

| | |
|---------------------|---|
| 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: | 10 |
| Artikel: | Polymyographische Funktionsprüfungen des Stütz- und Bewegungsapparates : das Prinzip Bewegung |
| Autor: | Gross, D. / Kobsa, K. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-930422 |

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

Das Prinzip Bewegung

D. Gross und K. Kobsa

Das Substrat

Um seine natürlichen Bedürfnisse zu befriedigen, braucht der Mensch, wie jedes andere Lebewesen auch, Bewegung. Immobilisation bedeutet Hilflosigkeit, Atrophie und schließlich Tod. Der Stütz- und Bewegungsapparat, der dazu instand setzt, Bewegungen auszuführen, bedarf allerdings eines sinnvollen Gebrauchs. Sinnwidrigen Belastungen hält er auf die Dauer nicht stand.

Die Phylogenie von der Quadrupedie zum Zweifüßler (Abb. 1) hat dem *Homo sapiens* neben vielen Vorteilen aber auch Probleme beschert. Sie war zwangsläufig begleitet von einer sukzessiven Veränderung der Körperstatik. Anatomie und Funktion der Knochen und Muskeln mußten sich dieser Entwicklung fortgesetzt anpassen. Neue Hebelarme und erhöhte Gravitationskräfte erschweren allmählich die Haltung. Sie erforderten die Ausbildung neuer Stabilisatoren der statischen und dynamischen Funktion, lokalisiert in der dorsalen und ventralen Posturalmuskulatur.

Zentrales Glied des Systems ist die Wirbelsäule, die allein durch ihre Aufrichtung in die Vertikale einer immer stärkeren Beanspruchung ausgesetzt wurde. Inzwischen sind aber ständig weitere Einflüsse auf ihre Statik hinzugekommen. Hierher gehören zum Beispiel zahlreiche zivilisatorische Belastungen verschiedenster Art, unphysiologische Gewohnheiten, wie falsche Arbeitspositionen, Inaktivität durch technische Hilfen und Anlagen, Überbeanspruchung, Prädispositionen, Deformitäten, Konstitutionsschwäche und vieles andere mehr.

Unter den Muskeln des Menschen nehmen die der Hüftregion eine besondere Stellung ein, haben sie doch für die Erhaltung des Gleich-

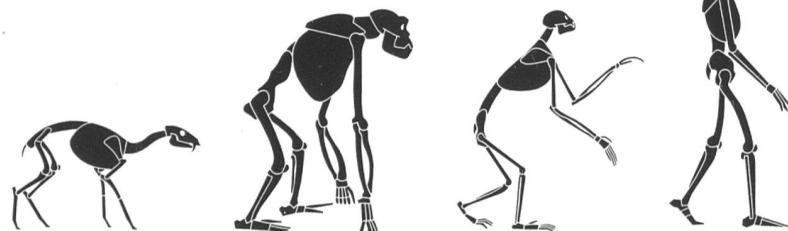
gewichts und der aufrechten Position eine ausschlaggebende Bedeutung. Nun sind aber Qualität und Effekt einer Bewegung nicht nur von der Leistungsfähigkeit und den Eigenschaften einzelner Bewegungskomponenten, der Muskeln, abhängig, sondern auch von den Fähigkeiten dieser einzelnen Komponenten, in ein harmonisches und optimal ausgewogenes Zusammenspiel einzutreten.

Um das Prinzip Bewegung polymyographisch zu erfassen, genügt es nicht, eine Momentaufnahme eines Bewegungsablaufs zu machen. Vielmehr ist es notwendig, Menschen, die sich oft bewegen, mit anderen, die sich kaum bewegen, zu vergleichen. Dann erst wird die Bedeutung der Bewegung relevant und dann erst kann man physioprophylaktische Konzepte entwickeln.

Am besten geeignet für einen solchen Vergleich erscheint die Gegenüberstellung von Sportlern und Nichtsportlern, denn hier, so war bei dem Entwurf der Versuchsanordnung anzunehmen, müßten die Auswirkungen eines permanenten Trainings besonders gut sichtbar werden. Mit diesem Programm hat sich J. BENZ*, Abteilung für Turnen und Sport der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, befaßt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, eher aktive und eher nichtaktive Jugendliche miteinander zu vergleichen, wie dies M. FREI*, ebenfalls von der Abteilung für Turnen und Sport der ETH Zürich, getan hat. Am Schluß werden wir sehen, ob die Resultate beider Programme Gemeinsamkeiten aufweisen, die es erlauben, zum Prinzip Bewegung klare Aussagen zu machen.

*Diplomarbeiten, durchgeführt am Stadtspital Triemli, ZH

Abb. 1 Der Weg zum aufrechten Gang



Programm I

Das Programm umfaßte zwei Gruppen zu je 10 männlichen Probanden im Alter zwischen 18 und 28 Jahren. Die eine Gruppe bestand aus Sportlern, (Kunstturnern), die andere aus Nicht-sportlern, das heißt aus Personen, die sich nicht aktiv und regelmäßig in irgendeiner Weise sportlich betätigen und die vorwiegend nichtmanuelle, administrative Berufe ausüben. Für die polymyographische Untersuchung

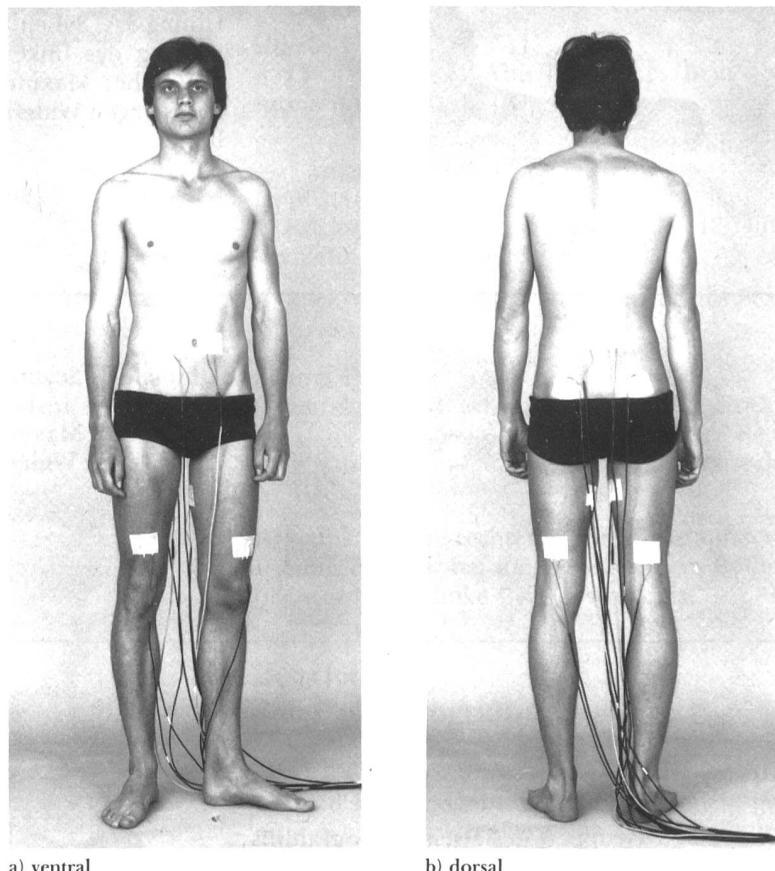
wurden folgende Muskelpaare ausgewählt (Abb. 2):

Alle Probanden wurden stets in der gleichen Weise geprüft. Sie mußten jeweils in der gleichen Reihenfolge die gleichen Bewegungsabläufe vollziehen. Instruktion und Überwachung erfolgten ebenfalls ausschließlich durch die gleiche Person.

