

**Referent/in**

Heitzmann, Daniel (Heidelberg DE) | Dipl. Ing. (FH)  
Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg - Bewegungsanalytik

**Titel**

BALEVA, eine instrumentelle Messmethode zur Quantifizierung der Balancefähigkeit bei Personen mit einer Unterschenkelamputation.

**Coauthors**

Berg E., Di Benedetto S., Block J., Wolf S.I., Alimusaj M.

**Zusammenfassung**

In diesem Beitrag wird eine instrumentierte Methode zur Ermittlung der Balancefähigkeit bei Personen mit einer Unterschenkelamputation vorgestellt. Die Methode wurde auf ihre Validität und Reliabilität hin überprüft. Erste Ergebnisse und zukünftige Einsatzmöglichkeiten werden diskutiert.

**Einführung**

Die instrumentelle 3D Ganganalyse (3DGA) ist ein Werkzeug, um die Gehfunktion, während oder nach der Rehabilitation von Personen mit einer Beinamputationen zu quantifizieren. Bei Abweichungen, z.B. zu einer Referenzgruppe, ist es jedoch nicht immer klar worauf diese zurückzuführen sind. Defizite von Seiten der Prothese, z.B. im Aufbau, in der Schaftpassform oder in der Wahl der Komponenten könnten Gründe sein. Weiter ist es einleuchtend, dass die Steh- und Gehfunktion aber auch stark von den kognitiven und physischen Fähigkeiten, wie z.B. der Koordinations- und Balancefähigkeiten der Person abhängt. In dieser Arbeit wurde eine Messmethode, in Anlehnung an Barnett et al. [1] entwickelt mit deren Hilfe die Balancefähigkeit von Personen mit einer Beinamputation ermittelt werden soll. Die Ergebnisse werden zu etablierten funktionellen Tests in Relation gestellt, um Zusammenhänge abzuleiten. Die Wiederholbarkeit wurden ebenfalls überprüft.

**Methodik**

Für die Messung zur Evaluation der Balance (BALEVA) wird ein 12 Kamera Bewegungsanalysesystem (Vicon, GB) verwendet. Es wurden 9 Personen mit Unterschenkelamputation (AMP;  $53,8 \pm 12,4$  Jahre;  $177,9 \pm 6,7$  cm;  $83,7 \pm 12,0$  kg) und 20 unversehrte Probanden (REF;  $30,7 \pm 10,4$  Jahre;  $176,3 \pm 8,5$  cm  $73,5 \pm 13,8$  kg) eingeschlossen.

Auf den Schuhen wurden Marker platziert (Ferse, Mittelfußknochen 5, Schuhspitze, Außenknöchel), um die Unterstützungsfläche (BOS) zu definieren (Abb.1). Während der Messung steht der Proband auf zwei Kraftmessplatten (AMTI, USA) und erhält ein visuelles Echtzeit-Feedback über die Position seines Kraftangriffspunktes (COP) über einen Monitor. Durch Verlagerung des Körpergewichts sollen Zielpunkte (ZP) mit dem COP angesteuert werden. Beim Erreichen verschwindet der ZP, der Proband kehrt auf die Ursprungsposition, die „HOME BASE“ (HB) zurück, stabilisiert seinen COP dort für 3 Sekunden, bis der nächste ZP auftaucht. Insgesamt sind 16 ZP innerhalb der BOS und um die HB herum angeordnet.

### **Ergebnisse**

Keiner der AMP hatte einen Mobilitätsgrad kleiner 3, nach K-Level Klassifikation [2]. Die AMP erreichten im Locomotor Capability Index (LCI)[3]  $55,33 \pm 1,41$  von max. 56 Punkten. Ein AMP Teilnehmer wurde in den folgenden Auswertungen ausgeschlossen, da er die BALEVA Bewegungsaufgabe nicht korrekt umgesetzt konnte (Versuchsabbruch durch Ausfallschritt). Das Ergebnis der REF Gruppe lag bei BALEVA im Mittel  $33,8 \pm 7,9$  ZPs. Und damit signifikant über dem Ergebnis der AMP mit im Mittel  $16,8 \pm 7,1$  ZPs. Neben BALEVA wurden funktionelle Tests durchgeführt. AMP erlangten im Berg Balance Scale (BBS) [4]  $53,1 \pm 3,14$  Punkten von max. 56, für den Timed Up & Go Test [5] benötigten Sie  $7,6 \pm 0,7$  Sekunden, im L-Test [6]  $16,7 \pm 2,3$  Sekunden. Sie legten im 2-Minute Walk Test [7]  $199,7 \pm 27,7$  Meter zurück und benötigten für den Four Square Step Test [8]  $8,6 \pm 2,7$  Sekunden. Zur Validierung von BALEVA wurde eine Korrelation nach Pearson zu den Ergebnissen der funktionellen Tests durchgeführt. Es ergeben sich signifikante Korrelationen, zwischen BALEVA und den Tests 2-Minute Walk (Korrelationsfaktor  $r=0,788$ ), Timed Up & Go ( $r=-0,710$ ) und L-Test ( $r=-0,841$ ). Eine signifikante Korrelation zum Four Square Step Test ( $r=-0,582$ ) und Berg Balance Scale ( $r=0,279$ ) lag nicht vor. Die Messwiederholbarkeit (erreichte ZP) zwischen 4 Wiederholungen wurde mittels des Intraclass Correlation Coefficient (ICC) über alle Probanden (AMP&REF) errechnet, und ein mittlerer ICC von 0.90 ermittelt.

