

Experimentelle Untersuchungen zur Validierung des Kneelax-Arthrometers

T. Siebel, J. Heisel, Florian Geiger, R. Kuppig

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Siebel, T., J. Heisel, Florian Geiger, and R. Kuppig. 1995. "Experimentelle Untersuchungen zur Validierung des Kneelax-Arthrometers." *Orthopädische Praxis* 31(10): 685–87.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



Experimentelle Untersuchungen zur Validierung des Kneelax-Arthrometers*

von T. Siebel, J. Heisel, F. Geiger und R. Kuppig

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik Homburg/Saar (Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h. c. H. Mittelmeier)

Experimental Investigations for the Validation of the Kneelax-Arthrometer

Key words: Kneelax-arthrometer – cadaver study – cruciate ligament

Schlüsselwörter: Kneelax-Arthrometer – Kadaverstudie – Kreuzband

Summary

The Kneelax-arthrometer measures the a.-p. shift of the knee and therefore offers the possibility to evaluate insufficiencies or ruptures of the cruciate ligaments. We tested 60 cadaver knees before and after resection of the anterior cruciate ligament. As the variety of a.-p. shift of the unaffected knees was very high it was not possible to specify knees with resected ACL from untreated knees. Therefore the compliance index (difference between the values measured at 88 Newton and 66 N) was used. As we could show the compliance index is very sensitive to ruptures of the cruciate ligaments but does not distinguish between single rupture of the ACL and combined ruptures of both cruciate ligaments.

Zusammenfassung

Das Kneelax-Arthrometer mißt die anterior-posteriore Translation des Knies und ermöglicht somit die Objektivierung einer Kreuzbandinsuffizienz oder gar einer Kreuzbandruptur. In der vorgestellten Studie testen wir 60 Leichenknie vor und nach Resektion des vorderen und anschließend nach Resektion des hinteren Kreuzbandes. Aufgrund der hohen Variabilität der a.-p.-Translation war allein anhand der Absolutwerte im unilateralen Test nur sehr schwierig die Diagnose einer vorderen Kreuzbandruptur zu stellen.

Deshalb bedienten wir uns des Compliance-Index (Differenz der a.-p.-Translation bei 88 Newton und 66 N). Es

konnte gezeigt werden, daß der Compliance-Index mit hoher Sensitivität eine vordere Kreuzbandruptur erkennbar macht. Allerdings ist eine Differenzierung zwischen isolierter vorderer Kreuzbandruptur und kombinierter vorderer und hinterer Kreuzbandruptur nicht möglich.

Vorbemerkungen

Von Steinbrück wurde 1983 anhand einer 10-Jahres-Analyse belegt, daß Verletzungen in verschiedensten Sportdisziplinen zunehmend das Kniegelenk betreffen. Hierbei sind Kapselbandverletzungen als isolierte oder kombinierte Läsionen zu nennen, wobei vorzugsweise das vordere Kreuzband betroffen ist. Dabei ergeben sich oft Probleme bezüglich der Beurteilung von Knieinstabilitäten, da die klinische Untersuchung lediglich als Screening-Verfahren gesehen werden kann, wenngleich mit dem Lachmann-Test ein sehr sensitives Verfahren zur Verfügung steht. Im Zuge der technischen Neuerungen stehen mittlerweile apparative Untersuchungen (Sonographie, Arthrographie, Arthrometer, Computertomogramm oder Kernspintomogramm) zur Verfügung, wobei letztere auch hier nicht immer eine eindeutige Diagnosefindung erlauben.

Somit schien die Frage nach einer einfachen, aussagekräftigen und reproduzierbaren Technik, insbesondere im Rahmen der Beurteilung von unidirektionalen Knieinstabilitäten gerechtfertigt, um bereits vorab mit dem Patienten eine sinnvolle Therapieplanung durchführen oder aber auch einen Vergleich der postoperativen Resultate der Kniebandchirurgie verschiedener Zentren ermöglichen zu können.

