

Referent/in

Subke, Jörg (Gießen DE) | Prof. Dr.rer.nat. Dipl.-Phys.
Technische Hochschule Mittelhessen - Fachbereich Krankenhaus- und Medizintechnik,
Umwelt- und Biotechnologie

Titel

Bestimmung der Ausdehnung von arthrotischen Läsionen im Kniegelenk mit Hilfe der Schallemissionsanalyse SEA zur Planung orthopädiotechnischer Hilfen

Coauthors

Schneider B, Krüger S, Junker HO, Franke RP, Schwalbe HJ, Wolf U

Zusammenfassung

Durch die Innen- und Außenranderhöhung der Füße bei der Bewegung der Patientin zeigte die SEA, dass medial und lateral keine arthrotischen Defekte auf der Lastabtragslinie im Kniegelenk vorliegen. Damit kann die Patientin unterstützend mit Einlagen und Physiotherapie um die Arthrose geführt werden.

Einführung/ Grundlagen

In einer klinischen Studie wurden 69 Gonarthrose diagnostizierte Patienten mit der Schallemissionsanalyse SEA untersucht, um den Grad der Schädigung zu bestimmen. Biomechanische Bewegungen des Kniegelenks unter Last erzeugen Reibvorgänge mit Schallemission (SE) in einem breiten Frequenzspektrum. Es werden nur die Signale erfasst, die in der Frequenz höher als die der Störgeräusche sind. Pathologische Veränderungen im Knorpel zwischen Femur und Tibia führen zu charakteristischer SE, so dass Rauigkeiten des Knorpels, Läsionen in verschiedenen Schädigungsstadien, und die Arthrose differenziert werden können.

Durch die Veränderung der Beinstellung anhand von Außen- und Innenerhöhungen werden die Lastabtragslinien zwischen Tibia und Femur bei der Bewegung lateral oder medial verschoben. Dies eröffnet die Möglichkeit die Quer-Ausdehnung der Läsionsbereiche im Kniegelenk über die Fußumstellung zu bestimmen, was an einem Beispiel gezeigt wird.

Methodik/ Arbeitsprozess

Das BoneDiaS-Messsystem besteht aus einer mobilen Messbox und einer piezoelektrischen Sonde, die im Bereich der Femurkondyle am Knie angebracht wird. Die Sonde wird mit

definiertem Unterdruck auf der Haut über Ultraschallgel angebracht. Die mobile Messbox wird nahe des Hüftgelenks am Oberschenkel fixiert. Ein integriertes Inclinometer dokumentiert synchron zum zeitlichen Verlauf der Schallemission die Neigung des Oberschenkels.

Die Standardbewegung sind 3 Kniebeugen innerhalb von 10 sec. Der Patient belastet auf natürliche Weise das Knie mit seinem Eigengewicht während der Bewegung.

Um das Ausmaß der Läsionen auf der Knieoberfläche zu erfassen, wird eine O- und X-Beinstellung durch die Umstellung der Füße mittels Innenrand- und Außenranderhöhung der Fußauflage (2° Neigung) hervorgerufen. Die Lastabtragslinien in den Knien werden dadurch nach medial bzw. lateral verschoben.

Durchführung

Insgesamt wurden mit der Patientin (78 J, 159 cm, 79 kg) 6 Messungen durchgeführt. Hierbei wurde das BoneDiaS-Messsystem jeweils am rechten bzw. linken Bein appliziert. Die Patientin führt pro Untersuchung drei Kniebeugen durch.

- Messung 1: Linkes Knie, Kniebeuge auf ebenem Boden.
- Messung 2: Linkes Knie, schiefe Ebene - Innenranderhöhung IRE – Messung simuliert O-Beinstellung, (Abb 1)
- Messung 3: Linkes Knie, schiefe Ebene - Außenranderhöhung ARE – Messung simuliert X-Beinstellung.
- Messung 4: Rechtes Knie, Kniebeuge auf ebenem Boden.
- Messung 5: Rechtes Knie, schiefe Ebene - Innenranderhöhung IRE – Messung simuliert O-Beinstellung
- Messung 6: Rechtes Knie, schiefe Ebene - Außenranderhöhung ARE – Messung simuliert X-Beinstellung.

Die Messungen am linken Knie ergaben bei den Kniebeugen in der Ebene keine auffälligen Signale (Abb 2). Bei der Innenrand- und Außenranderhöhung der Füße zeigten sich leichte Rauigkeiten des Knorpels.

