

## **Bestimmung des biologischen Reifegrades sowie Prognose der finalen Körperhöhe bei Mädchen und Jungen**

### **Warum sollte der biologische Reifegrad bestimmt werden?**

Gleichaltrige Sportlerinnen und Sportler unterscheiden sich oft in ihrer körperlichen Konstitution, was auf einen unterschiedlichen biologischen Reifegrad (biologisches Alter) schließen lässt. Im Kindes- und Jugendalter, insbesondere in der Pubertät, unterliegt der menschliche Organismus wesentlichen Veränderungen, die ihren Ausdruck in verschiedensten Erscheinungsformen finden. Mit der Entwicklung zeigen sich die ablaufenden biologischen Prozesse auf der psychischen und sozialen Ebene, ebenso wie die morphologische Veränderung des Körperbaus. Daher sollte bei der Beurteilung der aktuellen sportlichen Leistungsfähigkeit (Wettkampfleistung, Testleistung) bzw. der beobachteten Leistungsentwicklung auf den jeweiligen biologischen Reifegrad geachtet werden.

### **Wie kann der biologische Reifegrad bestimmt werden?**

Zur Bestimmung des biologischen Reifegrades existieren unterschiedliche Methoden, wobei Knochen- bzw. Skelettalterbestimmungen auf der Basis röntgenologischer Untersuchungen als die genauesten Verfahren praktiziert werden (Fröhner & Wagner, 1993; Engebretsen, Steffen, Bahr, Broderick, Dvorak, Janarv, et al., 2010). Dennoch sprechen die gesundheitliche Belastung durch die Strahlung und die ökonomischen Gründe des technisch, personell und finanziell hohen Aufwands gegen einen praktikablen Einsatz.

### **Bestimmung des biologischen Reifegrades**

Nach Sherar und Mitarbeitern (Sherar, Mirwald, Baxter-Jones & Thomis, 2005) erfolgt die Bestimmung des biologischen Reifegrades durch die Relativierung von körperbaulichen Merkmalen (Körperhöhe stehend und sitzend, Beinlänge, Körpermasse) in Bezug auf das Verhältnis von kalendarischem zu biologischem Alter. Die Berechnung erfolgt über mathematische Algorithmen, die die Einstufung des biologischen Reifegrades in folgende drei Stufen zulassen (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen, 2002):

- (1) **früh entwickelt** – Der biologische Reifegrad des Sportlers/der Sportlerin ist beschleunigt. Die entwicklungsabhängigen Körperbaumerkmale des Sportlers/der Sportlerin sind bereits weit entwickelt und sollten im Vergleich mit Gleichaltrigen nicht überschätzt werden.
  
- (2) **durchschnittlich entwickelt** – Der biologische Reifegrad des Sportlers/der Sportlerin ist durchschnittlich. Die entwicklungsabhängigen Körperbaumerkmale des Sportlers/der Sportlerin entsprechen denen Gleichaltriger.

- (3) **spät entwickelt** – Der biologische Reifegrad des Sportlers/der Sportlerin ist verzögert. Die entwicklungsabhängigen Körperbaumerkmale des Sportlers/der Sportlerin sind noch unterentwickelt und sollten im Vergleich mit Gleichaltrigen nicht unterschätzt werden.

### Prognose der finalen Körperhöhe

Neben der Bestimmung des biologischen Reifegrades ist es durch diese Methode auch möglich, eine Prognose der finalen Körperhöhe des Sportlers/der Sportlerin vorzunehmen. Dazu wird aus der Differenz zwischen biologischem und kalendarischem Alter in Bezug zur aktuellen Körperhöhe (stehend) anhand von Referenzwerten die finale Körperhöhe geschätzt.

Einschränkend muss jedoch darauf verwiesen werden, dass die Bestimmung der finalen Körperhöhe bei Sportlern mit einem Fehler von  $\pm 5,4$  cm und bei Sportlerinnen mit einem Fehler von  $\pm 6,8$  cm verbunden ist (Mirwald et al., 2002).

### Angaben, die zur Berechnung ermittelt werden müssen

- (1) Geburtsdatum
- (2) Körperhöhe stehend
- (3) Körperhöhe sitzend
- (4) Körpermasse<sup>1</sup>

### Messung der Körpermasse

Die Bestimmung der Körpermasse erfolgt in minimaler Bekleidung und ohne Schuhe. Des Weiteren ist bei der Messung der Körpermasse darauf zu achten, dass

- die verwendete Waage kalibriert ist,
- die Genauigkeit der Messung auf 0,1 kg erfolgt,
- dass die Körpermasse des/der zu wiegenden Sportlers/Sportlerin gleichmäßig auf beiden Füße verteilt ist,
- die Körpermasse mit einer Wiederholungsmessung bestätigt werden kann. Unterscheiden sich beide Messungen um weniger als 0,4 kg, so sollten beide Messungen zum Endergebnis gemittelt werden. Liegen beide Messungen jedoch mehr als 0,4 kg auseinander, so sollte eine dritte Messung erfolgen und alle drei Werte zum Endergebnis gemittelt werden.



