	$2\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	2	$2\frac{1}{2}$	3	1	2	3	3	3	3
18.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	3	$1\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	2	2	2	2	3	2	2
19.	1	2	3	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	1	1	3	2	3	4	1	2	$2\frac{1}{2}$
20.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	2	2	$1\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	1	2	2	1	1	3	2	2	3

Die Tabelle V fasst die Aktivitäten des M. tibialis anterior zusammen, die ebenso errechnet und dargestellt sind wie die des M. psoas. Cécile, unser erstes Beispiel, wies im normalen Stand (Situation I) bei flachen Absätzen die Werte li. 2 und re. 3 auf; wir finden jetzt bei Prob. 3 den Wert $2\frac{1}{2}$. Für hohe Absätze lauteten die Zahlen 4 und 4; es muss also auch jetzt in der entsprechenden Kolonne eine 4 stehen.

Das auf die geschilderte Weise erarbeitete Zahlenmaterial gestattet es nun, tiefer in die Problematik unserer Fragestellung einzudringen. Dabei werden wir uns nicht davon freimachen können, weiter mit Zahlen zu operieren, doch wer den nächsten Schritten folgt, wird kaum Schwierigkeiten haben, mit uns die Konsequenzen aus den polymyographischen Untersuchungen zu ziehen.

Die unterschiedliche Aktivität der Muskeln
Sehen wir zunächst einmal davon ab, an

welche Absatzhöhe die einzelnen Probanden gewöhnt sind, und berücksichtigen auch nicht, in welcher Position (Situation) die polymyographischen Ableitungen vorgenommen wurden, sondern betrachten nur die Muskelaktivitäten je nach geprüfter Ab-

Tab. VI Durchschnittliche Aktivität der Muskeln aller Probanden je nach Absatzhöhe

Absatzhöhe	flach	mittel	hoch
Er. trunci thorakal	14,2	14,8	15,2
Er. trunci lumbal	10,3	10,2	10,5
Bauchm. ob. Teil	12,2	12,4	12,9
Bauchm. unt. Teil	11,2	11,4	12,2
Glut. maximus	12	12	11,4
Glut. medius	12,8	12,3	12,2
Psoas	12,7	12,4	13,3
Adduktoren	9,6	9,4	11,4
Ischiocruralen	11	12	11,7
Quadriceps	11,3	11,4	14,7
Triceps surae	15,6	17,6	18,1
Tibialis ant.	11,4	11,3	15,2
Insgesamt	144,3	147,2	158,8