1993 wurde der Orthopädischen Universitätsklinik Homburg/Saar eine neue, niederländische Entwicklung, das Kneelax-Arthrometer, zur Verfügung gestellt, dessen Validität im Kadaverversuch getestet werden sollte.

Material und Methode

Bei der Kneelax-Arthrometrie handelt es sich um eine moderne, elektronisch-mechanische Untersuchungsmethode zur Objektivierung von Instabilitäten des vorderen Kreuzbandes. Dabei wird die femorotibiale Translation in Millimetern unter Einfluß von 4 definierten Zugkräften (44, 66, 88, 132 Newton) gemessen. Eine exakte schematisierte Meßanordnung in 25 Grad Knieflexion mit stan-

* Nach einem Vortrag auf der 42. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden e. V. in Baden-Baden 1994.

dardisiert angelegtem Arthrometer und mit in Fußschalen fixierten Sprunggelenken sollen Fehler während der Messung minimieren. Dabei wird durch das Anlegen der Fußschalen im Gegensatz zu sonst üblichen Arthrometern eine standardisierte Rotationsstellung gewährleistet. Im Rahmen dieser experimentellen Untersuchung wurden an 60 „gesunden“ Kadaverknien entsprechende Meßkurven angefertigt.

Nach Lösen der Leichenstarre wurde zunächst die Messung mit vier definierten Kraftstufen am intakten Knie vorgenommen. Anschließend erfolgte die Eröffnung des Kniegelenkes zur Objektivierung des Knieinnenbefundes. Nach erfolgter Kapsel- und Hautnaht wurde eine zweite Meßreihe mit vier definierten Kraftstufen vorgenommen. Nach abermaliger Eröffnung des Kniegelenkes wurde die Resektion des vorderen Kreuzbandes durchgeführt. Es schloß sich nach abermaliger Kapsel- und Hautnaht eine weitere Meßreihe an. Abschließend wurde das hintere Kreuzband reseziert und eine letzte Meßreihe nach erfolgter Kapsel- und Hautnaht vorgenommen. Vor der Arthrometeruntersuchung erfolgte eine allgemeine Inspektion der zu untersuchenden Kniegelenke bezüglich Kapselbandinstabilitäten, Bewegungsumfang, Ergußbildung sowie etwaiger Muskelminderung. Im Rahmen der Studie wurden lediglich Kniegelenke mit intaktem Kapselbandapparat und in etwa gleicher Primärstabilität zum kontralateralen Kniegelenk (vor Kapsulotomie) miteinbezogen.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 60 Kniegelenke untersucht. Das Durchschnittsalter der Verstorbenen errechnete sich auf 62,8 Jahre (Maximum 86, Minimum 23 Jahre). Die durchschnittliche Knieflexion betrug 138 Grad. Die Umfänge der untersuchten Beine waren zur kontralateralen Seite jeweils seitengleich.

Die Geschlechterverteilung der Probanden als auch die Seitenverteilung der untersuchten Kniegelenke waren ausgewogen. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, wurden nach Lösen des Rigor mortis dorsoventrale Translationswerte bei einer Kraftstufe von 44 Newton von 6,2 mm bis maximal

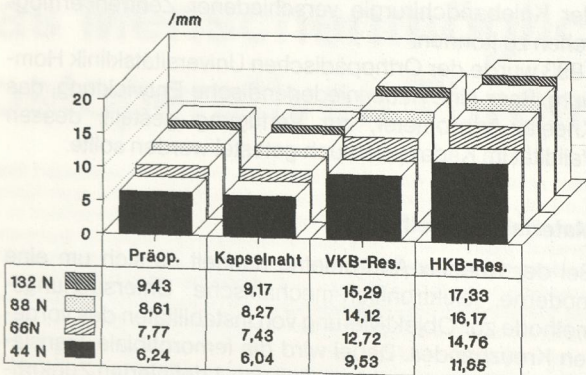


Abb. 1: Femorotibiale Translation. Leerversuche. Absolutwerte (kontralaterale Seite).

9,43 mm bei 132 N objektiviert. Die Kapsulotomie ergab durchweg eine leichte Zunahme der Stabilität infolge des Raffeffektes durch die anschließende Naht.