Abb. 1. Endposition zur Messung der Körperhöhe stehend in aufrechter, gestreckter Körperhaltung.

<sup>1</sup> Die Körpermasse wird umgangssprachlich auch als Körpergewicht bezeichnet.

## Messung der Körperhöhe

### Körperhöhe stehend

Die Bestimmung der *Körperhöhe stehend* erfolgt in aufrechter, gestreckter Haltung, ohne Schuhe. Die *Körperhöhe stehend* entspricht der maximalen Distanz zwischen dem Scheitel des Kopfes und Boden (siehe Abb. 1). Der Kopf muss horizontal ohne Kontakt zur Wand gehalten werden, so dass der obere Rand des Gehörgangs und der tiefste Punkt der Augenhöhle eine Ebene ergeben (siehe Abb. 2). Die sich ergebende horizontale Ohr-Auge-Ebene (auch als Frankfurter Horizontale-Linie bezeichnet) muss zur Kontrolle der richtigen Kopfposition genutzt werden (siehe Abb. 3).

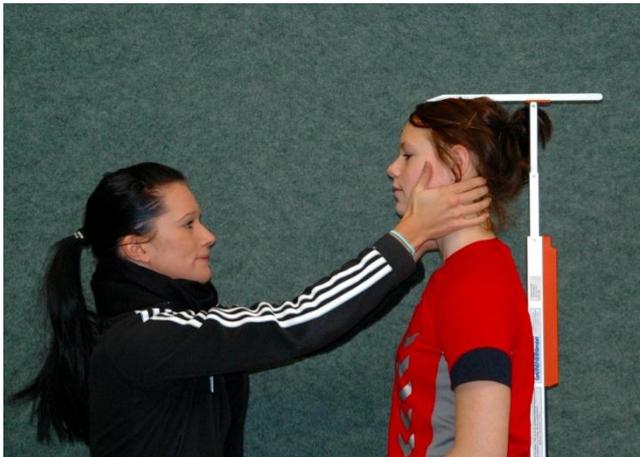


Abb. 2. Unterstützung der aufrechten, gestreckten Haltung des Sportlers/der Sportlerin durch den Versuchsleiter/die Versuchsleiterin bei der Messung der *Körperhöhe stehend* bzw. sitzend.

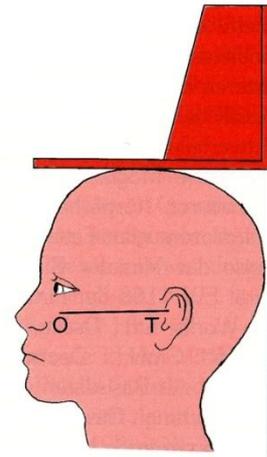


Abb. 3. Horizontal ausgerichtete Kopfposition entsprechend der Ohr-Auge-Ebene (Raschka, 2006, S. 118).

### Testdurchführung

- Der Sportler/die Sportlerin steht in aufrechter Haltung mit Rücken, Gesäß und Fersen direkt an der Wand bzw. am Messstab. Die Füße sind zusammen und die Fersen sind auf dem Boden.
- Der Kopf wird exakt horizontal gehalten und darf die Wand nicht berühren (siehe Abb. 1-3). Der Versuchsleiter/die Versuchsleiterin kann zusätzlich mittels beider Hände an Kieferknochen und Hinterkopf fassen, um durch leichten Zug nach oben die aufrechte Position des Körpers zu unterstützen (siehe Abb. 2).
- Bei der Messung der *Körperhöhe stehend* wird der Sportler/die Sportlerin zusätzlich angewiesen, tief einzusatmen und während der Messung die Luft anzuhalten.
- Ein auf dem Messstab bewegbares Kopfbrett wird schließlich gegen den Scheitel des Kopfes geführt, so dass die Kopfbehhaarung keinen Einfluss auf die gemessene *Körperhöhe stehend* hat.
- In der Endposition ist auf richtige Fußstellung und Kopfposition zu achten und ggf. zu korrigieren.
- Der Versuchsleiter/die Versuchsleiterin steht bei der Messung seitlich zum Sportler/zur Sportlerin!

Des Weiteren ist bei der Messung der *Körperhöhe stehend* darauf zu achten, dass

- die Genauigkeit der Messung auf 0,1 cm erfolgt,
- die *Körperhöhe stehend* mit einer Wiederholungsmessung bestätigt werden kann. Unterscheiden sich beide Messungen um weniger als 0,4 cm, so sollten beide Messungen zum Endergebnis gemittelt werden. Liegen beide Messungen jedoch mehr als 0,4 cm auseinander, so sollte eine dritte Messung erfolgen und alle drei Werte zum Endergebnis gemittelt werden.