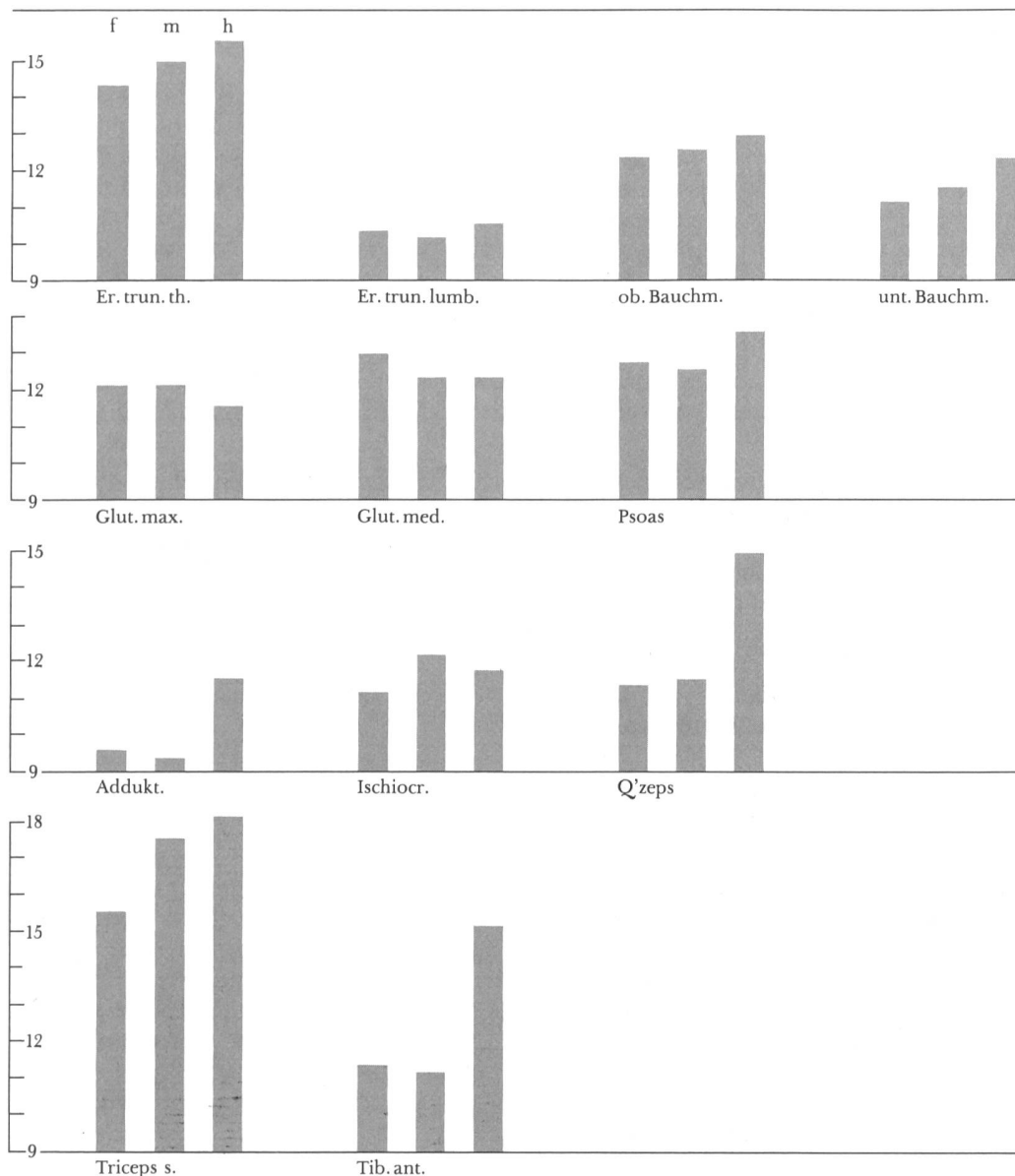
satzhöhe. Dazu müssen wir für jedes Muskelpaar (re. + li.) alle entsprechenden Werte der Situationen und alle Kolonnen pro Absatzhöhe addieren sowie den Durchschnitt der 20 Probanden errechnen. So erhalten wir die in der Tabelle VI dargestellten Vergleichsdaten.

Gesamthaft gesehen fällt auf, dass die Aktivität aller gemessenen Muskeln bei flachen Absätzen am geringsten, bei hohen Absätzen am höchsten ist. Das überrascht keineswegs, da ja flache Absätze die stabilste Lage garantieren. Betrachten wir die Zahlen etwas näher, dann fällt auf, dass zwar die Differenzen der Aktivitäten zwischen flachem und mittlerem Absatz geringer ist (2,9) als die Differenz zwischen mittlerem und hohem Absatz (11,6), dass aber vergleichsweise *bei flachem Absatz* 6 Muskeln geringste Aktivität aufweisen, bei mittlerem

Absatz 4 und bei hohem Absatz nur 2. Hier wäre die Differenz jeweils gleich. Wir müssen uns also die einzelnen Muskeln etwas genauer ansehen.

Statische Überlegungen lassen erwarten, dass die Aktivität der durch Absätze zwischen Ursprung und Ansatz angenäherten Muskeln abnimmt. Für den Glutaeus maximus trifft die Erwartung auch zu. Für die Ischiocrurales gilt dies nur noch insofern, als sie beim Wechsel von mittleren auf hohe Absätze eine Aktivitätsabnahme aufweisen, nicht aber beim Wechsel von flachen auf mittlere Absätze; hier nimmt ihre Aktivität sogar zu. Bei mittleren Absätzen scheint ihre Annäherung von Ursprung und Ansatz zu gering zu sein, verglichen mit der vermehrten Stabilisationsarbeit gegenüber flachen Absätzen. Beim Wechsel auf hohe Absätze wirkt sich die Annäherung stärker aus

Abb. 16 Graphische Darstellung der Ergebnisse von Tab. VI



als die zusätzliche Stabilisationsarbeit am Kniegelenk; die Aktivität nimmt ab. Die vermehrte Stabilisationsarbeit am Knie bei hohen Absätzen wird durch den Quadriceps und den Triceps surae übernommen, was sich in einer stark zunehmenden Aktivität dieser beiden Muskeln ausdrückt. Deshalb zeigt der Triceps surae auch keine Abnahme der Aktivität bei Annäherung seiner beiden Fixpunkte. Er muss, zusammen mit dem Tibialis anterior, die von der Absatzerhöhung am meisten betroffenen Gelenke (Fuss und Knie) stabilisieren.