Die dargestellten Übungen erwiesen sich in Versuchen als besonders effizient und waren deshalb vorgeschrieben.

Abb. 2
Ansatzstellen der Elektroden

- paravertebrale Muskeln
- Bauchmuskeln
- Glutaeus maximus
- Quadriceps
- ischiokrurale Muskeln
- Adduktoren



a) ventral

b) dorsal

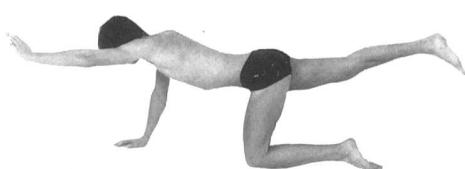


Abb. 3
Übung 1A) Knie-Liegestütz: Heben des rechten Beins und des linken Arms zur Waagrechten; Haltezeit ca. 5 Sekunden

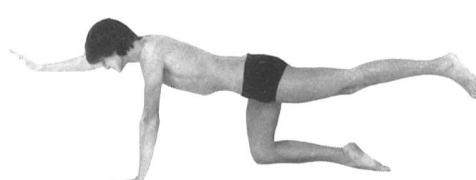


Abb. 4
Übung 1B) Knie-Liegestütz: Heben des linken Beins und des rechten Arms zur Waagrechten; Haltezeit ca. 5 Sekunden

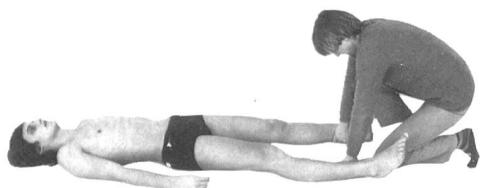


Abb. 5
Übung 2) Rückenlage, Beine leicht gespreizt; Adduktion der Beine gegen Widerstand eines Partners auf Knöchelhöhe; Haltezeit ca. 5 Sekunden

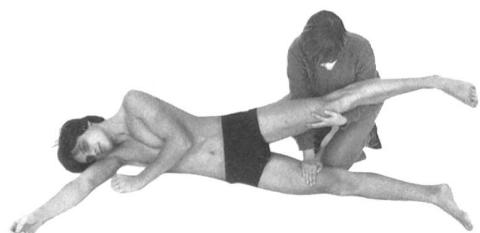


Abb. 6
Übung 3 A) Seitenlage rechts, Arme locker, Fixierung des linken Beins durch Partner auf Kniehöhe: Maximale Adduktion des rechten Beins gegen Widerstand des Partners auf Kniehöhe



Abb. 7
Übung 3 B) Seitenlage links, Arme locker, Fixierung des rechten Beins durch Partner auf Kniehöhe: Maximale Adduktion des linken Beins gegen Widerstand des Partners auf Kniehöhe

Programm II

Die beiden Gruppen des zweiten Programms waren nur wenig kleiner als die des ersten. In jeder Gruppe befanden sich hier 9 männliche Probanden im Alter zwischen 18 und 22 Jahren. Zu der eher aktiven Gruppe gehörten Mittelschüler einer Abschlußklasse. Die Auswahl der Schüler wurde von ihrem Turnlehrer als ausgewogen bewertet. Sie besuchten den Turnunterricht 3 Stunden pro Woche: Krafttraining, Spiel, Gymnastik, Geräteturnen, Leichtathletik. Die Hälften der Jugendlichen trieb in der Freizeit regelmäßig Sport.

Zu der eher inaktiven Gruppe gehörten Lehrlinge der Abschlußklasse einer Berufsmittelschule. Ihr Wochenplan enthielt lediglich eine Turnstunde, in der nahezu ausschließlich Fußball gespielt wurde. Nur 20% der Gruppe trieben in der Freizeit regelmäßig Sport. Für die polymyographische Untersuchung wurden in einer Gruppe folgende Muskelpaare ausgewählt:

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| - Bauchmuskeln | - Glutaeus maximus |
| - paravertebrale Muskeln | - Quadriceps |
| - Glutaeus medius | - Iliopsoas |



Abb. 8 Ausgangsstellung IA und B



Abb. 9 Bewegungsübung IA

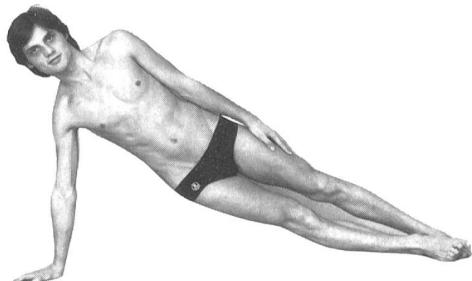


Abb. 10 Ausgangsstellung II A

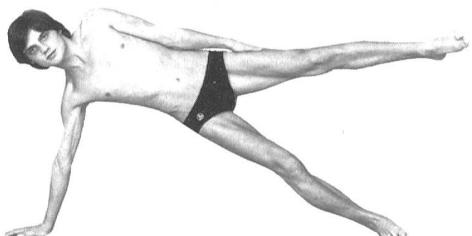


Abb. 11 Bewegungsübung II A

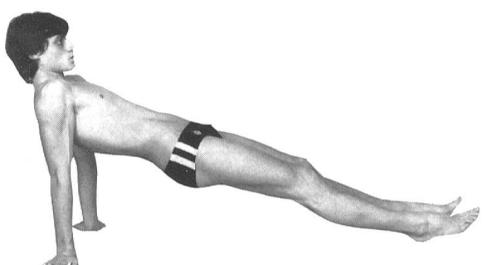


Abb. 12 Ausgangsstellung III A und B

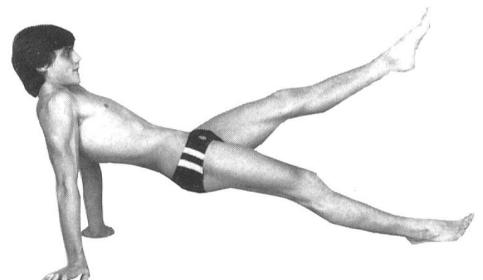


Abb. 13 Bewegungsübung III A

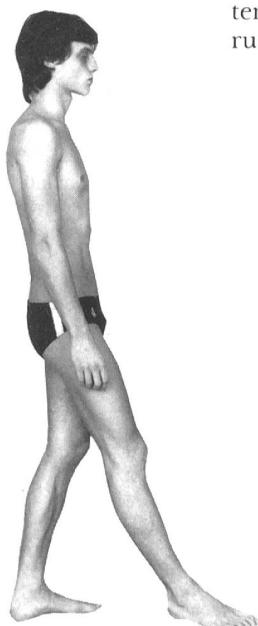


Abb. 14 Ausgangsstellung IV A

Wie beim ersten Programm wurden auch beim zweiten alle Probanden in der gleichen Weise geprüft. Die einzelnen Übungen, die auch hier nach sorgfältigen Vorversuchen ausgewählt wurden, waren jedoch etwas anders aufgebaut.

