
Diagnose und Verlaufskontrolle von Stressfrakturen sowie Untersuchung der extrakorporalen Stoßwellentherapie durch eine einfache, noninvasive Methode

K. Nicol (Projektleiter)¹, Ch. Bohn¹, H. Lohrer², J. Schöll², B. Schmitt²

¹ Universität Münster

Institut für Bewegungswissenschaften

² Sportmedizinisches Institut Frankfurt am Main

VF 0407/01/24/98

1 Problem

Stressfrakturen oder Ermüdungsbrüche haben sich zum häufigsten Sportschaden bei Läufern entwickelt; beispielsweise wurden bei 1000 Triathleten 100 Stressfrakturen gefunden. Ein ähnliches Erscheinungsbild weisen bone bruises auf; gemein ist beiden, dass sie meist erst spät erkannt werden, dass technische Diagnosehilfen nur wenig zur Diagnose beitragen, dass sie bei Zurücknahme der Belastung meist nach größenordnungsmäßig zehn Wochen ohne Therapie ausheilen, dass aber auch langwierige Heilungsprozesse und Rezidive zu beobachten sind.

Als sensible bildgebende Diagnosemethode hat sich die Szintigrafie bewährt. Die Röntgentechnik greift dagegen nicht in der initialen Phase; mit aufwendigen Verfahren wie Ultraschall, Tomografie und Kernspinresonanz wurden keine wesentlichen Fortschritte erzielt. Experimente mit der Ausbreitungs-Geschwindigkeit von Ultraschall und Schockwellen und mit der großflächigen Reizantwort auf Schockwellen, über die in der Literatur berichtet wird, sind nicht geeignet für lokale Aussagen, wie sie für Stressfrakturen und bone bruises benötigt werden. Hierfür ist eine Methode wünschenswert, bei der sich externer Reiz und die Reizantwort des Knochens auf die gleiche Lokation beziehen.

2 Methode

Die bei der Diagnose der inneren Organe verbreitete, durch uns auf Krankheiten des Skeletts der unteren Extremität adaptierte Methode der Anthroposkopie (HMT Medizin und Technik, Dachau, kirda@t-online.de) wurde zur Diagnose und Verlaufskontrolle eingesetzt. Die Methode beruht auf dem Abtasten der betroffenen Lokationen mit einer Sonde und auf dem Vergleich des Messwertes vorzugsweise mit dem der nicht betroffenen kontralateralen Stelle. Somit ist die Methode nichtinvasiv und einfach sowie zielgenau anzuwenden.

Da eine Anwendung der Anthroposkopie auf Knochengewebe nicht bekannt war, wurde die Methode in einer Vorstudie hierauf adaptiert (HEIDJANN et al., 1994) und in einer zweiten Vorstudie sichergestellt, dass die klinische Diagnose der Stressfraktur mit den Ergebnissen der Anthroposkopie korreliert (HEIDJANN et al., 1994).

Bei der Anthroposkopie wird ein elektromagnetisches Feld unter niedriger Spannung und niedriger Energie (350 kHz, 1200 Hz amplitudenmoduliert, 7V, 0,5 mA) mittels einer Handelektrode an den menschlichen Körper angelegt. Das hochfrequente Feld breitet sich im Körper in Abhängigkeit von den elektrophysikalischen Eigenschaften der einzelnen Körperstrukturen aus und kann mit Hilfe einer Receiver-Elektrode an der Körperoberfläche aufgenommen werden. Da die verschiedenen Gewebe des Körpers und die Gewebe in verschiedenen Zuständen im HF-Feld unterschiedliche Dielektrizitäts-Konstanten aufweisen, lassen sich Aussagen über den Aufbau und den Stoffwechsel in der Umgebung der Abtaststelle treffen. Minderdurchblutung, Gewebsverhärtung, degenerative Veränderungen und Arthrosen schwächen die lokale Feldstärke und es wird ein „Tiefwert“ gemessen, d.h. ein Wert, der unterhalb des Wertes der nicht betroffenen kontralateralen Seite liegt. „Hochwerte“ sind dagegen über hyperämischen Organbezirken und entzündlichen Prozessen zu beobachten (BROSS, 1986).

In weiteren Vorstudien wurde der Einfluss der Andruckkraft der Elektrode (Eliminierung durch Federung), des Kalibrierverfahrens, der Lagerung des Körpers und der Einflusses von unmittelbar vorangegangenen Injektionen und Training abgeklärt. Zur Auswertung der Messungen wurde ein Programm zur Lösung der Maxwell-Gleichungen des elektromagnetischen Feldes adaptiert, so dass jetzt bedingt durch die Messwerte (der Feldstärke an der Körperoberfläche) auf Stoffwechsel-Anomalien (Größe und Lage von Bereichen mit abweichender Dielektrizitäts-Konstante) geschlossen werden kann (HEIDJANN et al., 1994).