Werfen wir nun einen Blick auf die Abbildung 16, dann fällt auf, dass die Differenz zwischen den Aktivitäten bei flachen und bei hohen Absätzen immer kleiner wird, je näher die Muskeln am Becken liegen. Die beckennahe Muskulatur dürfte also kaum durch eine kurzfristige Änderung der Absatzhöhe zu beeinflussen sein. Sie hat auch nicht die Tendenz zur geringsten Aktivität bei flachen Absätzen, sondern bei denjenigen Absätzen, die gewöhnlich getragen werden.

In dieser Vermutung sehen wir uns auch durch das Verhalten des M. erector trunci lumbalis bestätigt. Er zeigt am wenigsten Aktivität bei mittlerer Absatzhöhe, und die Aktivitätszunahme bei hohem Absatz ist nur gering, da er nicht zu Kompensationsarbeit gezwungen ist. Die vergleichsweise deutliche Aktivitätszunahme des M. erector trunci thoracalis bei höheren Absätzen scheint darauf hinzuweisen, dass mit grösserer Entfernung vom Becken als dem stabilsten Punkt des Körpers die Labilität und damit die Muskelaktivität nicht nur nach

kaudal, sondern auch nach kranial zunimmt.

Und in der Tat, dies wird besonders deutlich, wenn man die Aktivitäten der in Gruppen zusammengefassten Muskeln betrachtet:

Rumpfmuskulatur

M. erector trunci thoracalis
M. erector trunci lumbalis
M. rectus abdominis oberer Quadrant
M. rectus abdominis unterer Quadrant

Beckenmuskulatur

M. gluteus maximus
M. gluteus medius
M. psoas

Beinmuskulatur

Mm. adductores
Mm. ischiocrurales
M. quadriceps
M. triceps surae
M. tibialis anterior

	flach	mittel	hoch
Rumpf	12	12,2	12,6
Becken	12,5	12,2	12,3
Bein	11,8	12,3	14,2

Tab. VII Durchschnittliche Aktivität der Rumpf-, Becken- und Beinmuskulatur nach Absatzhöhe

Die durchschnittliche Aktivität der Muskelgruppen nach der Absatzhöhe zeigt die Tabelle VII. Optisch einprägsam ist die Abbildung 17, in der die einzelnen Werte graphisch dargestellt sind. Man sieht sofort, dass mit zunehmender Absatzhöhe die Rumpfmuskulatur eine leichte, die Bein-