Übung I

A) Schwebesitz (Abb. 8): Entgegenführen von rechter Hand und linkem Fuß (Abb. 9)

B) Schwebesitz: Entgegenführen von linker Hand und rechtem Fuß

Übung II

A) Seitstütz rechts (Abb. 10): linkes Bein abspreizen (Abb. 11)

B) Seitstütz links: rechtes Bein abspreizen

Übung III

A) Rückstütz mit beiden Händen (Abb. 12): linkes Bein gestreckt heben (Abb. 13)

B) Rückstütz mit beiden Händen: rechtes Bein gestreckt heben

Übung IV

A) Stand auf dem linken Bein (Abb. 14): Hocke auf dem linken Bein, wobei die Ferse auf dem Boden bleibt und das rechte Bein gestreckt ist (Abb. 15)

B) Stand auf dem rechten Bein: Hocke auf dem rechten Bein, wobei die Ferse auf dem Boden bleibt und das linke Bein gestreckt ist.

Beurteilung der Polymyogramme

Um aus den polymyographischen Aufzeichnungen Konsequenzen ziehen zu können, genügt es nicht, die registrierten Kurven miteinander zu vergleichen, sondern es müssen Maßstäbe gesetzt werden, mit deren Hilfe sich Daten erarbeiten lassen, die dann Schlußfolgerungen erlauben. Dazu, und im Interesse einer



Abb. 15 Bewegungsübung IV A

besseren Verständigung, ist es erforderlich, den geprüften Gruppen eine spezielle Bezeichnung zuzuordnen:

- [a] Sportler (Programm I)
- [a] eher aktive Schüler (Programm II)
- [b] Nichtsportler (Programm I)
- [b] eher nichtaktive Lehrlinge (Programm II)

Werfen wir jetzt einen Blick auf ein Polymyogramm der Gruppe a. Die Abbildung 16 zeigt die Kurven bei den Übungen 1A (links) und 1B (rechts). Man erkennt deutlich den Seitenunterschied in den Aktivitäten, vor allem der Glutaei maximi, der Ischiokruralmuskulatur und der Adduktoren. Weniger auffällig erscheinen die Differenzen beim Quadriceps.

Abb.16 Beispiel eines Polymyogramms der Gruppe a (Sportler) bei der Übung 1A (links) und 1B (rechts)

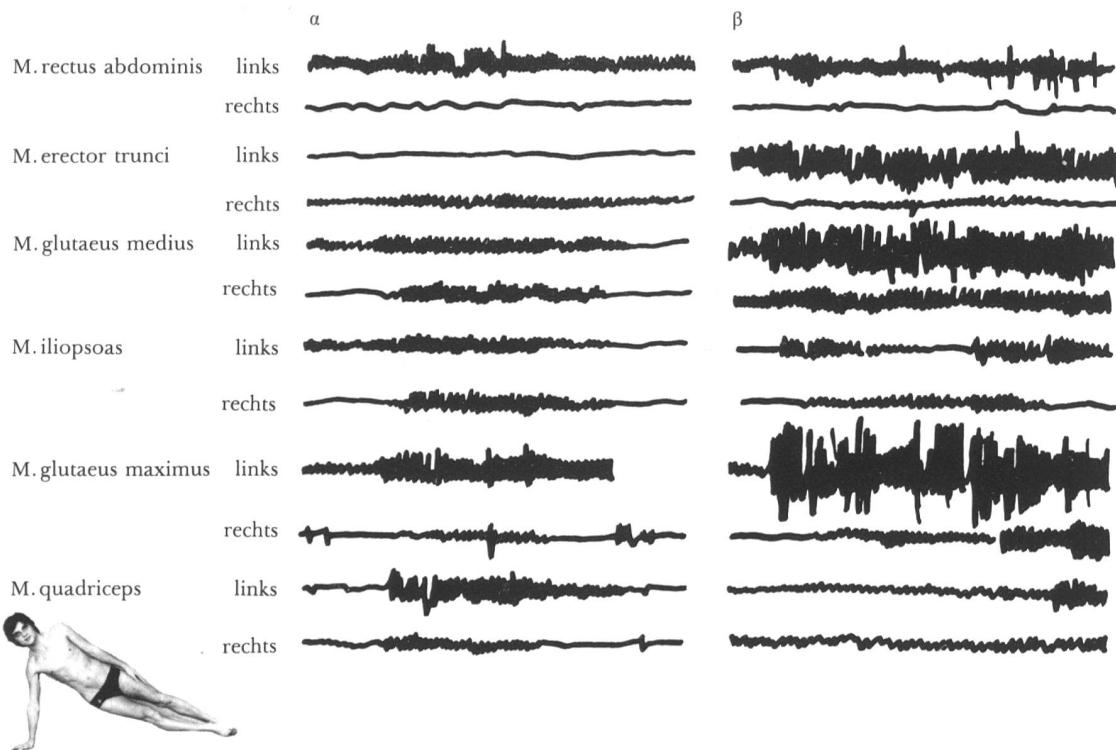
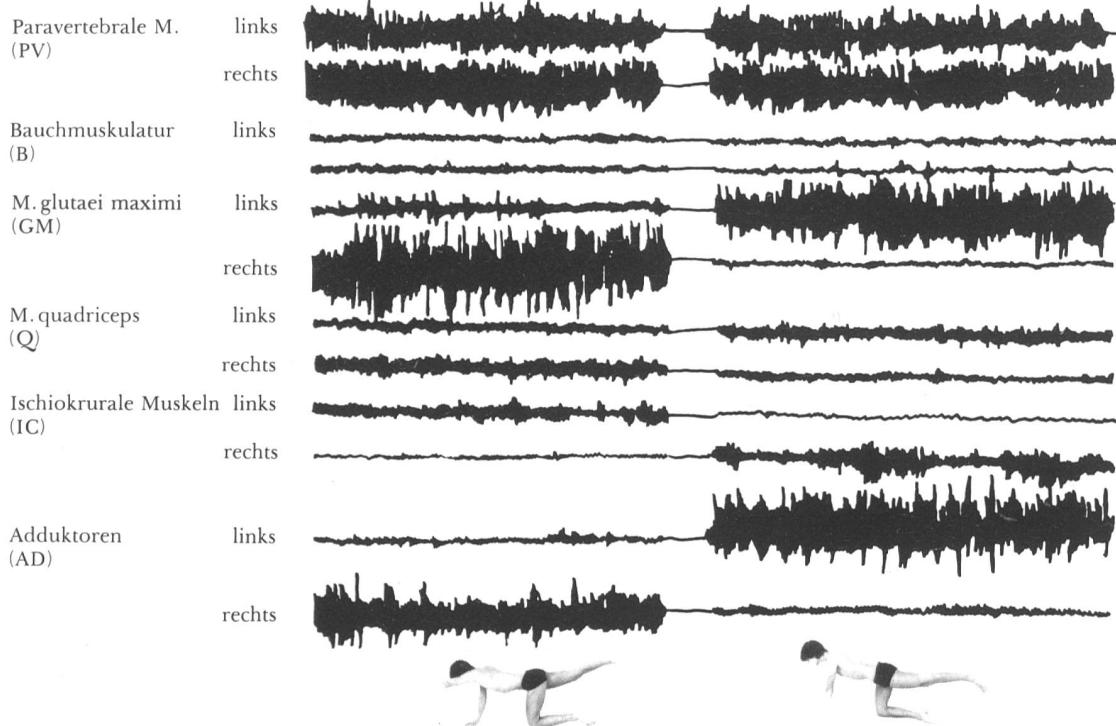
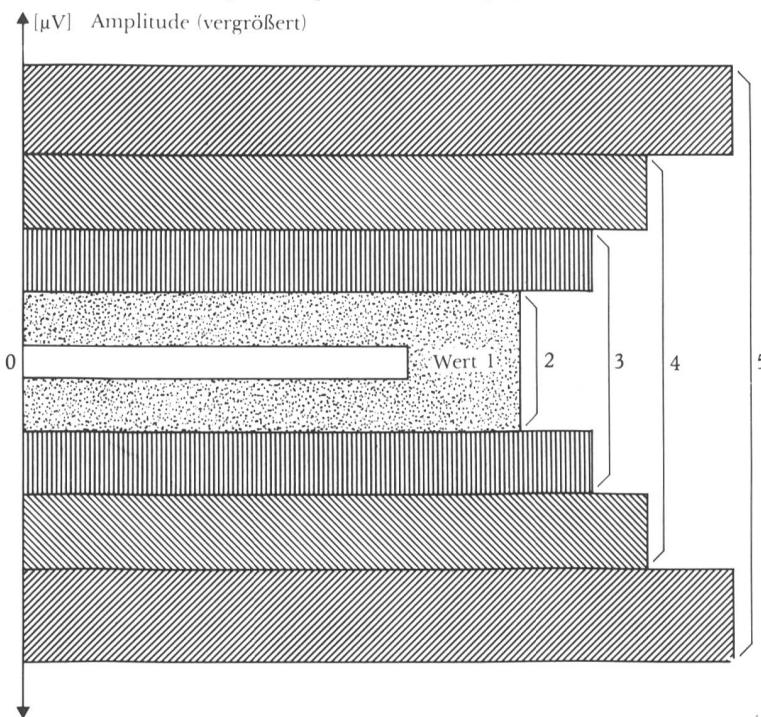