Für das rechte Knie wurde in der ersten Kniebeuge auf ebenem Boden ein arthrotischer Defekt bei 35° festgestellt (Abb 3). Die Messungen bei der Innen- und Außenranderhöhung der Füße zeigten Läsionen des Knorpels (Abb 4 u. 5). Im mittleren Bereich liegt ein knöcherner Kontakt

(Arthrose) vor. Der Defekt breitet sich vom knöchernen Kontakt über einen geschädigten Knorpel lateral und medial aus. Im medialen und lateralen Randbereich ist der Knorpel zwar geschädigt, aber noch tragfähig.

Fazit

Die Schallemissionsanalyse ergab, dass die Arthrose nur einseitig im rechten Knie vorliegt. Die Umstellungen im Kniegelenk durch die schiefen Ebenen zeigen, dass im medialen und lateralen Bereich der Gelenkoberfläche Läsionen des Knorpels vorliegen. Die Ergebnisse zeigen, dass der arthrotische Defekt im rechten Knie auf den mittleren Bereich begrenzt ist. Jedoch ist lateral die Knorpelläsion stark ausgeprägt.

Im linken Knie zeigt sich über die gesamte Fläche kein arthrotischer Defekt. Die Messungen bei der Innen- und Außenranderhöhung zeigen hier nur leichte Rauigkeiten des Knorpels.

Für das linke Knie ist damit eine Veränderung nach lateral und medial möglich, ohne ein arthrotisches Signal zu erzeugen. Das rechte Knie bietet die Möglichkeit der medialen Verschiebung der Lastabtragslinie eine Innenranderhöhung.

Für die Planung einer orthopädischen Hilfe in Form von Einlagen können in diesem Fall Einlagen mit Innenranderhöhung appliziert werden.

Literaturreferenzen

[1] Kiselev J, Wolf U, Ziegler B, Schwalbe H-J, Franke R-P. Detection of early phases of osteoarthritis using acoustic emission analysis. Med. Eng. Phys. 2019, 65, 57-60.

[2] Subke J, Krueger S, Junker HO, Schwalbe HJ, Franke RP, Wolf U. An introduction to Acoustic Emission Analysis (AEA) based medical diagnosis techniques: Screening and Monitoring of cartilage defects in knee osteoarthrosis. Current Directions in Biomedical Engineering 2019; 5(1):1-3)

[3] Schwalbe HJ, Schmale J, Subke J, Ziegler B, Kellotat A, Dörner P, Franke RP, Wolf U. Detection of Defects in the Human Skeletal System and Production of Failure Optimized Artificial Bone Applying Acoustic Emission Analysis (AEA). 31st Conference of the European Working Group on Acoustic Emission (EWGAE) Proceedings, Dresden 2014

[4] Franke RP, Schwalbe HJ, Kiselev J, Wolf U, Subke J, Ziegler B. Schallemissionsanalyse zum Nachweis von Gelenkdefekten in der medizinischen Diagnostik. Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung 18. Kolloquium Schallemission, Berichtsband 2011

[5] Subke J, Schneider B, Hanitz F, Wolf U. Acoustic-kinetic joint analysis: Synchronization and Evaluation of kinetic measurement data in AEA (Acoustic Emission Analysis) based diagnosis of arthritic knee joint defects. Current Directions in Biomedical Engineering 2021

Image: Abb 1_Patientin_frontal_IRE_gebeugt_279.jpg



Abb 1: Patientin bei der Kniebeuge mit Innenranderhöhung der Füße; BoneDiaS-System am rechten Bein; Sonde am Knie