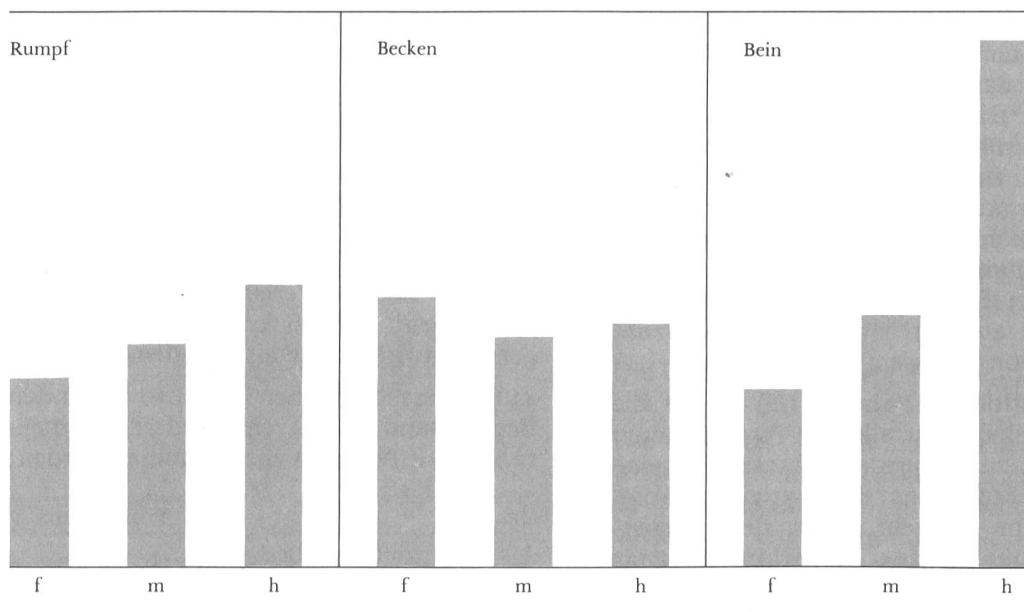


Abb. 17 Graphische Darstellung der Ergebnisse von Tab. VII

muskulatur eine deutliche Steigerung der Aktivität aufweist und dass die Aktivität der Beckenmuskulatur bei flachen Absätzen am höchsten, bei mittleren Absätzen am geringsten ist. Dies mag damit zusammenhängen, dass nur ein kleinerer Teil der Probanden gewöhnlich flache Absätze trägt.

Der Einfluss von Wirbelsäule und Becken

Es ist natürlich denkbar, dass die Körperhaltung bzw. die Konstitution der Wirbelsäule einen gewissen Einfluss auf die Muskelaktivität ausübt. Um darüber Aufschluss zu erhalten, wurden die Probanden in 5 Gruppen eingeteilt:

Gruppe	Probanden
I unauffälliger Rücken Prob. 1, 7, 8, 9, 13	5
II Flachrücken Prob. 3, 4, 12, 14	4
III Hyperlordose Prob. 5, 16, 17, 18, 19	5
IV Rundrücken Prob. 2, 10, 11	3
V hohe Lordose Prob. 6, 15, 20	3

Diese Einteilung, das lässt sich nicht von der Hand weisen, hat einen grossen Nachteil: die Gruppen sind zu klein, um aus den Ergebnissen eindeutige Aussagen abzuleiten. Dennoch kann man sich ein gewisses Bild von den Unterschieden machen. Dazu ist allerdings erforderlich, dass man die Tabelle VIII näher studiert und auch einen Blick auf die Tabelle IX wirft.

Dabei lässt sich erkennen, dass die Probanden mit unauffälligem Rücken, Gruppe I, im Vergleich zu den anderen auf hohe Absätze mit der grössten Aktivitätszunahme reagieren. Diese Gruppe scheint erstaunlicherweise hohe Absätze am schlechtesten zu vertragen. In der zweiten Gruppe ist der M. erector trunci hervorzuheben, dessen thorakaler und lumbaler Anteil bei hohen Absätzen eine verhältnismässig niedrige Aktivität aufweist. Die Absatzhöhe dürfte hier auch auf die Muskeln oberhalb des Beckens von gewissem Einfluss sein.

Bei Hyperlordose (Gruppe III) zeigen die Bauchmuskeln, vor allem in ihrem unteren Teil, mit zunehmender Absatzhöhe eine deutliche Steigerung der Aktivität. Wenn man davon ausgeht, dass der Körperschwerpunkt bei einer Hyperlordose etwas nach ventral verlagert ist, dann lässt sich folgern, dass es bei hohen Absätzen zu einer

Tab. VIII Durchschnittliche Muskelaktivität von 5 Probandengruppen, eingeteilt nach dem jeweiligen Rückentyp

Rückentyp		Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Er. trunci thorakal	f	12,3	15,9	13,6	15,8	14,2
	m	12,1	16,5	14	18,2	14,7
	h	12,9	16	14,9	18	15,7
Er. trunci lumbal	f	10,6	10,9	10,6	8	10,6
	m	10,8	11	10,4	7,2	10,5
	h	12,2	10,8	10,5	7,5	10,5
Bauchm. ob. Teil	f	11,8	13,3	11,3	14,5	10,8
	m	11,9	13,5	11,8	14,7	10,5
	h	12,5	13,8	12	15,3	11,8
Bauchm. unt. Teil	f	10,7	9,8	10,2	9,2	12,7
	m	11	9,6	13,5	9,2	13,2
	h	12,2	10	14,1	9,7	14,2
Glut. max.	f	12,7	12	13,9	12,2	7,3
	m	13,1	12,8	12,9	12,2	8
	h	13,5	11,3	12,3	11,2	8,8
Glut. med.	f	12,1	12,3	12,8	13,3	12,8
	m	11,4	12,5	12,6	12,7	12,5
	h	11,9	12,4	12	12	13,2
Psoas	f	13,2	13,5	12,8	12,3	12,5
	m	12,4	13,5	10,4	12,2	11,6
	h	12,6	15,5	13,6	12,3	13,6
Adduktoren	f	9,5	6,4	12,2	9,8	9,2
	m	9,8	6,9	11,7	10	10
	h	11,6	9	11,7	11,3	13,3
Ischiocruralen	f	10,4	11,6	11,1	11,2	11,2
	m	11,7	12	12,6	12	11,2
	h	10,6	11,4	12,5	12	11,8
Quadriceps	f	10,7	9,8	12,5	13,3	11,2
	m	11,1	9,6	12,1	12,3	10,8
	h	14,2	13,6	15,5	14,7	15,2
Triceps surae	f	14,9	17,1	16,4	14,2	15,5
	m	16,4	18,6	19,7	16,2	16
	h	19,4	17,8	19,4	17,2	15,5
Tibialis ant.	f	12,5	12	10,6	10,3	11,5
	m	11,4	12,8	11,7	7,8	12
	h	15,3	18	14,8	13,2	14