Abb.17 Beispiel eines Polymyogramms der Übung IIA bei einem Probanden der Gruppe a (links) und einem der Gruppe β (rechts)

Das nächste Beispiel (Abb. 17) zeigt die gleiche Übung, nämlich II A, bei zwei verschiedenen Probanden, und zwar bei einem aus der Gruppe β (Lehrlinge) und einem aus der Gruppe α (Schüler). Hier fällt sofort auf, daß die Aktivität fast aller Muskeln beim Angehörigen der Gruppe β wesentlich größer ist.

Zur Bewertung der einzelnen Interferenzmuster hat sich, wie schon in anderen Arbeiten, folgendes Vorgehen bewährt: Die Polymyogramme werden unter einen Raster gelegt, der

Abb. 18 Werteinteilung der Amplituden eines Polymyogramms



Am Ende der Auswertung gelangt man zu Diagrammen, die zwar auf den ersten Blick etwas verwirrend aussehen, bei näherer Betrachtung jedoch gut vergleichbare Daten liefern.

Als Beispiel nehmen wir die Diagramme der Übung 1A bei der Gruppe α (Tab. II) und der Gruppe β (Tab. III). Optisch leichter zu erfassen ist die graphische Darstellung der Abbildung 19, in der jeweils das Total der Aktivitäten der geprüften Muskeln aller Probanden einer

in 5 Bereiche eingeteilt ist (Abb. 18). So kann man ablesen, in welchem Bereich sich die Mehrzahl der Amplitudenspitzen findet. Die Punktzahl für einen bestimmten Amplitudenausschlag wurde nach Erfahrungswerten bemessen (Tab. I). Zwischenwerte wurden mit + bzw. - angegeben:

1 = 1
1+ ≤ 1,33
2- ≥ 1,66
2 = 2
usw.

Tab. I Werteskala

| Amplitude | Tabellenwert |
|-----------------|--------------|
| 0 mm | 0 |
| < 1 mm | 1 |
| 1 mm bis 5 mm | 2 |
| 5 mm bis 10 mm | 3 |
| 10 mm bis 20 mm | 4 |
| > 20 mm | 5 |

Gruppe aufgezeichnet wurde.

Aus dem Programm II mögen die Diagramme der Übung 1A als Beispiel dienen. Hier zeigen wir wieder zum Vergleich die Probanden der Gruppe α (Tab. IV) und die der Gruppe β (Tab. V). Die graphische Darstellung der Abbildung 20 zeigt das Total der Aktivitäten der geprüften Muskeln aller Probanden einer Gruppe.

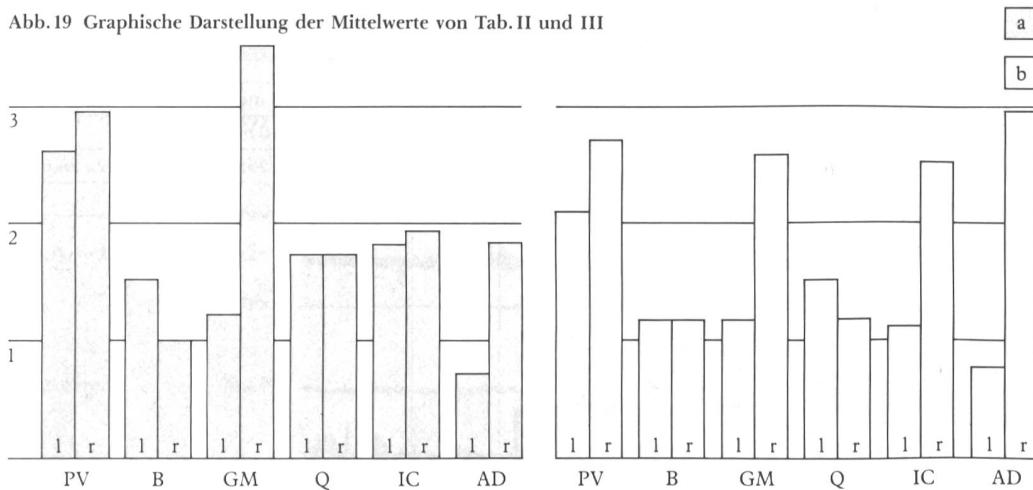
Tab. II Muskelaktivität in der Gruppe α bei Übung 1A. PV = Paravertebral-muskel, B = Bauchmuskel
GM = Glutaeus maximus, Q = Quadriceps, IC = Ischiokruralmuskel, AD = Adduktoren, l = links, r = rechts

| | PV | | B | | GM | | Q | | IC | | AD | |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | l. | r. |
| Adolf | 3- | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| Berthold | 3- | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1+ | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Caspar | 2 | 2+ | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| Dietrich | 3 | 3 | 3 | 1+ | 1+ | 4 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Egon | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| Ferdinand | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2- |
| Gerhard | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2- | 4 | 1 | 2 |
| Hans | 3 | 3 | 1 | 1 | 1+ | 4 | 2- | 2 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| Igor | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| Jakob | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2- | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Total | 26 | 29 | 15 | 10 | 12 | 34 | 17 | 17 | 18 | 19 | 7 | 18 |