### **Schlußfolgerung**

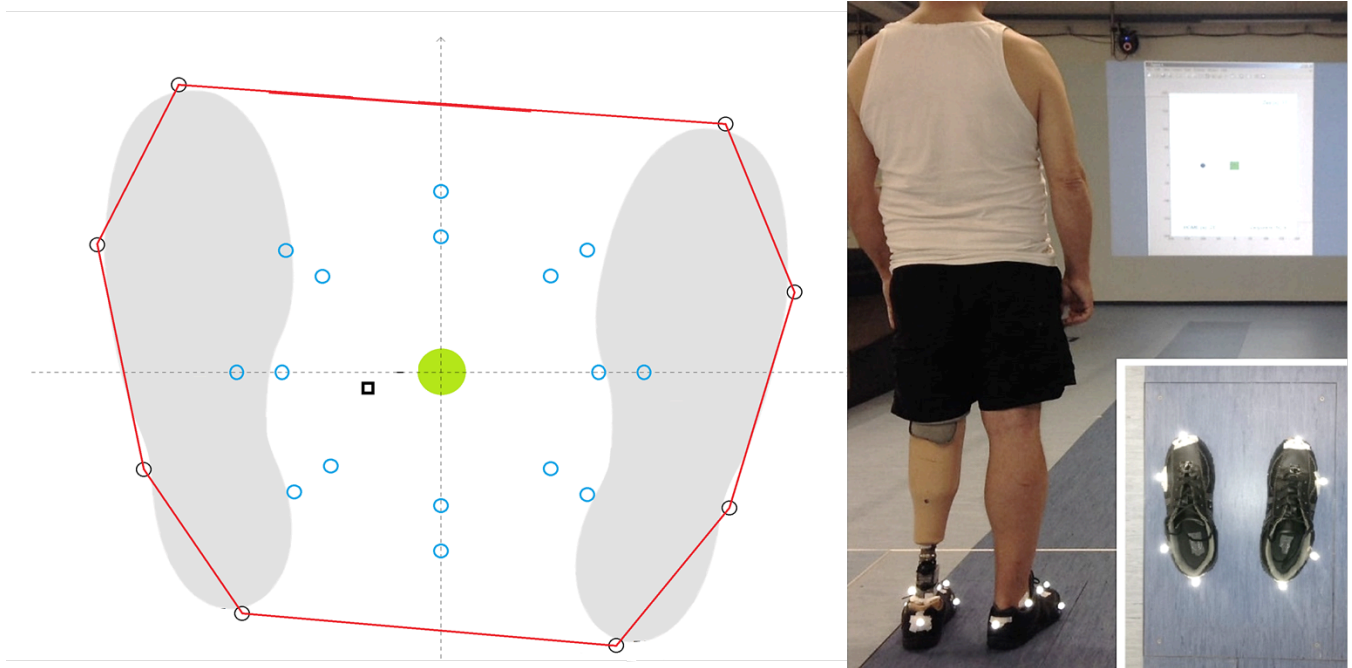
Es zeigen sich sehr gute Ergebnisse für die Wiederholbarkeit und Validität der BALEVA Messung. BALEVA korreliert stark mit Funktionstest, die komplexe Bewegungen abfragen

(Timed Up & Go, L-Test). Erstaunlich ist jedoch, dass keine signifikante Korrelation zum BBS besteht. Dies kann bei genauerer Betrachtung klar auf einen Deckeneffekt des BBS zurückgeführt werden, da die untersuchten AMP ein durchgängig, hohes Aktivitätsniveau aufweisen. Keine Korrelation zum Four Square Step Test ist jedoch nicht direkt zu erklären. In Zukunft sollen mehr AMP, auch mit geringerer Aktivität gemessen werden, denn auch beim Four Square Step Test sind sich die AMP vermutlich zu ähnlich, was eine Korrelation erschwert. Bis dato wurden keine Personen mit höheren Amputationsniveaus als dem trans-tibialen getestet. Im Zweifel kann es zum Sturz kommen wenn der Sicherungsmechanismus eines prothetischen Kniegelenks durch Rückverlagerung des Körperschwerpunkts außer Kraft gesetzt wird. Hierfür muss das Protokoll noch weiter angepasst werden. Mit der BALEVA Methode könnten in Zukunft Defizite in der Balance bei AMP detektiert werden, um die Therapie entsprechend auszurichten. Weiter könnte es aber auch als Therapiemittel mit visuellem Feedback eingesetzt werden, um durch Wiederholungen über einen längeren Zeitraum die Balancefähigkeit zu trainieren. Auch unterschiedliche Versorgungen in Bezug auf ihre Auswirkungen auf die Balancefähigkeit wären miteinander zu vergleichen.

### **Literaturreferenzen**

- [1] Barnett CT, et al. Gait & posture 2013;37;319-25.
- [2] Gailey RS, et al. Archives of physical medicine and rehabilitation 2002;83;613-27.
- [3] Franchignoni F, et al. Archives of physical medicine and rehabilitation 2002;83;582-3;
- [4] Berg K. Canadian Journal of Public Health 1992;83;7-11.
- [5] Podsiadlo D, et al. J Am Geriatr Soc 1991;39;142-8.
- [6] Deathe AB, et al. Phys Ther 2005;85;626-35.
- [7] Butland RJ, et al. British Medical Journal 1982;284;1607-8.
- [8] Dite W, et al. Archives of physical medicine and rehabilitation 2002;83;1566-71.

Image: Abbildung\_Baleva\_2191.png



**Abbildung 1:**

Schematische Darstellung der benötigten Größen der BALEVA Messung (links). Proband mit Unterschenkelamputation während der Messung (rechts).

- = Home Base [HB]
- = Zielpunkt [ZP]
- = Kraftangriffspunkt [COP]
- = Grenze der Unterstützungsfläche [BOS]