Nach Resektion des vorderen Kreuzbandes kam es zum sprunghaften Anstieg der dorsoventralen Translation auf Werte zwischen 9,53 mm bei 44 Newton und maximal 15,29 mm bei 132 N. Erstaunlich war, daß nach erneuter Kapsulotomie und zusätzlicher Resektion des hinteren Kreuzbandes noch einmal eine deutliche Steigerung der Translation erzielt werden konnte. Es zeigten sich hierbei Werte zwischen 11,65 mm bei 44 Newton und 17,33 mm bei dem Maximalzug von 132 Newton.

Dabei bleibt zu bedenken, daß trotz dieser signifikanten Anstiege der Translation nach entsprechender Resektion des vorderen und später des hinteren Kreuzbandes am unilateralen Kniegelenk nur schwerlich die Diagnose einer vorderen Kreuzbandruptur gestellt werden kann, da die Translationswerte individuell erheblich differieren können (3,2 mm bis 10,2 mm bei 66 Newton vor Kapsulotomie). Neben dieser erheblichen Variabilität der Stabilität des „nichtverletzten Knies“ kommt noch zusätzlich eine erhebliche Variabilität bezüglich der Zunahme der Translation nach Verlust des vorderen Kreuzbandes hinzu. Im Rahmen der vorgestellten Studie wurde infolge der vorderen Kreuzbandresektion eine Zunahme der Translation zwischen 0,6 und 7,2 mm objektiviert.

Unter Berücksichtigung dieser großen Variabilität wurde die Untersuchungsgröße des sogenannten Compliance-Index eingeführt. Der Compliance-Index errechnet sich aus der Differenz der dorsoventralen Tibiatrianlation zwischen den Kraftstufen 88 Newton und 66 Newton.

Aus Abb. 2 wird ersichtlich, daß der präoperative Befund des Compliance-Index und der Compliance-Index nach Kapsulotomie praktisch identische Werte von 0,84 aufweisen.

Nach Resektion des vorderen Kreuzbandes kommt es zur deutlichen Zunahme des Compliance-Index auf durchschnittliche Werte von 1,4 mit einer Standardabweichung von 0,43. Die zusätzliche Resektion des hinteren Kreuzbandes ergibt zur isolierten Resektion des vorderen Kreuzbandes, wie aus Abb. 2 hervorgeht, keinerlei signifikante Zunahme des Compliance-Index. Durch-

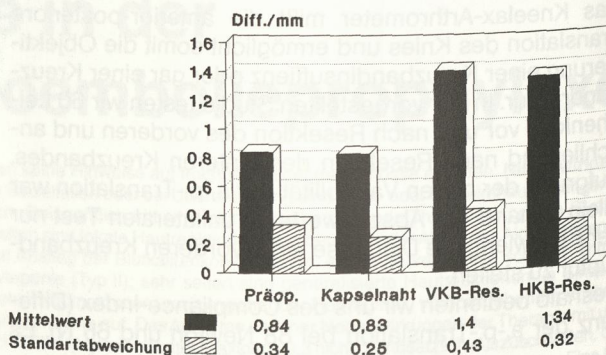


Abb. 2: Compliance-Indizes. 88 N bis 66 N (kontralaterale Seite).

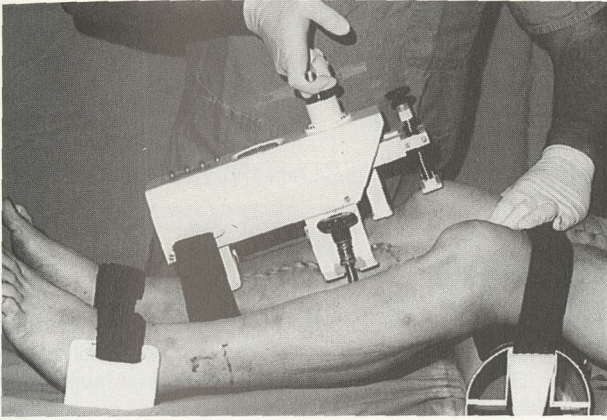


Abb. 3: Angelegtes Kneelax-Arthrometer mit definierter Kniebeugung und Fußschellenfixierung.

schnittlich wird hier ein Wert von 1,34 mm erzielt bei einer Standardabweichung von 0,32.