Tab. III Muskelaktivität in der Gruppe b bei Übung 1A

| | PV | | B | | GM | | Q | | IC | | AD | |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | l. | r. |
| Konrad | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3- | 1 | 2 |
| Leonhard | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 0 | 4 |
| Moritz | 2 | 3 | 1 | 2- | 1 | 3+ | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| Natan | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| Oskar | 3 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| Peter | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3+ | 2 | 1 | 1 | 3+ | 0 | 4 |
| Richard | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 4 | 1 | 3 |
| Stanislaus | 2 | 2 | 3 | 2- | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0+ | 1 | 4 |
| Titus | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1+ | 0+ | 2 | 2 | 0 | 0+ | 4 |
| Udo | 2 | 3 | 1 | 1 | 2- | 4 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Total | 21 | 27 | 12 | 11 | 12 | 26 | 15 | 12 | 11 | 25 | 8 | 29 |

Abb. 19 Graphische Darstellung der Mittelwerte von Tab. II und III



Tab. IV Muskelaktivität in der Gruppe a bei Übung IA. B = Bauchmuskeln, PV = Paravertebralmuskeln, GMe = Glutaeus medius, GMa = Glutaeus maximus, Q = Quadriceps, I = Iliopsoas

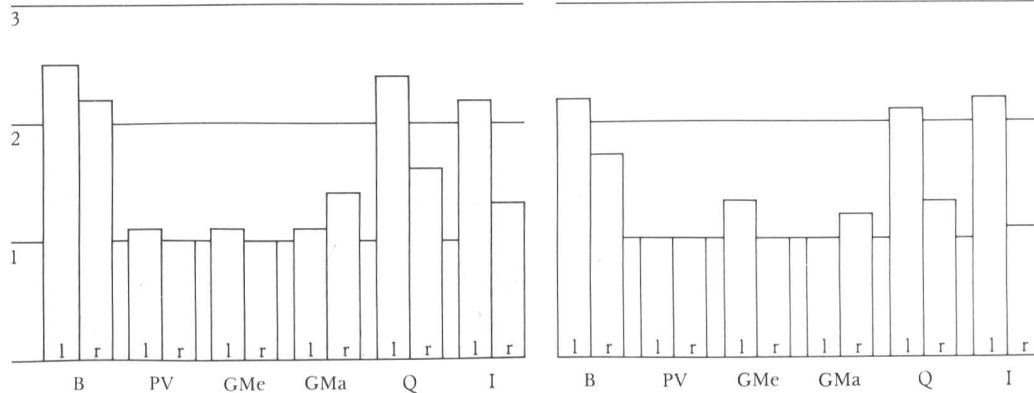
| | B | | PV | | GMe | | GMa | | Q | | I | |
|-----------|----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|
| | l. | r. | l. | r. | l. | r. | l. | r. | l. | r. | l. | r. |
| Anton | 2+ | 2+ | 2 | 1- | 1+ | 1- | 2 | 2- | 3+ | 2- | 1+ | 1 |
| Bruno | 3 | 3- | 1+ | 1+ | 2- | 1+ | 1- | 3 | 1 | 1+ | 4+ | 1 |
| Caesar | 3- | 2 | 1- | 1- | 1- | 1- | 1 | 1- | 2 | 1 | 3- | 1- |
| Daniel | 3+ | 3 | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 3+ | 1 | 2+ | 3 |
| Emil | 3 | 3- | 1 | 1- | 1- | 1- | 1- | 2- | 3- | 2- | 2+ | 1- |
| Friedrich | 3- | 2 | 1- | 1- | 1 | 1- | 1- | 1+ | 1+ | 1- | 2 | 1 |
| Gustav | 2+ | 2 | 1+ | 1 | 1+ | 1 | 1 | 1 | 5 | 3- | 2+ | 2- |
| Heinrich | 1 | 1 | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 2+ | 2- | 2- | 1- |
| Isidor | 3- | 2+ | 1- | 1- | 1- | 1- | 1 | 1- | 2+ | 2- | 3- | 1 |
| Total | 23 | 20 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | 13 | 22 | 15 | 21 | 12 |

Tab. V Muskelaktivität in der Gruppe β bei Übung IA

| | B | | PV | | GMe | | GMa | | Q | | I | |
|-----------|----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|
| | l. | r. | l. | r. | l. | r. | l. | r. | l. | r. | l. | r. |
| Karl | 2- | 2- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 2- | 1- | 1- | 2- | 1- |
| Ludwig | 2 | 2- | 1 | 1 | 1 | 1- | 1- | 1+ | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Manfred | 2+ | 2- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 4 | 2+ | 2- | 1 |
| Norbert | 2 | 1+ | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 2- | 1+ | 2 | 1- |
| Otto | 3 | 3- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 1+ | 1+ | 2- | 1 |
| Paul | 2- | 1+ | 1 | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 3 | 1+ | 3- | 1 |
| Rudolf | 2 | 1+ | 1 | 1 | 1 | 1- | 1- | 1+ | 1 | 1 | 3 | 1- |
| Siegfried | 2+ | 1 | 1- | 1- | 1- | 1- | 1- | 2 | 1 | 1- | 1- | 1- |
| Theodor | 3 | 3+ | 1 | 1 | 4 | 1 | 1- | 1- | 5 | 3 | 3+ | 2 |
| Total | 20 | 16 | 9 | 9 | 12 | 9 | 9 | 11 | 19 | 12 | 20 | 10 |

Abb. 20 Graphische Darstellung der Mittelwerte von Tab. IV und V

α
β



Die Aktivität der Muskeln

Nicht alle besprochenen Übungen sind für alle geprüften Muskeln in gleicher Weise relevant. Zur Beurteilung der Aktivität der einzelnen Muskeln im Gruppenvergleich wollen wir nur diejenigen Ergebnisse herausgreifen, die darzustellen sich besonders lohnt.

M. glutaeus maximus

Die Abbildung 21 demonstriert die mittleren Aktivitäten des Glutaeus maximus beidseits in der Gruppe a und der Gruppe b bei der gleichen Bewegung. Man sieht, daß das Engagement des Muskels in der Gruppe a wesentlich stärker ist. Die Sportler benutzen bei einer Bewegung, in der die Muskulatur der hinteren Körperhälfte belastet wird, den Gesäßmuskel viel stärker als die Nichtsportler; der mittlere Amplitudenwert ist bei der Übung 1A in der Gruppe a deutlich höher ($\bar{a} = 3,4$) als in der Gruppe b ($\bar{a} = 2,6$). Dies gilt ebenso für die Übung 1B mit einem mittleren Amplitudenwert in der Gruppe a von $\bar{a} = 3,5$ und in der Gruppe b von $\bar{a} = 2,7$.

Es scheint daher, daß Sportler diejenigen Muskeln benutzen, die vom physiologischen Standpunkt her zu benutzen sind. Bei den Nichtsportlern wurden sie vermutlich durch zivili-satorische Einflüsse inaktiver. Der Glutaeus maximus gilt als physiologischer prime mover der geprüften Bewegung, das heißt, als ein Muskel, der in erster Linie eingesetzt werden soll.

