

Eva-Maria Friederike Preuß
Dr. med.

Kontrastmittelverstärkter Ultraschall im Vergleich verschiedener Diagnostikmethoden zur Detektion von infizierten Pseudarthrosen

Fach/Einrichtung: Radiologie
Doktorvater: Prof. Dr. med. Marc-André Weber, M. Sc.

Die Knochenregeneration ist unter anderem von der suffizienten Durchblutung des Frakturgewebes abhängig. Hyperperfusion ist allerdings auch oft ein Hinweis auf eine bakterielle Infektion, die wiederum zur Ausbildung von Pseudarthrosen führen kann. Die operative Pseudarthrosentherapie einer infektfreien Pseudarthrose kann als einzeitiger Implantatwechsel mit Débridement und Knochentransplantation durchgeführt werden. Besteht jedoch der Verdacht auf eine infizierte Pseudarthrose, müssen multiple Operationen durchgeführt werden und erst nach erfolgter Infektsanierung kann eine endgültige Stabilisierung mittels eines neuen Implantats erfolgen. Bis zu Beginn dieser Studie gab es noch keine verlässliche Diagnostikmethode zur präoperativen Detektion von Infektpseudarthrosen. Außerdem wurde der kontrastmittelverstärkte Ultraschall noch nicht bezüglich der Perfusionsdarstellung von Pseudarthrosen evaluiert. Das Ziel dieser Studie war es, den kontrastmittelverstärkten Ultraschall im Vergleich zur dynamischen kontrastmittelverstärkten Magnetresonanztomographie sowie weiteren gängigen klinischen, radiologischen und laborchemischen Diagnostikmethoden in der präoperativen Differenzierung infizierter und infektfreier Pseudarthrosen zu untersuchen und die aussagekräftigste Modalität zur Detektion von Infektpseudarthrosen zu eruieren.

Von 31 Patienten wurde die Pseudarthrosenperfusion prospektiv mittels kontrastmittelverstärkten Ultraschalls und dynamischer kontrastmittelverstärkter Magnetresonanztomographie anhand qualitativer und quantitativer Methoden evaluiert. Die Quantifizierung erfolgte beim kontrastmittelverstärkten Ultraschall durch Zeit-Intensitäts-Kurven eines zweiminütigen Videos und durch die Berechnung von Anflutung, Anstiegszeit und Intensitätsmaximum. Bei der dynamischen kontrastmittelverstärkten Magnetresonanztomographie wurde die initiale Fläche unter der zeitlichen Kontrastverstärkungskurve berechnet und in Relation zum umgebenden Muskelgewebe gesetzt. Diese Ergebnisse wurden zusammen mit präoperativ angefertigten Röntgenbildern, computertomographischen Untersuchungen, einem klinischen Pseudarthrosenscore sowie laborchemischen Infektparametern (C-reaktives Protein und Leukozytenzahl) den mikrobiologischen Resultaten des intraoperativ entnommenen Pseudarthrosengewebes gegenübergestellt. Anschließend wurden Grenzwertoptimierungsanalysen zur Berechnung von idealen Schwellenwerten und der jeweiligen Sensitivität und Spezifität der Diagnostikmethode durchgeführt.

Die qualitative sowie quantitative Auswertung des kontrastmittelverstärkten Ultraschalls zeigte in Bezug auf die Anflutung signifikante Unterschiede zwischen infizierten und infektfreien Pseudarthrosen ($p = 0,0148$ und $0,0199$). Nach Schwellenwertbestimmung wurde eine Spezifität von 100 % und eine Sensitivität von 55,6 % berechnet. Die qualitative Beurteilung der Perfusionsmessung mittels dynamischer kontrastmittelverstärkter Magnetresonanztomographie erbrachte keine signifikanten Ergebnisse bei der Infektpseudarthrosendetektion ($p = 0,5946$), ergab jedoch nach der Quantifizierung eine hoch signifikante Korrelation mit den mikrobiologischen Ergebnissen ($p = 0,0074$). Die Grenzwertoptimierungsanalyse errechnete dazu eine Sensitivität von 77,8 % sowie eine Spezifität von 77,3 %. Die Kombination von kontrastmittelverstärktem Ultraschall und

dynamischer kontrastmittelverstärkter Magnetresonanztomographie ergab eine Sensitivität von 88,89 % und eine Spezifität von 77,27 %. Im Gegensatz dazu erbrachten die klinischen, radiologischen und laborchemischen Untersuchungen keine signifikante Korrelation mit den mikrobiologischen Ergebnissen ($p > 0,05$).

Somit konnte erstmals gezeigt werden, dass der kontrastmittelverstärkte Ultraschall eine aussagekräftige Modalität zur Echtzeit-Darstellung der Pseudarthrosenperfusion darstellt. Des Weiteren sind der kontrastmittelverstärkte Ultraschall und die dynamische kontrastmittelverstärkte Magnetresonanztomographie in der vorliegenden Studie die einzigen beiden Diagnostikmethoden, die eine Differenzierung zwischen infizierten und infektfreien Pseudarthrosen vornehmen konnten. Daher sollten diese beiden Diagnostikmodalitäten zukünftig präoperativ zur Detektion von Infektpseudarthrosen verwendet und in die multimodale und individuelle Therapieplanung der Pseudarthrosen mit einbezogen werden.