Tab. IX Verteilung der Muskeln geringster Aktivität in den nach dem Rückentyp geordneten Gruppen

	Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
flach	8	6	5	6	6
mittel	4	3	4	5	6
hoch	0	3	3	1	0

weiteren Verschiebung des Schwerpunkts nach ventral kommt, die durch eine zusätzliche Aktivität der Bauchmuskulatur abgefangen werden muss, damit der Mensch im Gleichgewicht bleibt. In der Gruppe IV wiederum fällt die Aktivitätssteigerung des M. erector trunci thoracalis bei hohen Absätzen besonders auf. Vermutlich hat dies ebenfalls mit der Verlagerung des Schwerpunkts beim Rundrücken zu tun (Extension der Brustwirbelsäule als Ausgleich).

Zur Untersuchung der Einflüsse durch den Beckenstand musste eine andere Gruppierung der Probanden vorgenommen werden:

Gruppe	Probanden
A unauffälliger Beckenstand Prob. 1, 7, 12	3

Gruppe	Probanden
B diskreter Becken-schiefstand Prob. 2, 8, 9, 10, 13, 15, 19, 20	8
C deutlicher Becken-schiefstand Prob. 4, 5, 6, 11, 17, 18	6
D Beckenrotation Prob. 3, 14, 16	3

Auch hier müssen wir uns wieder einer Tabelle zuwenden, die uns die Ergebnisse zeigt (Tabelle X). Diese Übersicht wie auch die Tabelle XI lassen keine wesentlichen Zusammenhänge zwischen dem Einfluss der Absatzhöhe auf die Muskulatur je nach Beckentyp erkennen. Wir wollen uns damit begnügen, die starke Aktivitätszunahme des M. erector trunci lumbalis in der Gruppe A und des M. erector trunci thoracalis in der Gruppe C zu konstatieren.

Tab. X Durchschnittliche Muskelaktivität von 4 Probandengruppen, eingeteilt nach dem jeweiligen Beckentyp

Beckenstand		Gr. A	Gr. B	Gr. C	Gr. D
Er. trunci thorakal	f	15,3	13,9	13,9	14
	m	15,3	13,7	15,9	14,7
	h	16,2	13,9	16,3	15,5
Er. trunci lumbal	f	10,8	10,1	10,2	10,3
	m	10,8	9,8	10	10,7
	h	12,5	10,2	10,2	10,3
Bauchm. ob. Teil	f	15,5	11	13	10,7
	m	15,8	11,1	13,1	11,2
	h	16	11,3	14,3	11,2
Bauchm. unt. Teil	f	13,3	10,3	11,9	9,8
	m	13,2	10,5	12,6	9,7
	h	14	11,2	13,7	9,8
Glut. maximus	f	11,2	12,2	10,7	14,5
	m	11,3	12,4	11,1	14
	h	11,3	12,1	11,2	12
Glut. medius	f	12,3	11,9	10,8	15,2
	m	12,3	11,3	12,3	15
	h	13	11,1	12	14,8
Psoas	f	15,3	11,3	12,4	15,8
	m	14,2	11,2	12,3	15,5
	h	15	11,9	13,3	16,8
Adduktoren	f	8,8	10,6	10,5	8,7
	m	7,5	10,1	9,3	9
	h	10,5	12,9	11	8,8
Ischiocruralen	f	10,2	10,8	12,4	9,5
	m	12	11,6	13,8	9,2
	h	10,2	11,8	13,8	8,2
Quadriceps	f	10,7	11,5	11,7	10,7
	m	10,8	11,6	10,9	11
	h	15	14,8	14,7	13,8
Triceps surae	f	18,2	14	16	16
	m	19,8	15,6	18,7	18,5
	h	20	18	18,3	16,3
Tibialis ant.	f	13,5	10	11,3	13,3
	m	14,3	9,6	10,6	14,2
	h	18,2	12,9	13,5	16,5

