Erste Erfahrungen mit Ganganalyse bei Tumorpatienten

Schmid O. II, Hirschfelder H.; Hohmann D.

Orthopädische Universitätsklinik und Polikinik im Waldkrankenhaus St. Marien
Direktor: Prof. Dr. med. D. Hohmann
Rathsberger Straße 57, D-91054 Erlangen, Germany
Email: oskar.schmid@stud.uni-erlangen.de

Erste Erfahrungen bei der Ganganalyse bei Patienten mit Tumoren an der unteren Extremität werden vorgestellt. Erstmalig konnten objektive präoperative aktive Bewegungsausmaße während des Gehaktes für die Beurteilung der Gangveränderungen und die weitere operative Planung zur Verfügung gestellt werden. In der Literatur fanden sich keine Untersuchungen zu Gangveränderungen bei präoperativen Tumorpatienten. Unsere Untersuchungen wurden auf einem marathon®-Laufband durchgeführt. Die kinematischen Daten wurden durch das 3D videobasierte Bewegungsanalyse-Paket albavision® errechnet. Vorgestellt werden zwei Tumorpatienten mit unterschiedlicher Ätiologie des Tumors: Eine Patientin hatte eine Metastase eines Mamma-Carcinoms im proximalen Femur, der andere Patient wies ein Osteosarkom in der proximalen Tibia auf.

Keywords: Gait, Tumor, Kinematik, 3D Analysis, Walking, Treadmill, Tumorprotheses

1 Einleitung

Die Ganganalyse vor einer operativen Intervention ist eine neuere Untersuchung, um möglichst umfassende Informationen über die Beeinträchtigung der betroffenen Extremität zu erhalten. Aufgrund der durch die verbesserten Behandlungmethoden längeren Überlebenszeiten der Tumorpatienten ist eine Belastungsvoraussage und eine spätere Belastungsanalyse der Endoprothese wünschenswert.

Ältere Arbeiten haben sich mit den Gangveränderungen bei Knie- [1] oder Hüftschmerzen [2] auseinandergesetzt, Schmerzen, die auch unsere Tumorpatienten zeigen können. Bisherige Arbeiten auf dem Gebiet der Ganganalyse mit Tumorpatienten wurden im nur Bereich der vertikalen Bodenreaktionkraft nach Endoprothese [3] und bei Tumoren im Beckenbereich [4] veröffentlicht. Die 3D Bewegungsanalyse hält langsam in den klinischen Alltag Einzug, ist aber noch immer eine relativ, zum Beispiel im Vergleich zum Röntgen oder dem CT, zeitaufwendige Untersuchungsmethode. Die Weiterentwicklung der Video- und Computertechnik in den letzten Jahren läßt aber die Zeiten für eine Patientenauswertung von Tagen in den Bereich unter einer Stunde sinken. Die Verbreitung der dreidimensionalen Bewegungsanalyse ist aber in den Forschungslabors der Biomechanik schon seit Beginn des letzten Jahrzents weiter vorangeschritten [5].

Um dreidimensionale Daten zu erhalten, werden bei biomechanischen Studien meist der DLT- [6], Tsai- Algorithmus [7] oder das Prinzip der Orthogonalität [8] verwendet. All diese Rekonstruktionen erlauben, je nach Versuchsaufbau, relativ genaue Lokalisationen der jeweiligen Körperpunkte und Gelenke im 3D-Raum [6,7]. Die Kenntnis der 3D-Bewegung der durch Tumorprothesen zu ersetzenden Gelenke unterstützt die präoperative Planung und kann im Rehabilitationsprozeß bessere Erfolgskontrolle und Aussagen zur schnelleren Anpassung der Therapie liefern.

Für die Akzeptanz der Ganganalyse für die tägliche klinische Anwendung bei Patienten mit Gangstörungen muß sich der Patient im Untersuchungsbereich frei bewegen können und darf weder durch die Kameraanordnung noch durch Markeranbringungen, soweit überhaupt erforderlich, oder EMG-Elektroden in seiner natürlichen Bewegungsfreiheit beeinträchtigt werden. Dies ist sowohl auf dem Laufband als auch auf dem Laufsteg für den Untersuchungsaufbau eine Herausforderung (Abb. 1). Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Einfachheit der Patientenvorbereitung für die Untersuchung, um eine Ermüdung des Patienten zu vermeiden.