In einer Vorstudie wurden vier diagnostizierte Stressfrakturen mit vier bis sieben Messungen im jeweiligen Abstand von ca. vier Wochen verfolgt, um den klinischen Verlauf auf die Messungen abbilden zu können. In der Hautstudie fielen zwölf Verlaufsreihen mit zwei und drei Messungen sowie zwölf Einzelmessungen an. Bei allen Patienten lagen Angaben zu Klopf- und Belastungsschmerz sowie Röntgenzeichen vor, bei einem Teil Szintigramme und MRT.

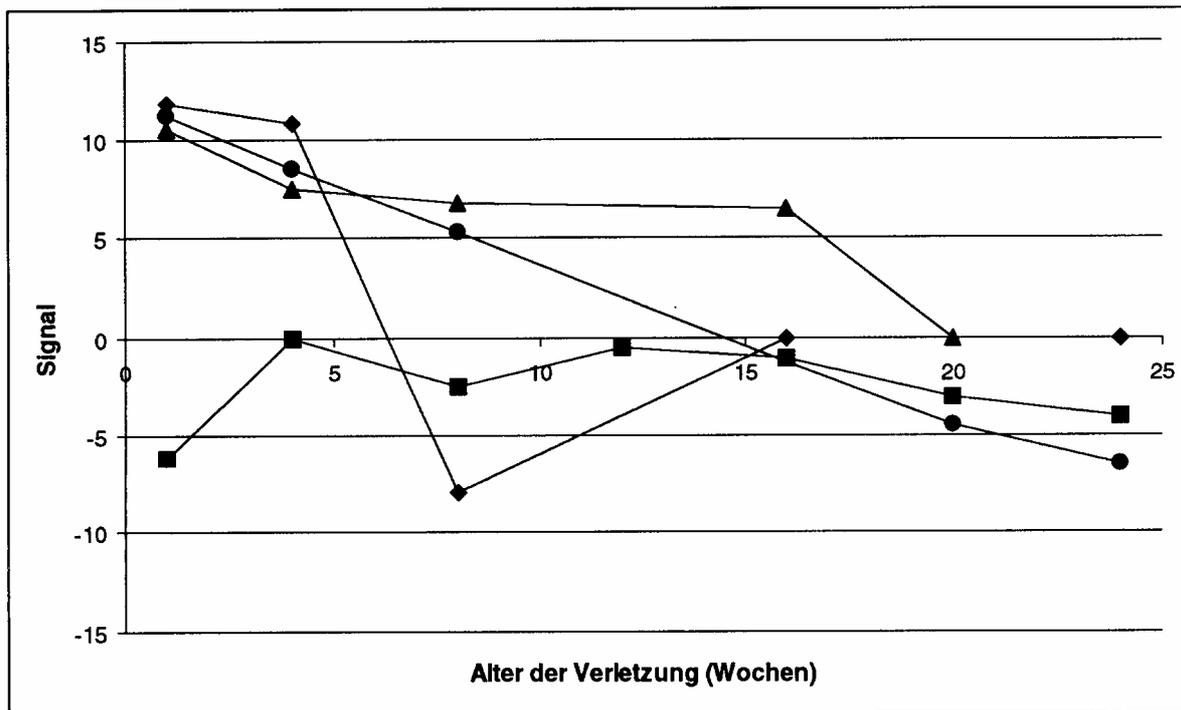


Abb. 1: Beispiel des zeitlichen Verlaufs der Anthroposkop-Signale bei Stressfrakturen im kortikalen (Quadrate, Rauten) und trabekulären (Dreiecke, Kreise) Gewebe.

