



## Zusammenfassung

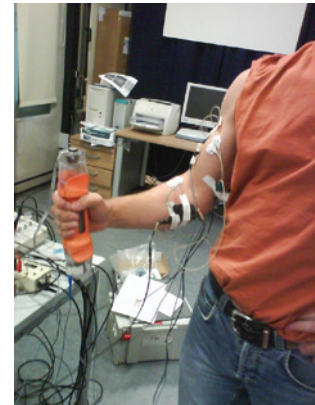
Untersuchungen an der TU-München des Fachgebiets Biomechanik im Sport haben gezeigt, dass die Aktivität der Hauptstrecker und -beuger im Ellbogengelenk signifikant größer ist bei Verwendung des biogyms gegenüber einer herkömmlichen Hantel.

## Einleitung

In vorliegender Untersuchung des Fachgebiets für Biomechanik der Sportwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität München soll gezeigt werden, wie sich das biogym im Vergleich zu einer herkömmlichen Hantel verhält.

## Untersuchungsablauf

30 Versuchspersonen wurden aufgefordert, das Testgerät mit lockerem, leicht angewinkeltem, rechten Arm durch Veränderung des Ellbogengelenkwinkels rhythmisch auf und ab zu bewegen. Die Frequenz und auch die Bewegungsamplitude durften frei gewählt werden. Die Messung dauerte 30 Sekunden. Zur Auswertung kamen die Bewegungen zwischen der 10. und der 25. Sekunde. Nach einer Pause von 180 Sekunden wurde das Testgerät getauscht und unter den bereits beschriebenen Bedingungen getestet. Die Reihenfolge, in der die beiden Trainingsgeräte zum Einsatz kamen, wurde randomisiert.



Die Aktivität folgender Muskeln wurde anhand eines elektromyografischen Meßverfahrens erhoben:

- m biceps brachii (bb)
- m triceps brachii (tr)
- m brachioradialis (br)
- m extensor carpi ulnaris (ecu).

Die Position des Unterarms zum Oberarm wurde über ein elektrisches Goniometer der Fa. Penny & Giles bestimmt. Die Eichung geschah über 2 Winkel, 180° und 90°. Zwischen diesen Winkeln wurde eine Linearität des Signals vorausgesetzt.

Als **Parameter** für die Belastung wurde die Fläche unter dem integrierten EMG berechnet und durch die Anzahl der Wiederholungen dividiert. Der Ellbogenwinkel wurde in Grad gemessen und als Einschlußwinkel zwischen Ober- und Unterarm definiert.

**Statistisch** überprüft wurde, ob die Mittelwerte der belastungsrelevanten Größen sich in Abhängigkeit vom benutzten Gerät unterscheiden.

## Ergebnisse

### **Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungsumfang:**

Dadurch, dass die Bewegungsgeschwindigkeit und der Bewegungsumfang frei gewählt werden konnten, variierten die Winkelgeschwindigkeit des Ellbogens und der überstrichene Ellbogengelenkwinkel. Der Ellbogengelenkwinkel zeigte zwischen den einzelnen Versuchspersonen einen Bereich zwischen 45° und 120° und lag im Mittel bei 85°; In Abhängigkeit von der Bewegungsfrequenz lag der Mittelwert der mittleren Winkelgeschwindigkeiten bei 238°/s und einer Standardabweichung von 27°/s.

### **Muskelaktivität:**

Die statistische Analyse zeigte signifikante (Irrtumswahrscheinlichkeit <5%) Unterschiede in der Aktivität bei m. biceps brachii und beim m. triceps brachii. Das Aktivitätsniveau lag hier bei Benutzung des biogym höher als bei Verwendung einer Hantel. Für die Aktivität des triceps brachii ergab sich eine Erhöhung der Aktivität um 62%, für den biceps brachii stieg die Aktivität um 8%. Siehe hierzu auch die Tabelle 1 und die Abb. 1!

Parameter	Mittelwert[Volt*s <sup>2</sup> ]	Standardabweichung	N
mean_activiti_biceps biogym	,947053	,1594790	30
mean_activiti_biceps Hantel	,874537	,1850667	30
mean_activiti_triceps biogym	,437919	,2226703	30
mean_activiti_triceps Hantel	,270842	,1157482	30

Tabelle 1

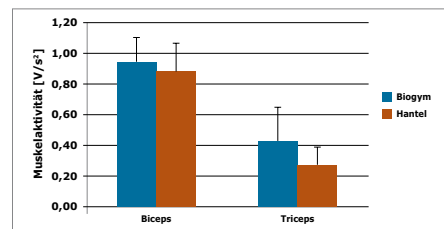


Abb. 1: Vergleich der Muskelaktivitäten bei Verwendung einer Hantel und des biogym.