Image: Abb 2_links_eben_ohne_Lsion_280.jpg

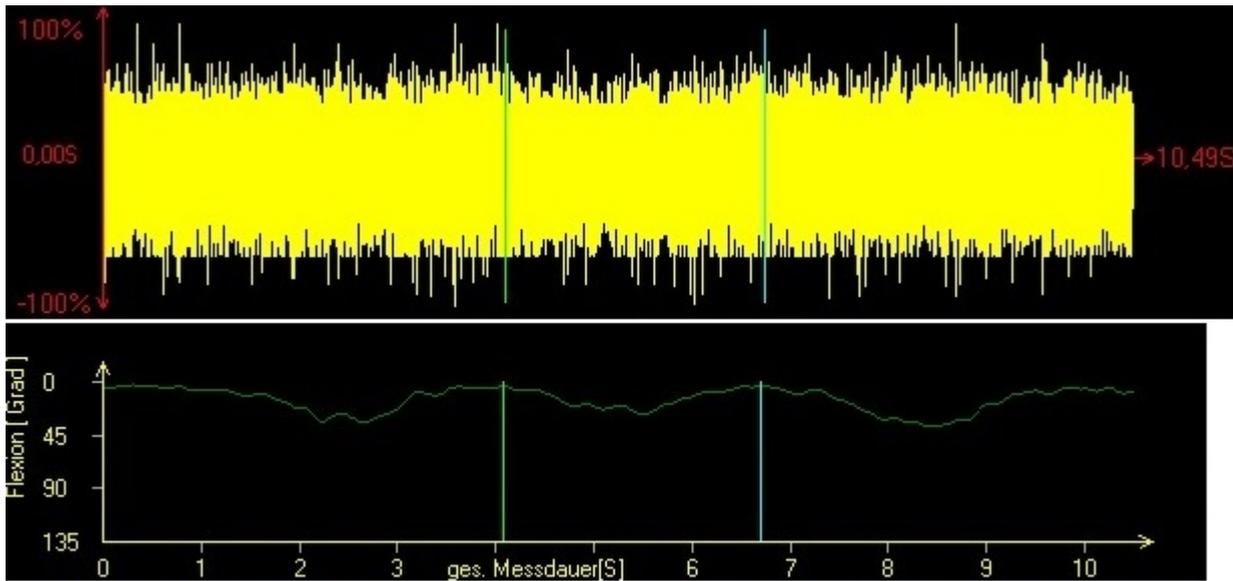


Abb 2: Linkes Bein ohne SE Signal eines Schadens ebenso bei IR und AR

Image: Abb_3_Arthrosesignal_rechtes Knie_281.jpg

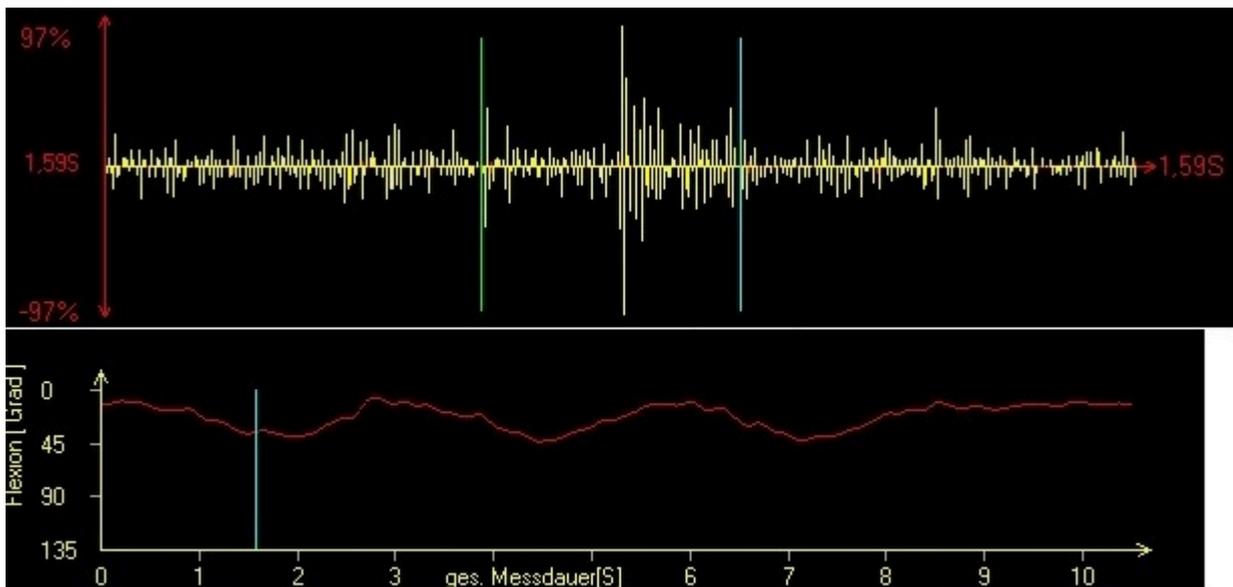


Abb 3: Kniebeuge rechtes Bein ohne Randerhöhung; knöcherner Kontakt (Arthrose)