Bei der Gruppe a erleben wir ähnliche Verhältnisse im Vergleich zur Gruppe b. Dies kommt besonders deutlich bei den Übungen II A und II B zum Ausdruck (Abb. 22). Auch hier haben wir in der Gruppe a einen höheren mittleren Amplitudenwert bei der Übung II A ($\bar{a} = 3,9$) im Vergleich zur Gruppe b ($\bar{a} = 2,2$) und bei der Übung II B von $\bar{a} = 3,8$ (bei der

Gruppe a) gegenüber $\bar{a} = 2,3$ (bei der Gruppe b). Das heißt, daß die eher aktiven Schüler den Glutaeus maximus zur Stabilisierung der Hüfte signifikant stärker einsetzen als die eher nichtaktiven Lehrlinge. In allen vier Übungen fällt außerdem auf, daß der Glutaeus maximus links etwas stärker eingesetzt wird als rechts. Dies mag damit zusammenhängen, daß die meisten Probanden das linke Bein gewöhnlich als Sprungbein benutzen.

Bauchmuskulatur

Zur Beurteilung der Bauchmuskulatur nehmen wir die Übungen 2 und IA + B. Hier sind die Unterschiede zwischen den Gruppen a und b (Abb. 23) wesentlich deutlicher als zwischen den Gruppen a und b (Abb. 24). In der Vergleichsübung 2 beispielsweise ist bei den Sportlern der Gruppe a der Einsatz der Bauchmuskeln signifikant höher ($\bar{a} = 2,3$) gegenüber den Nichtsportlern ($\bar{a} = 1,45$). Bei ansteigender Belastung werden die Bauchmuskeln in den Haltevorgang miteinbezogen und entlasten die zuvor arbeitenden Muskeln teilweise. Dadurch kommt eine Ökonomisierung innerhalb einer ganzen Muskelgruppe zustande. Dieser Mechanismus ist bei der Gruppe b zurückgebildet, und das bedeutet einen Verlust, der sich auf die Physiologie des Körpers auswirken kann.

In den Übungen IA und IB sind, wie gesagt, die Unterschiede zwischen den beiden geprüften Gruppen relativ gering ($\bar{a} = 2,5:2,4$ bzw. $2,4:2,3$), obwohl hier die Bauchmuskeln als Hauptmuskeln der Bewegung funktionieren (prime mover). Ob die Differenz zwischen Übung 2 und Übung I an der unterschiedlichen Versuchsanordnung oder an den unterschiedlichen Kollektiven liegt, ist hier nicht sicher zu eruieren.

Wir können nur Vermutungen anstellen. Dies

vor allem auch deshalb, weil überraschenderweise beim Belastungswechsel von IA zu IB nicht auch ein Wechsel in der Dominanz der Aktivität auftritt. Wenn die Bewegung nach rechts ausgeführt wird (IB), ist die Oberschenkelmuskulatur des linken Beines am Boden viel stärker engagiert als entsprechend bei IA. Da-

mit kann das Minus der Bauchmuskeln rechts kompensiert werden; das aufliegende Bein drückt stark gegen den Boden. Die Bauchmuskulatur, die dem starken Arm gegenüberliegt, ist stärker ausgebildet als die der gleichen Seite. Und beim – häufiger – Rechtshänder trifft dies die linke Bauchmuskulatur.

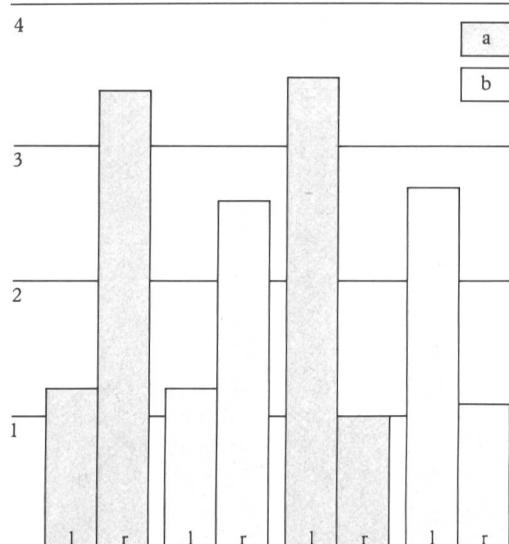


Abb. 21 Mittelwert der Aktivitäten des Glutaeus maximus bei den Übungen 1A (links) und 1B (rechts) der Gruppen a und b

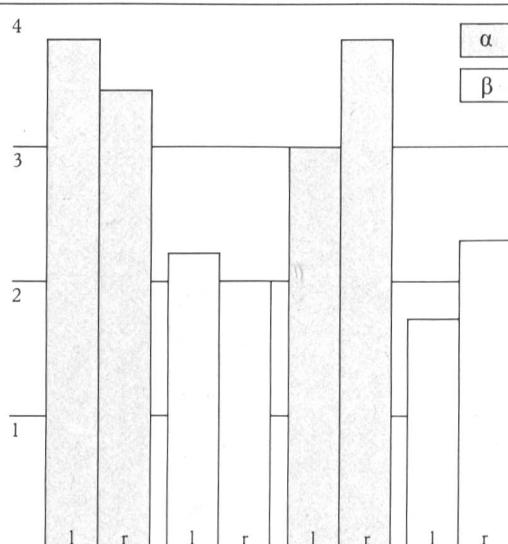


Abb. 22 Mittelwert der Aktivitäten des Glutaeus maximus bei den Übungen II A (links) und II B (rechts) der Gruppen a und b

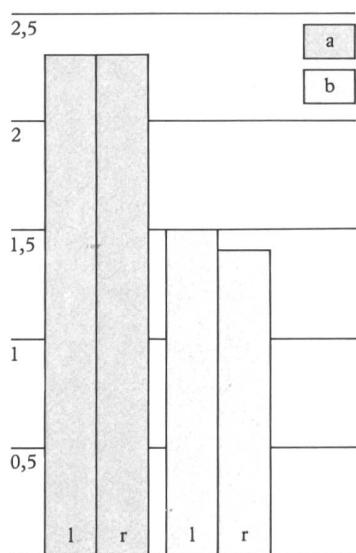


Abb. 23 Mittelwert der Aktivitäten der Bauchmuskulatur bei der Übung 2 der Gruppen a und b

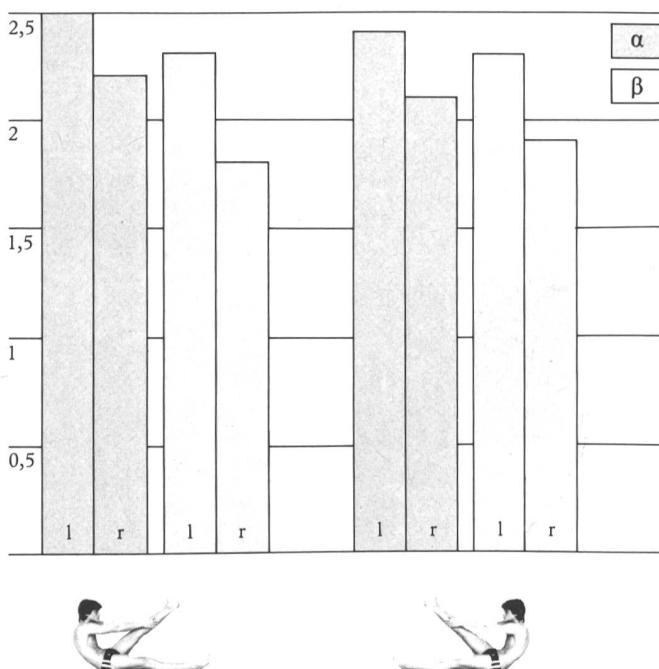


Abb. 24 Mittelwert der Aktivitäten der Bauchmuskulatur bei den Übungen IA und IB der Gruppen a und b