### Intermuskuläre Koordination:

Die Abb. 2 und 3 geben Auskunft über das Innervationsverhalten der Muskulatur während der Bewegung der Hantel und des biogym. Zwei Unterschiede sind bei dieser exemplarischen Darstellung augenscheinlich:

- Aktivitätspausen der Muskulatur: bei Verwendung der Hantel sind deutliche Innervationspausen zwischen den Aktivitäten von Streck- und Beugemuskulatur zu erkennen. Bei Verwendung des biogym ist immer ein Muskel aktiv.
- Die Aktivität des triceps brachii ist bei Verwendung des biogym höher als bei Verwendung der Hantel.

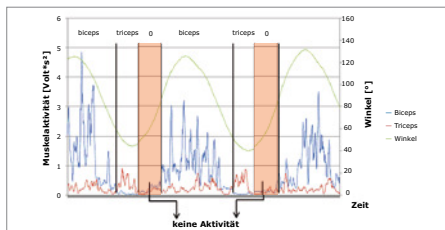


Abb. 2: Integriertes Elektromyogramm und Ellbogengelenkwinkelverlauf bei der Bewegung der Hantel.

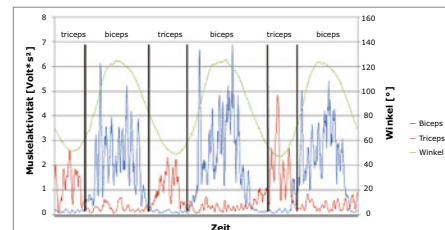


Abb. 3: Integriertes Elektromyogramm und Ellbogengelenkwinkelverlauf bei der Bewegung des biogym.

### Diskussion:

Es ist zu klären, wieso es bei gleichen Bewegungen von formgleichen Geräten mit gleicher Masse, zu unterschiedlichen Muskelaktivitäten kommt. Der einzige bautypische Unterschied liegt darin, dass die Masse im Inneren des biogym nicht fest mit der Außenwand verbunden ist, sondern sich frei bewegen kann.

Betrachtet man die Abbildungen genauer, dann zeigt Abb. 2 ein Einsetzen der Aktivität des triceps brachii kurz vor dem oberen Umkehrpunkt. Im Bereich des Umkehrpunktes hört seine Aktivität bereits auf. Die Aktivitätshöhe selbst ist gering. Beim biogym (Abb. 3) setzt die Aktivität etwa zum gleichen Ort ein, dauert aber dann deutlich länger, bis nach dem Umkehrpunkt, und ist auch auf einem höheren Aktivitätsniveau. Daraus resultiert der höhere Aktivitätskennwert bei der Bewegung des biogym.

Der Übende hört und spürt während der Abwärtsbewegung die Massen im Inneren des biogym, die wegen ihrer Trägheit erst später auf der „oberen“ Wand auftreffen, wenn die Bewegung des biogym schon „nach unten“ geht. Der Übende bekommt dadurch das Gefühl, dass er mehr Masse „nach unten“ bewegen muss, als er durch die, während der Bewegungsumkehr noch frei bewegliche Masse, antizipieren konnte. Er reagiert dadurch mit einer höheren Aktivität der Ellbogengelenkstreckmuskulatur. Bei der darauf folgenden flüssigen Bewegung „nach oben“ geschieht das gleiche. Nur ist dieser Effekt für die Ellbogengelenkbeugemusculatur nicht so auffällig wie für die Streckmuskulatur. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, dass die Hantel parallel zu den Schwerelinien der Erde bewegt wird. Das bedeutet, dass ein geübter bzw. gut koordinierter Übender das Gerät in seiner Hand nach unten „fallen“ lassen würde. Dazu braucht er keine Muskelaktivität. Erst die auftreffende Masse suggeriert dem Übenden, dass er diese Masse nur unter Krafteinsatz nach „unten“ bewegen kann. Eine beschleunigte und mit konstanter Geschwindigkeit ausgeführte Aufwärtsbewegung geschieht immer mit Muskelkraft. Durch die nach unten frei bewegte Masse, die abgefangen werden muss, kam es bei einigen Versuchspersonen zu erhöhten Innervationsspitzen, die aus einem reflektorischen Aktivitätsverhalten der Muskulatur stammen könnten. Aber auch der sensomotorische Effekt, der schon für die Streckmuskulatur beschrieben wurde, kann sich für die Beugemusculatur in ähnlicher Weise bemerkbar machen.

**Durch die nicht mehr auftretenden Innervationspausen ist eine günstige Voraussetzung gegeben, dass es in den Umkehrpunkten der Bewegung zu einer Gelenkstabilisation durch die kurzzeitig, gleichzeitige aktive Streck- und Beugemusculatur kommt.**

#### Kontaktadresse:

Dr. Ferdinand Tusker  
 Fachgebiet für Biomechanik im Sport  
 Fakultät für Sportwissenschaften  
 Technische Universität München  
 Connollystr. 32  
 80809 München