Image: Abb_4_rechts_IRE_Lsion_m_ingeschr_Dmpfung_282.jpg

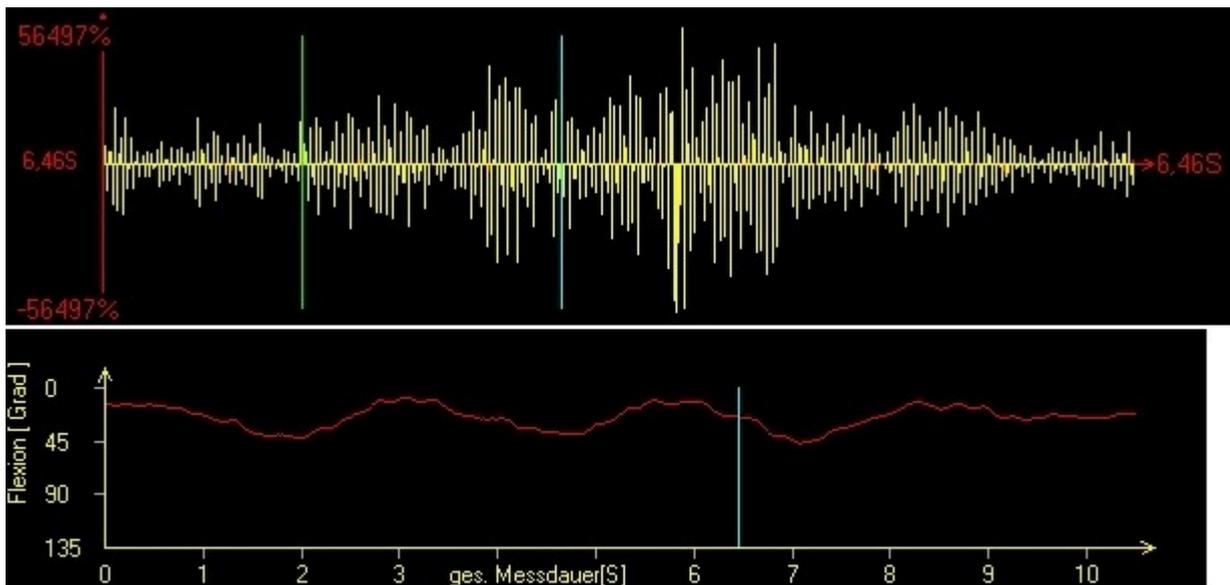


Abb 4: Rechtes Bein mit Innen- Randerhöhung; Läsion mit eingeschränkter Knorpeldämpfung

Image: Abb 5_rechts_ARE_Lsion_m_ingeschr_Dmpfung_283.jpg

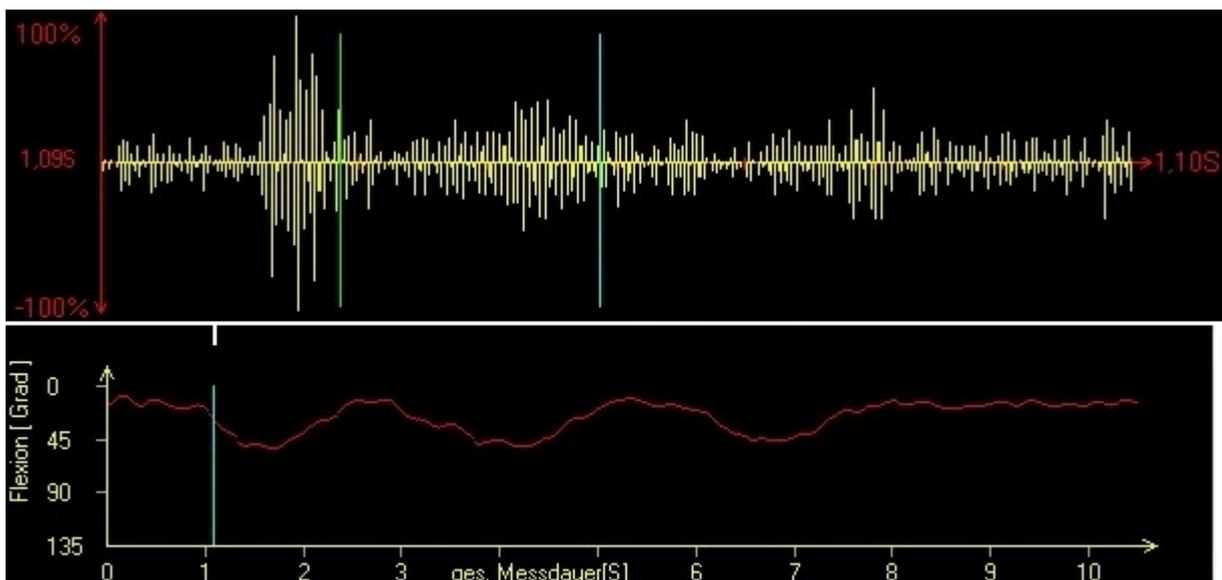


Abb 5: Rechtes Bein mit Außen- Randerhöhung; Läsion mit eingeschränkter Knorpeldämpfung