### Körperhöhe sitzend

Die Bestimmung der *Körperhöhe sitzend* erfolgt in aufrechter, gestreckter Sitzposition. Die *Körperhöhe sitzend* entspricht dabei der maximalen Distanz zwischen dem Scheitel des Kopfes und der Sitzoberfläche (siehe Abb. 4). Als höchster Punkt ist der Scheitel des Kopfes definiert (siehe Abb. 2). Der Kopf muss exakt horizontal ohne Kontakt zur Wand gehalten werden, so dass der obere Rand des Gehörgangs und der tiefste Punkt der Augenhöhle eine Ebene ergeben. Die sich ergebende horizontale Ohr-Auge-Ebene (auch als Frankfurter Horizontale-Linie bezeichnet) kann zur Kontrolle der richtigen Kopfposition genutzt werden (siehe Abb. 3).

### Testdurchführung

- Der Sportler/die Sportlerin sitzt in aufrechter Haltung mit dem Rücken an der Wand bzw. am Messstab (dabei nicht anlehnen!). Die Knie und Hüftgelenke sind 90° gebeugt, wobei die Oberschenkel geschlossen sind und aufliegen müssen. Die Füße müssen dabei nicht unbedingt Bodenkontakt haben.
- Die Hände liegen auf den Oberschenkeln.
- Der Kopf wird exakt horizontal gehalten und darf die Wand nicht berühren (siehe Abb. 2-4). Der Versuchsleiter/die Versuchsleiterin kann zusätzlich mittels beider Hände an Kieferknochen und Hinterkopf fassen, um durch leichten Zug nach oben die aufrechte Position des Körpers zu unterstützen (siehe Abb. 2).
- Bei der Messung der *Körperhöhe sitzend* wird der Sportler/die Sportlerin zusätzlich angewiesen, tief einzusatmen und danach die Luft anzuhalten.
- Ein auf dem Messstab bewegbares Kopfbrett wird schließlich gegen den Scheitel des Kopfes geführt, so dass die Kopfbehaarung keinen Einfluss auf die gemessene *Körperhöhe sitzend* hat.
- In der Endposition ist auf richtige Kopf- und Beinposition (kein Abstoßen vom Boden) zu achten und ggf. zu korrigieren.
- Der Versuchsleiter/die Versuchsleiterin steht bei der Messung seitlich zum Sportler/zur Sportlerin!



Abb. 4. Endposition zur Messung der Körperhöhe sitzend in aufrechter, gestreckter Körperhaltung.

Anmerkung: Ist die Messung lediglich mit einem/einer auf dem Fußboden sitzenden Sportler/Sportlerin möglich, so fällt der Messwert aufgrund der eingeschränkten Streckung der Wirbelsäule etwas niedriger aus.

Des Weiteren ist bei der Messung der *Körperhöhe sitzend* darauf zu achten, dass

- die Genauigkeit der Messung auf 0,1 cm erfolgt,
- die *Körperhöhe sitzend* mit einer Wiederholungsmessung bestätigt werden kann. Unterscheiden sich beide Messungen um weniger als 0,4 cm, so sollten beide Messungen zum Endergebnis gemittelt werden. Liegen beide Messungen jedoch mehr als 0,4 cm auseinander, so sollte eine dritte Messung erfolgen und alle drei Werte zum Endergebnis gemittelt werden.

## Literatur

- Bailey, D. A. (1997). The Saskatchewan Pediatric Bone Mineral Accrual Study: bone mineral acquisition during the growing years. *International Journal of Sports Medicine*, 18 (3), 191-194.
- Engelbrechtsen, L., Steffen, K., Bahr, R., Broderick, C., Dvorak, J., Janarv, P.-M. et al. (2010). The International Olympic Committee Consensus Statement on age determination in high-level young athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 44 (7), 476-484.
- Fröhner, G. & Wagner, K. (2002). Körperbau und Sport unter Betrachtung des Körpergewichts. *Leistungssport*, 33 (1), 33-40.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A. & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (4), 689-694.
- Raschka, C. (2006). *Sportanthropologie*. Köln: Sportverlag Strauß.
- Sherar, L., Mirwald, R., Baxter-Jones, A. & Thomis, M. (2005). Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *The Journal of Pediatrics*, 147 (4), 508-514.

## Kontakt

**Jelena Braun**

Institut für Angewandte Trainingswissenschaft  
Marschnerstraße 29  
D - 04109 Leipzig  
Telefon: +49 (0341) 4945-163  
E-Mail: j.braun@iat.uni-leipzig.de