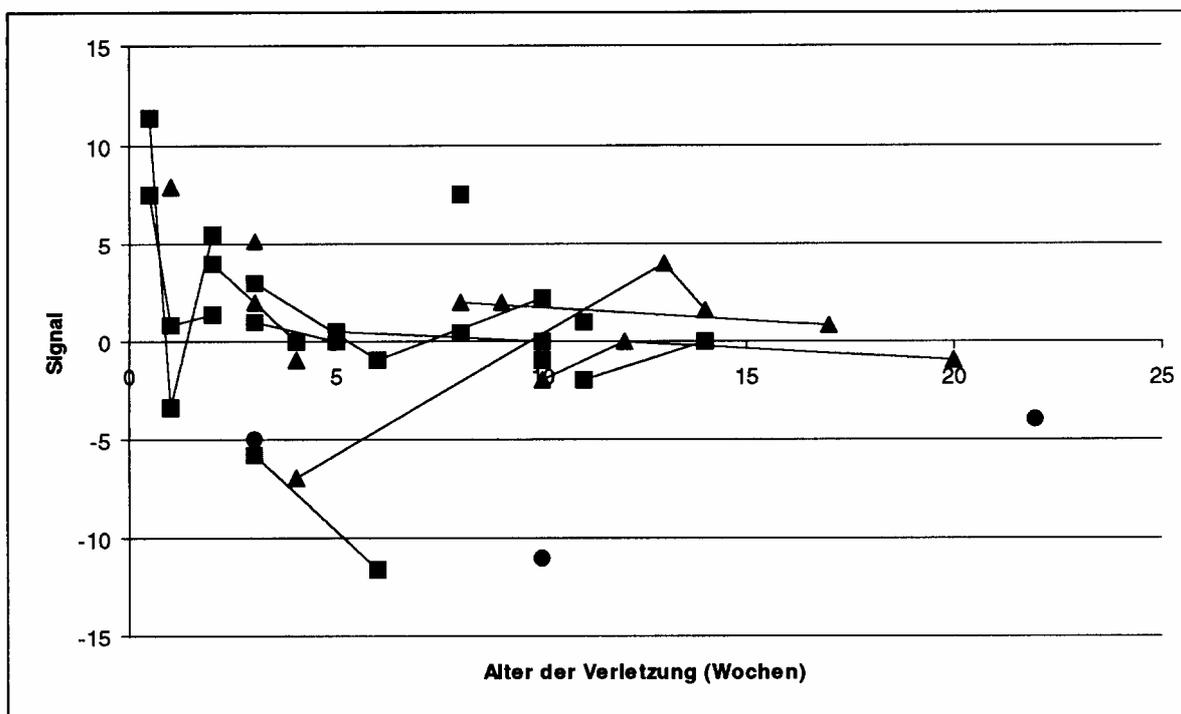


Abb. 2: Verlauf der Signale bei neun kortikalen (Quadrate) und drei trabekulären (Dreiecke) Stressfrakturen sowie bei je vier kortikalen und trabekulären Einzelmessungen (stets bei 16- bis 26jährigen Patienten) sowie vier Einzelmessungen über kortikalem betroffenem Gewebe bei 31- bis 58jährigen Patienten (Kreise).

3 Ergebnis und Diskussion

Abbildung 1 zeigt die Verfolgung des Verlaufs bei vier 17- bis 24-jährigen Patienten in der Vorstudie. Während das Signal des Anthroposkops bei Gesunden im Bereich von ± 1 liegt, ist hier bei der ersten Diagnose eine deutliche Abweichung festzustellen sowie i.a. im weiteren Verlauf eine Annäherung an die Null. Allerdings zeigt Patient 2 (Rauten) auch eine Zwischenphase mit negativen Signalen, die auf einen reduzierten Stoffwechsel schließen lassen. Ein weiterer oszilliert im negativen Bereich. Kritisch ist der Verlauf des Patienten 4 (Kreise) zu sehen, dessen Signal vom positiven (entzündlichen) Bereich kontinuierlich abfällt und über den Normalzustand hinaus deutlich in den (wohl als nekrotisch zu bezeichnenden) negativen Bereich wechselt.

Dieser Einblick in mögliche Verlaufsformen half bei der Interpretation der Daten der Hauptstudie, bei der eine größere Anzahl von Patienten über kürzere Zeiträume verfolgt wurde (Abb. 2). Auch hier ist absicherbar, dass die jeweils erste Messung, die in einer Phase von Belastungsschmerzen durchgeführt wurde, fast stets mit einem von Null abweichenden Signal verbunden war, während sich das Signal bei Wiederholungsmessungen (teilweise nach überschießenden Reaktionen analog Patient 2 in Abb. 1) meist dem Normalzustand annäherte. Eine Ausnahme bildete lediglich die Messung unten links, die sich (analog der von Patient 4 in Abb. 1) in den nekrotischen Bereich bewegt. Die nicht durch Striche verbundenen Einzelmessungen bei jungen Patienten (Quadrate und Dreiecke) liegen in den durch die Verläufe in Abbildung 1 und 2 beschriebenen Signal/Zeit-Bereichen und sind als abklingende entzündliche Prozesse zu interpretieren. Das einzelne Quadrat bei 8/7,5 verdient Beachtung, allerdings zeigt Patient 1 in Abbildung 1 (Dreiecke), dass auch bei einem Wert von +7 nach vier Monaten kurzfristig der Normalzustand erreicht werden kann. Bemerkenswert ist auch, dass die Einzelmessungen bei Älteren (Abb. 2, Kreise) nekrotisch sind. Bei bone bruises waren die Ergebnisse ähnlich, wegen der geringeren Fallzahlen aber nicht so deutlich. Diese Ergebnisse werden bei uns zur Stellung der Diagnose und zur Therapieüberwachung herangezogen.

5 Literatur

- BROSS, P.A.: Physikalische Grundlagen der Anthroposkopie. In: Propädeutik der Hochfrequenz-Diagnostik (1986) Bd. I, 3-32
- HEIDJANN, J.; BOHN, C.; LOHRER, H.; NICOL, K.: A new device for geometrical and material properties of the movement system for application in biomechanics. Second World Congress of Biomechanics, 1994, Abstracts, Vol. I, 63
- LOHRER, H.; FÖHRENBACH, R.; GOLLHOFER, A.; KECK, E.: Zum Problem der Stressfraktur aus Sport-Orthodädischer Sicht. In: Triathlon: Biomechanik, Trainingskonzeption, Verletzungsprophylaxe. Ahrensburg 1990, 87-98