Rückenmuskulatur

Die Frage, die uns bei der Aktivität der Bauchmuskeln beschäftigt hat, können wir jetzt besser beantworten, wenn wir einen Blick auf die Abbildungen 25 und 26 werfen. Wir sehen nämlich zunächst, daß dort, wo die Sportler der Gruppe a in einer Bewegung die Bauchmuskulatur sehr stark beanspruchen, die Nicht-sportler der Gruppe b die Rückenmuskulatur deutlicher in Aktion setzen. Dieses Mehrenagement der Rückenmuskulatur kann als Kompensation des geschwächten Bauchs ange-

sehen werden.

Diese Erkenntnisse entsprechen auch den Erfahrungen bei der Rehabilitation von Kranken, wo bei Ausfällen der Bauchmuskulatur oft eine kompensatorische Hyperaktivität der paravertebralen Muskulatur gefunden wird. Eine solche Verlagerung der Aktivitäten muß als schädlich angesehen werden.

Die Kollektive der Gruppen α und β enthalten keine ausgesprochenen Sportler, sondern nur mehr oder weniger aktive junge Menschen. So kommen hier die Ergebnisse denen der Gruppe b näher.

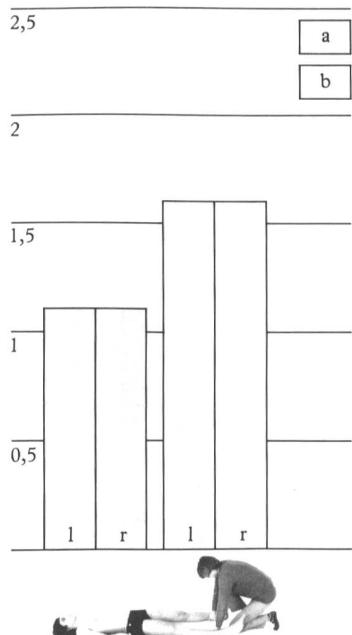


Abb. 25 Mittelwert der Aktivitäten der Rückenmuskulatur bei der Übung 2 der Gruppen a und b

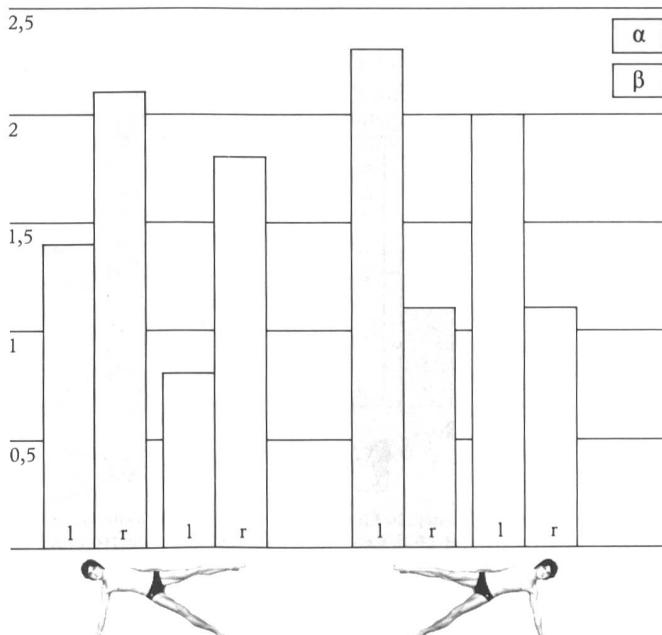


Abb. 26 Mittelwert der Aktivitäten der Rückenmuskulatur bei den Übungen II A und II B der Gruppen α und β

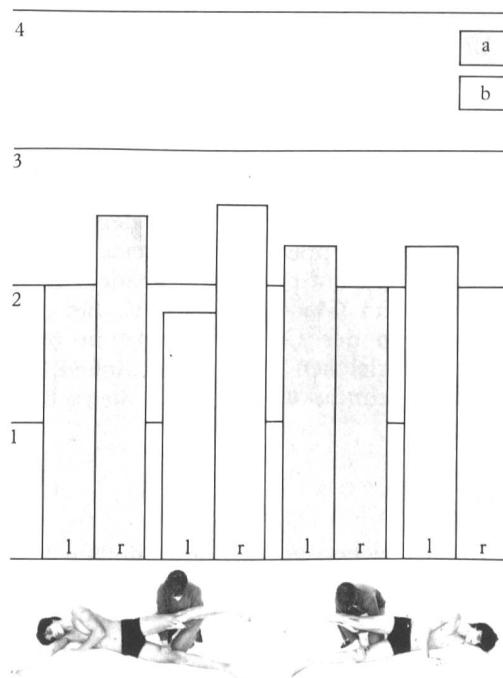


Abb. 27 Mittelwerte der Aktivitäten des M. quadriceps bei den Übungen 3 A und 3 B der Gruppen a und b

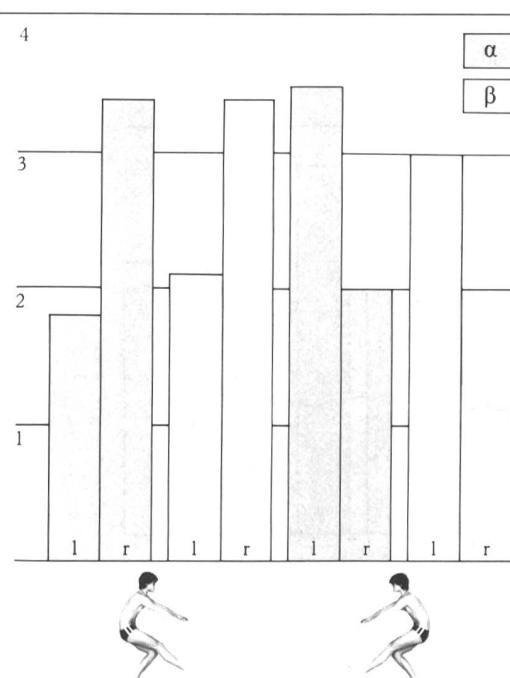


Abb. 28 Mittelwerte der Aktivitäten des M. quadriceps bei den Übungen IV A und IV B der Gruppen α und β

Quadriceps

Den Quadriceps wollen wir bei den Übungen 3A und 3B (Abb. 27) sowie IVA und IVB (Abb. 28) beobachten. Bei beiden Gruppen in beiden Übungen finden sich keine signifikanten Unterschiede. Wir können also davon ausgehen, daß dieser Muskel im Alltag genügend beansprucht wird.