Abgesehen davon, dass die Ergebnisse der Untersuchung nach Rückentyp und nach Beckentyp keinen Anspruch auf Signifi-

Tab. XI Verteilung der Muskeln geringster Aktivität in den nach dem Beckentyp geordneten Gruppen

Beckenstand	Gr. A	Gr. B	Gr. C	Gr. D
flach	9	5	8	8
mittel	5	5	4	1
hoch	2	3	0	6

kanz erheben können, darf man daraus schliessen, dass sie für die Wahl des geeigneten Absatzes kaum eine entscheidende Bedeutung haben dürften.

Der Einfluss der gewohnten Absatzhöhe

Mag sein, dass für die Wahl des Absatzes ursprünglich kosmetische, ästhetische oder modebedingte Gründe massgeblich waren; fest steht aber: Die Probanden fühlten sich jeweils in Schuhen mit gewohntem Absatz am wohlsten. Wie ist das objektiv zu bewerten?

Gruppe	Probanden
f gewöhnt an flache Absätze Prob. 1-6	6
m gewöhnt an mittlere Absätze Prob. 7-12	6
h gewöhnt an hohe Absätze Prob. 13-20	8

Zur Beurteilung der Ergebnisse können wir nicht darauf verzichten, die tabellarische Zusammenstellung der Daten (Tabelle XII) zum Studium zu empfehlen und auch die Tabelle XIII in Augenschein nehmen zu lassen. Wir ersehen daraus folgendes:

In den Gruppen f und m sind die Muskelaktivitäten jeweils dann am geringsten, wenn die gewohnten Absätze getragen werden. Einer Verallgemeinerung dieser Aussage widersprechen aber die Ergebnisse in der Gruppe h. Diese Probanden hatten bei hohen Absätzen sogar die stärksten Aktivitäten, und mehr als die Hälfte von ihnen zeigte bei flachen Schuhen die geringste Aktivität. Vielleicht überfordert ein zu grosser Unterschied zum normalen Stand auf die Dauer die Anpassungsfähigkeit der posturalen Muskulatur.

Die Gruppe m reagierte bei allen Absatzhöhen am ausgeglichensten.

Die Tendenz, die sich aus Tabelle VI ergab, wonach bestimmte Muskelgruppen bezogen auf die Absatzhöhe ein typisches Verhaltensmuster zeigten, bestätigte sich hier unabhängig von der gewohnten Absatzhöhe. Interessanterweise weist der lumbale Anteil des M. erector trunci als einziger Muskel bei

der gewohnten Absatzhöhe jeweils die geringste Aktivität auf.

Tab. XII Durchschnittliche Muskelaktivität von 3 Probandengruppen, eingeteilt nach der gewohnten Absatzhöhe

Gew. Absatzhöhe		Gruppe f	Gruppe m	Gruppe h
Er. trunci thorakal	f	15,2	15	12,8
	m	16,3	16	12,6
	h	16,8	16,3	13,2
Er. trunci lumbal	f	9,7	9,8	11,1
	m	9,8	9,6	10,8
	h	10,5	10,4	10,7
Bauchm. ob. Teil	f	12,3	12,9	11,7
	m	12,7	12,9	11,8
	h	13,6	10,5	11,8
Bauchm. unt. Teil	f	11,5	9,9	11,8
	m	11,9	9,9	12,1
	h	13,6	10,5	12,3
Glut. maximus	f	9	14	12,6
	m	9,6	14,3	12,1
	h	10	13,7	11,4
Glut. medius	f	11,7	13,6	12,5
	m	11,5	13,3	12,1
	h	12	13,2	11,7
Psoas	f	13,7	12,4	12
	m	13	12,3	11,9
	h	14,4	12,8	12,9
Adduktoren	f	9,9	7,9	8,8
	m	10	8,3	9,4
	h	12	10,9	11,9
Ischiocruralen	f	12,5	10,1	10,1
	m	12,7	12	10,3
	h	12,9	10,5	11,5
Quadriceps	f	11,5	11,2	11,3
	m	10,8	11,3	11,4
	h	14,9	14,9	14,1
Triceps surae	f	17,3	15,1	14,7
	m	17,9	17,4	17,3
	h	17,9	20,1	16,8
Tibialis ant.	f	12	11,7	10,8
	m	12,3	10,3	11,3
	h	16,7	15,3	13,9