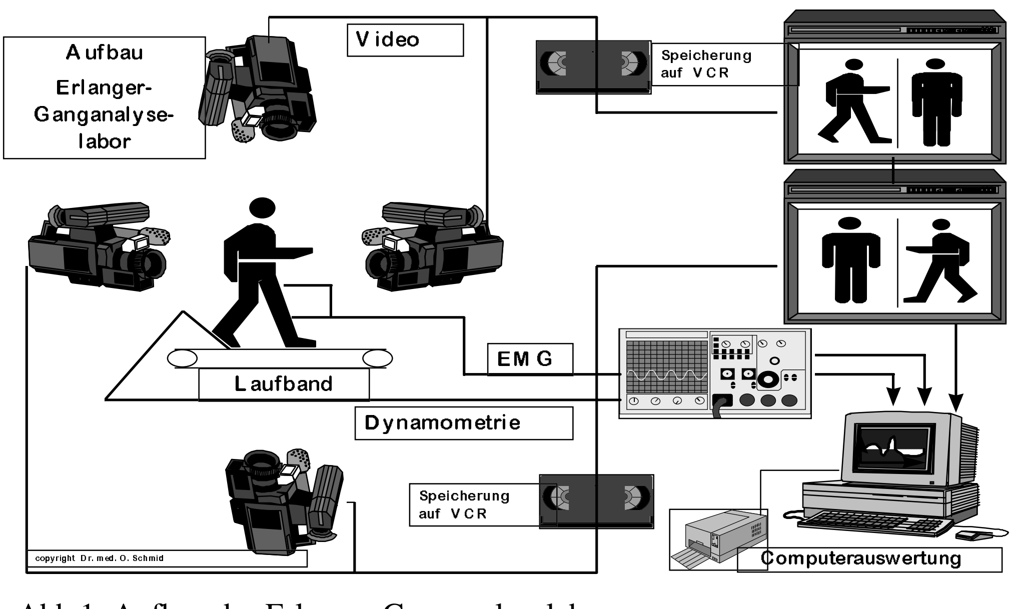

Abb 1: Aufbau des Erlanger Ganganalyselabors

2 Methoden und Material

Zwei präoperative Patienten mit Tumoren an der unteren Extremität werden vorgestellt. Die eine Patientin (Patient A, Alter 54 Jahre) hatte eine Metastase eines Mamma-Carcinoms im rechten proximalen Femur. Ein leichter Belastungsschmerz stellte sich während des Untersuchungszeitraums ein. Der zweite Patient (Patient B, Alter 22) wurde mit der Verdachtsdiagnose Osteosarkom in der rechten proximalen Tibia, welche sich später bestätigte, analysiert. Dieser junge Patient konnte ohne jegliche Schmerzen gehen und laufen.

Die Bewegungsanalyse wurde mit einem computergestütztem videobasiertem Analysesystem (albavision) mit mindestens zwei Kameras durchgeführt. Die Genauigkeitsbestimmung der Punktlokalisation zeigte ein Abweichung von ±3mm für das verwendete Setup. Die Patienten wurden gebeten, mit der ihnen eigenen Geschwindigkeit auf dem Laufband (marathon) zu gehen, welches sich automatisch an die Ganggeschwindigkeit des Patienten mittels eines Ultraschallsensors anpaßt.

3 Datenanalyse

Ausgewählte Körperpunkte wurden in die Analyse einbezogen. Wegen der beeinträchgenden abstehenden Marker der weit verbreiteten Helen Hayes Hospital Marker-Konfiguration [9] verwenden wir folgende Körperpositionen als Referenzpunkte: Spinae iliaca anterior superior, Dornfortsatz L4 und folgende Punkte beidseits: Trochanter major, Femurcondylus lateralis, Tuberositas tibiae, Malleolus lataralis, Calcaneus und disales Ende der fünften Metartarsale. Eine komplette anthropometrische Vermessung des Körpers des Patienten erfolgte zur Bestimmung der Massenträgheiten der einzelnen Körperteile [10].