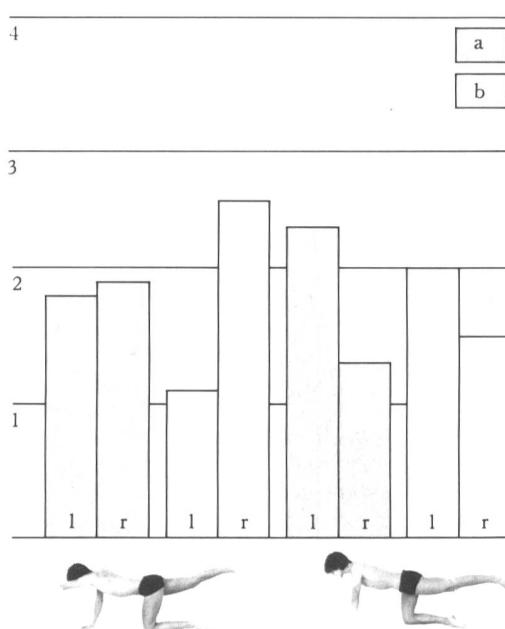


Abb. 27 Mittelwerte der Aktivitäten der quadrizeps bei den Übungen 3A und 3B der Gruppen a und b

Ischiokrurale Muskeln

Insgesamt begegnen wir hier den größten Unregelmäßigkeiten, und es lassen sich weder bei den Gruppen a und b noch bei den Gruppen α und β charakteristische Befunde erheben. Immerhin sollen die Abbildung 29 der Übungen 1A und 1B sowie die Abbildung 30 der Übungen IIIA und IIIB einen Eindruck vermitteln.

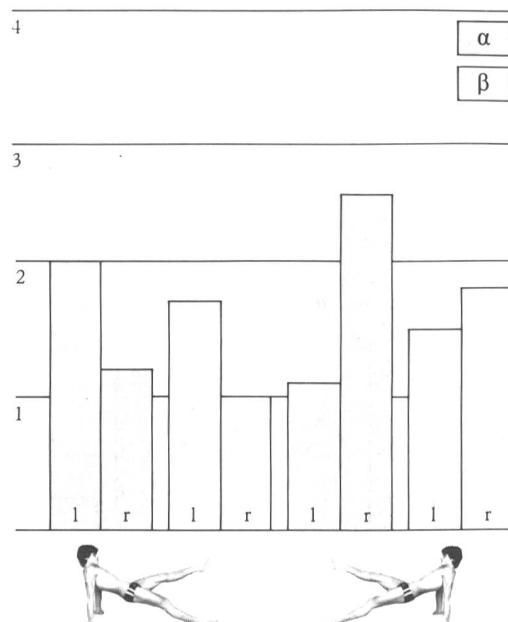


Abb. 29 Mittelwerte der Aktivitäten der ischiokruralen Muskulatur bei den Übungen 1A und 1B der Gruppen a und β

Muskelzusammenspiel

Auf die Darstellung des Glutaeus medius und der Adduktoren wollen wir hier verzichten,

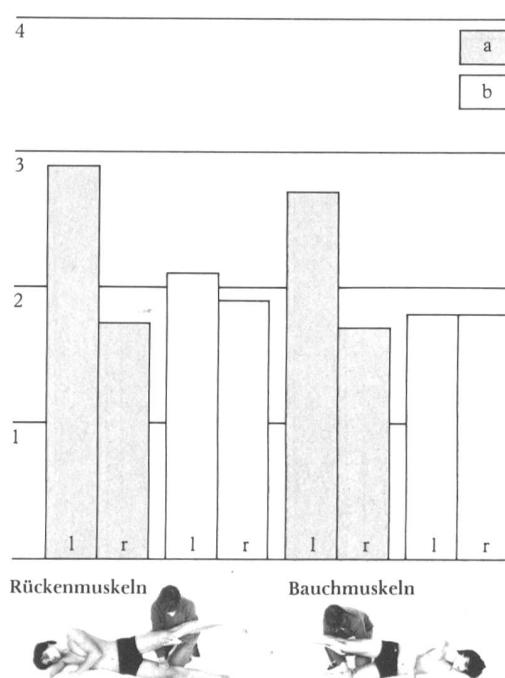


Abb. 31 Mittelwerte der Aktivitäten der Rücken- und Bauchmuskulatur bei den Übungen 3A und 3B der Gruppen a und b

da sie, wie die Einzelbefunde gezeigt haben, nichts Wesentliches zum Gesamtbefund beitragen. Dafür soll als letztes Beispiel ein Vergleich der Rückenmuskeln mit den Bauchmuskeln zwischen Gruppe a und Gruppe b bei den Übungen 3A und 3B das Prinzip Bewegung besonders beleuchten (Abb. 31).

In den Übungen 3A und 3B zeigt sich bei der Adduktion des linken bzw. des rechten Beins, daß die entgegengesetzte Rücken- und Bauchmuskulatur bei den Sportlern der Gruppe a viel stärker in Aktion tritt als bei den Nichtsportlern der Gruppe b. Der Unterschied ist signifikant. Eine entsprechende Tendenz zeigt sich auch beim Glutaeus maximus. Bei den Nichtsportlern der Gruppe b erkennt man praktisch die gleichen Werte für die linke Rücken- und Bauchmuskulatur wie für die rechte.

Fazit

Die umfangreichen polymyographischen Untersuchungen, von denen wir hier nur einige wenige Beispiele vorstellen konnten, haben gezeigt, daß die prime mover, das heißt die jeweils für eine bestimmte Bewegung primär einzusetzenden Hauptmuskeln, von den Sportlern richtig und von den eher aktiven jungen

Menschen vorwiegend richtig gebraucht werden, bei den Nichtsportlern dagegen ihre vorrangige Funktion verlieren. Dies gilt nicht nur für die Durchführung einer Bewegung, sondern auch für die Stabilisation der Körperhaltung. Die Erklärung für die Vernachlässigung der jeweils kompetentesten Muskeln bei den nichtaktiven Menschen dürfte in der geringeren Beanspruchung bestimmter Muskeln im Alltag liegen. Wird der Bewegungsapparat nicht physiologisch belastet, wird er also «zivilisatorisch mißbraucht», entwickelt sich eine Schädigung, das heißt, es kommt zu Degeneration bzw. Deformation.

Den funktionellen Deformationen, wie sie bei den Untersuchungen in den Gruppen β und β zutage traten, gilt es vorzubeugen. Die beste physikalische Prophylaxe besteht in regelmäßigen angemessenen Turnübungen und sportlichem Training. Dadurch würden die prime

mover ihre Funktion behalten, würde die plastische Variabilität der Muskeln verfeinert, die Arbeitsfähigkeit des Bewegungsapparates infolge richtiger Stabilisation der starken Rumpfmuskulatur erhöht und würden die Abnutzungerscheinungen des passiven Bewegungsapparates vermindert. Davon würden aber auch andere Organsysteme, wie Atmung und Kreislauf, profitieren.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. D. Gross, Chefarzt
Dr. K. Kobsa, leitender Arzt
Klinik für Rheumatologie und Rehabilitation
Stadtspital Triemli
8036 Zürich
Die Veröffentlichung erfolgte aus der Schriftenreihe
«folia rheumatologica», mit freundlicher Genehmigung der CIBA-GEIGY AG, Basel, Schweiz.