Tab. XIII Verteilung der Muskeln mit geringster Aktivität in den nach der gewohnten Absatzhöhe geordneten Gruppen

Gew. Absatzhöhe	Gruppe f	Gruppe m	Gruppe h
flach	8	4	7
mittel	4	4	3
hoch	0	4	2

Folgerungen

Aus den etwas kompliziert erscheinenden polymyographischen Untersuchungen und den verschiedenen Berechnungen ergeben sich ganz einfache Konsequenzen für die tägliche Praxis und für die Beratung von Patienten mit Rückenschmerzen, vor allem nach Diskopathie.

Ohne Zweifel wird die posturale Muskulatur durch die Absatzhöhe der Schuhe in charakteristischer Weise beeinflusst. Im Bereich des Beckens verändert sich die Muskelaktivität mit steigender Absatzhöhe zwar nur gering und nimmt eher ab als zu. Je

weiter die Muskeln aber sowohl nach kranial wie nach kaudal vom Becken entfernt lokalisiert sind, um so lebhafter wird die Muskelaktivität mit steigender Absatzhöhe. Selbst diejenigen Muskelgruppen, deren Ursprung und Ansatz durch höhere Absätze eine Annäherung erfahren, zeigen dann keine Aktivitätsabnahme, was auf eine vermehrte Stabilisationsarbeit zurückzuführen sein dürfte.

Zusätzlich spielen folgende Faktoren eine Rolle:

1. Die Gewöhnung an eine bestimmte Absatzhöhe

Bei der gewohnten Absatzhöhe trat weniger Aktivität auf als bei den anderen Absätzen. Eine Ausnahme bilden die Probanden, die an hohe Absätze gewöhnt sind, vermutlich wegen Überforderung der Anpassungsfähigkeit der posturalen Muskulatur.

2. Der Haltungstyp

Bei unauffälligen Rücken erwiesen sich flache Absätze als am günstigsten.

Beim Flachrücken verursachten hohe Absätze am wenigsten Aktivität im M. erector trunci thoracalis und lumbalis. Die anderen Muskeln zeigten mit zunehmender Absatzhöhe auch eine zunehmende Aktivität, wenn man vom Beckenbereich absieht.

Bei Hyperlordose nimmt die Aktivität der Bauchmuskeln deutlich zu, wenn hohe Absätze getragen werden, was weniger günstig ist.

Beim Rundrücken steigt die Aktivität des M. erector trunci thoracalis stark an.

3. Der Bindegewebstyp

Ohne auf die entsprechenden Untersuchungen näher einzugehen, möchten wir zusammenfassen, dass Probanden mit schwachem Bindegewebe ganz allgemein eine höhere Aktivität in allen Muskelgruppen erkennen liessen.

Bei Patienten mit «Kreuzschmerzen» ist für die Empfehlung der Absatzhöhe die Rumpfmuskulatur massgebend; ihre Aktivität sollte möglichst niedrig sein:

Hohe Absätze können bei den Patienten toleriert werden, die daran gewöhnt sind und einen Flachrücken haben. Allen anderen Patienten, die bis zu ihrer Erkrankung hohe Absätze trugen, sind mittlere Absätze zu empfehlen.

Mittlere Absätze können fast allen Patienten empfohlen werden, die daran gewöhnt

sind, sofern sie nicht einen Rundrücken haben.

Flache Absätze sind allen Patienten mit Rundrücken anzuraten, doch spricht nichts dagegen, wenn auch andere Patienten auf flache Absätze überwechseln, sofern sie sich dabei wohl fühlen.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. D. Gross, Chefarzt
Dr. K. Kobsa, leitender Arzt

Klinik für Rheumatologie und Rehabilitation
Stadtpital Triemli
8036 Zürich

Die Veröffentlichung erfolgte aus der Schriftenreihe
«folia rheumatologica», mit freundlicher Genehmigung
der CIBA-GEIGY AG, Basel, Schweiz.