Diskussion

Mit dem Kneelax-Arthrometer steht eine Meßanordnung zur Verfügung, die unidirektionale Knieinstabilitäten mit hoher Zuverlässigkeit reproduzierbar objektiv belegt. Aufgrund der hohen interindividuellen Variabilität der Primärstabilität gesunder Knie sollten jedoch im Rahmen einer Untersuchung grundsätzlich beide Kniegelenke eines Patienten vergleichend parallel untersucht werden. Der Compliance-Index als maßgeblicher Parameter in der Untersuchung läßt eine relativ klare Zuordnung zwischen Kniegesunden und Kreuzbandverletzten zu. Allerdings ist eine kombinierte Verletzung mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes und Teilruptur, Elongation oder zusätzlicher Ruptur des hinteren Kreuzbandes gegen eine isolierte vordere Kreuzbandruptur mittels dieses Gerätes nicht abgrenzbar.

Da die Kniegelenke im Rahmen der vorgestellten Studie an Verstorbenen bei einer durchschnittlichen Körpertemperatur von 18 Grad Celsius untersucht wurden, ergibt sich für die praktische Anwendung des Gerätes

eine gewisse Wertverschiebung, da das Gewebe zwangsläufig rigider war.

In der anschließend in vivo vorgenommenen Studie (n = 20) zeigte sich, daß bei einem Compliance-Index von mehr als 1,5 mm in 90% der Fälle eine vordere Kreuzbandruptur vorlag.

Literatur

1. Brantigan, O. C., A. F. Voshell: The mechanics of the ligaments and menisci of the knee joint. J. Bone Joint Surg. (Am.) 28 (1941) 44-66.
2. Butler, D. L., F. R. Noyes, E. S. Grood: Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. J. Bone Joint Surg. (Am.) 62 (1980) 259-270.
3. Crowninshield, R., M. H. Pope, R. J. Johnson: An analytical model of the knee. J. Biomech. 9 (1976) 397-405.
4. Daniel, D. M., L. L. Malcolm, G. Loose, M. L. Stone, R. Sachs, R. Burks: Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. J. Bone Joint Surg. (Am.) 67 (1985) 720-726.
5. Edixhoven, P., R. Huijskes, R. de Graf: Anteroposterior drawer measurements in the knee using an instrumented test device. Clin. Orthops. 247 (1989) 232-242.
6. Fuhrman, W., J. L. Marshall, F. G. Girgis: The anterior cruciate ligament. A functional analysis based on post mortem studies. J. Bone Joint Surg. (Am.) 58 (1976) 179-185.
7. Grigis, F. G., J. L. Marshall, A. R. S. Al Monajem: The cruciate ligaments of the knee joint. Clin. Orthop. 106 (1983) 216-231.
8. Hefzy, M. S., E. S. Grood, T. L. Lindenfeld: The posterior cruciate ligament: A new look at length patterns. Trans. Orthop. Res. Soc. 11 (1986) 128.
9. Kinzel, G. L., A. S. Hall, B. M. Hillberry: Measurement of the total motion between two body segments. 1. Analytical development. J. Biomech. 5 (1972) 93-105.
10. Shino, K., N. Ohta, S. Horibe, K. Ono: In vivo measurement of a-p. instability in the ACL-disrupted knee and in postoperative knees. Trans. Orthop. Res. Soc. 9 (1984) 394.
11. Steinbrück, K., C. H. Wiehmann: Untersuchung des Kniegelenkes. Wertigkeit klinischer Befunde unter arthroskopischer Kontrolle.

Anschrift des Verfassers:

Dr. med. T. Siebel, Orthopädische Universitätsklinik, D-66421 Homburg/Saar.

Clivarin® 1.750

*Mit Sicherheit
besonders günstig.*

 Nordmark

10 Fertigspritzen DM 87,-