Alle Gangzyklen wurden auf 100% Gangzyklus skaliert, wobei 0% den Fersenaufsatz, sowie 100%den darauffolgenden Fersenaufsatz des selben Bein widerspiegelt. Eine Anzahl von 10 Gangzyklen wurde gemittelt.

4 Ergebnisse

Der Durchschnitt der Zeit-Distanz-Faktoren von unseren beiden Patienten und alterskorrelierten Normalpersonen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Definition dieser Faktoren erfolgte analog zu Chao *et al.* 1983 [11]. Im Gegensatz zu dieser Arbeit haben wir für die Definition der Kadenz die gebräuchlichere Variante „Schritte pro Minute" (steps/min) gewählt. Die Ganggeschwindigkeit wird in Metern pro Sekunde angegeben (m/s), die Standphasenparameter in Prozent des gesamten Gangzyklus.

Tabelle 1: Geschwindigkeit und Standphasenparameter

	Patient A	Patient B	Normalpersonen [11]	
			Frauen✸	Männer✧
freie Ganggeschwindigkeit (m/s)	0.25	0.86	1.16 ± 0.18	1.20 ± 0.3
Kadenz (steps/ min)	66.67	96.77	112 ± 5	104 ± 5
Standphase (%GC) rechte Seite	66.2	61.5	60 ± 2	60 ± 2
Standphase (%GC) nur rechte Seite	26.5	42.3	40 ± 2	40 ± 2

%GC = Prozent des Gangzyklus
✸ Werte für Gruppe I (Alter 32-85)
✧ Werte für Gruppe II (Alter 19-32)

Die Unterschiede in der Flexion-/Extensionsebene sind bei der Patientin A stärker betont. Im Vergleich zu einer Fallstudie von Murray *et al.* 1981 [2] beträgt dort die Ganggeschwindigkeit für einen 67jährigen Mann mit einseitigem Hüftschmerz aufgrund von Arthroseerscheinungen 50 m/min. und der aktiven Bewegungsumfang wird mit 24 Grad auf der betroffenen Seite (Flexion/Extensionsebene) angegeben. Unsere Patientin A zeigte eine maximale freie Ganggeschwindigkeit von 0,8 km/h (13.33 m/min) und einen aktiven Bewegungsumfang in dieser Ebene von ϕ_6=9.8°, (normal: ϕ_6=66°±9 [11]). Die Zyklusdauer betrug 1,36 Sekunden, in dem beschriebenen Fall aus der Literatur wird diese mit 1,28 Sekunden Dauer bei einer Kadenz von 94 Schritten pro Minute und einer Schrittlänge von 52 cm (666,67 steps/min und 20 cm Schrittlänge bei unserer Patientin) angegeben.

Der junge Patient B bewegte sich innerhalb oder knapp außerhalb der Standardabweichung des alterskorrellierten Normalkollektivs für die Geschwindigkeit und die Phasenbereiche des Gangs. Bezüglich der Knieflexion/-extension während der Standphase ergab sich für den Parameter „terminale Standflexion“ ein Wert von ϕ_4=48° (normal: ϕ_4=35±6), was auf eine mögliche Affektion der Kniebeuger und des M. gastrocnemius schließen könnte.

5 Diskussion

Aufgrund unserer ersten Erfahrungen mit der Ganganalyse bei Tumorpatienten konnten wir die sehr unterschiedlichen Auswirkungen einer knöchernen Tumorinfiltration feststellen, wie auch zu erwarten war.

Die Vergleiche unserer Daten mit Literaturdaten wurden angestellt auf der Basis von Zahlen, welche für das Gehen auf ebenem, sich nicht bewegendem Untergrund gefunden wurden. Normdaten für normales, freies Gehen auf dem Laufband waren in der Literatur nicht zu finden. Deshalb sind auf diesem Gebiet noch weitere Arbeiten notwendig, zum einen um normative Daten für das freie Gehen auf dem Laufband zu erstellen, zum anderen um sicherste Vergleiche zwischen Gehen auf dem Laufsteg und Gehen auf dem Laufband unter Verwendung eines videobasierten Bewegungsanalyse-Systems erstellen zu können.

Die 54jährige Patientin mit einer Metastase im rechten proximalen Femur zeigte anscheinend aufgrund ihrer Schmerzsymptomatik Gangbild-Werte, welche sich denen einer Fallstudie von Murray *et al.* 1981 [2] an einem 67jährigen Mann mit Hüftbeschwerden und einer stark verlangsamten Ganggeschwindigkeit anlehnen.

Der zweite junge Patient mit einem Osteosarkom in der rechten proximalen Tibia zeigte nahezu Gangparameter im Normalbereich und beklagte keinerlei Schmerzen während der Analysesitzung. Dieser Tumor allerdings wurde in einem frühen Stadium ohne Muskelinfiltrationen gefunden. Diese Fallstudie erlaubt uns durch diese Ausgangswerte später recht genaue Aufschlüsse darüber, welche Gangveränderungen durch die Implantation einer Tumorendoprothese hervorgerufen werden.

Beide Patienten wurden mittlerweile mit einer modularen Kotz-Tumor-Prothese versorgt und werden im Verlauf ihrer Rehabilitation in regelmäßigen Abständen auf ihre aktive Funktionsmöglichkeiten hin untersucht. Vor allem in der Beurteilung des Rehabilitationsfortschritts und der Anpassung der Rehabilitationsmaßnahmen sehen wir im Moment den größten Nutzen für den Patienten. Eine genauere Planung und Entscheidung für solche operative Eingriffe unter der Vorgabe der Minimierung der Prothesenbelastung mit Hilfe der dreidimensionalen Bewegungsanalyse rücken in den kommenden Jahren in greifbare Nähe.

Literatur

[1] Andriacchi T., (1993) Functional analysis of pre- and post-knee surgery: total knee arthroplasty and ACL reconstruction, *J Biomech Eng* 115 (4B), 575-81.

[2] Murray M.P., Gore D.R.,(1981) Gait of Patients with Hip Pain or Loss of Hip Joint Motion, In Clinical Biomechanics(edited by J. Black and J.H. Dumbleton) pp. 173-200, Churchill Livingston, New York 1981.

[3] Tsuboyama T; Windhager R; Bochdansky T; Yamamuro T; Kotz R (1994)Gait after knee arthroplasty for femoral tumor. Foot pressure patterns recorded in 20 patients. *Acta Orthop Scand*;65(1),51-4

[4] Olsson E., (1984) A follow-up examination of the function of the lower extremity after pelvic tumour extirpation including the acetabular ring. *Scand J Rehabil Med*;16(1):17-26

[5] Dapena J; Harman EA; Miller JA, (1982), Three-dimensional cinematography with control object of unknown shape, *J Biomech* 15(1),11-9.

[6] Abdel-Aziz Y.I., Karara H.M., (1971) Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. *Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry* (pp. 1-18) Falls Church: American Society of Photogrammetry.

[7] Tsai R.Y., (1987) A versitale camera calibration technique for high-accuracy 3-D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lens. *Institute of Electrical and Electronic Engineering Journal of Robotics and Automation*, RA-3, 323-44.

[8] Sutherland D.H., Ohlhen R., Cooper L., Woo S. L.-Y. (1980) The Development of Mature Gait, *J Bone and Joint Surg.,* 62-A, No 3, 336-53

[9] Kadaba M.P., Ramakrishnan H.K., Wootten M.E., (1990) Measurement of Lower Extremity Kinematics during Level Walking, *J Orthop Res* 8(3), 383-92.

[10] Dempster W.T., (1955) Spacrequirements of the seated operator. *WADCTR* (pp. 55-159) Wright-Patterson Air Force Base, Ohio

[11] Chao E.Y., Laughman R.K., Schneider E., Stauffer R.N. (1983) Normative Data of Knee Joint Motion and Ground Reaction Forces in Adult Level Walking, *J Biomech* 16(3), 219-33.