

Sascha Maurice Groß
Dr. med.

Kontrastverstärkter Ultraschall (CEUS) zur Beurteilung der Muskelvitalität nach Supraspinatusrekonstruktion und Korrelation zur Schulterfunktion

Fach/Einrichtung: Orthopädie

Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. Christian Alexander Fischer

Aktuell wird die Degeneration der Rotatorenmanschettenmuskulatur nach einem Riss der Manschette vor allem mittels Magnetresonanztomographie untersucht. Ziel dieser Doktorarbeit war die Erstellung einer Methodik zur Beurteilung der Supraspinatusmuskulatur mittels kontrastverstärkten Ultraschalls. Diese funktionelle Bildgebungsmodalität ermöglicht die Visualisierung der kapillären Mikroperfusion als Marker der Gewebvitalität. Als Kernthesen wurden aufgestellt, dass sich eine Perfusionsminderung in der Supraspinatusmuskulatur nach einer Ruptur und Operation der Sehne messen lässt und dieses Perfusionsdefizit hoch mit den funktionellen Einschränkungen der Schulter korreliert.

In die Querschnittsstudie wurden Patienten frühestens ein Jahr postoperativ eingeschlossen, welche zwischen 2009 und 2014 eine Rekonstruktion der SSP-Sehne erhielten. Die kontralaterale Schulter durfte im Sinne einer individuellen Referenz keine Einschränkungen oder vorangehende Operation aufweisen. Die Probanden wurden einmalig klinisch, B-Bild-sonographisch und mittels kontrastverstärkten Ultraschalls an beiden Schultern untersucht. Die funktionelle Untersuchung bestand aus der Erhebung des Constant-Scores, American Shoulder and Elbow Surgeons Fragebogens, Disabilities of Shoulder, Arm and Hand Fragebogens, Simple Shoulder Tests sowie der Bestimmung des Bewegungsumfanges. Das psychosoziale Behandlungsergebnis wurde mittels Short-Form 12 Fragebogen erfasst. Patienten- (Body-Mass-Index, Alter, Dauer des postoperativen Intervalls) und verfahrensspezifische (Mini-Open- versus arthroskopische Operationstechnik) Einflussfaktoren auf die Muskelperfusion wurden ausgewertet. In der B-Bild-Sonographie wurden Rerupturen und die Fettinfiltration der Muskulatur (3-stufige Klassifikation) bestimmt. Für den CEUS wurde als Schallebene ein standardisierter Querschnitt des Supraspinatusmuskels in größtmöglicher Fläche eingestellt. 4,8 ml Kontrastmittel (SonoVue) wurden als Bolus intravenös appliziert und zwei Minuten der Kontrastmittelphase als Video festgehalten. Die Perfusionsquantifizierung des Videos erfolgte über die Software VueBox. Perfusions- und Funktionswerte des Constant Scores und American Shoulder and Elbow Surgeons Fragebogens wurden jeweils zur kontralateralen Schulter referenziert.

67 Patienten ($60,3 \pm 9,3$ Jahre, 28 Frauen, 39 Männer) nahmen nach einem postoperativen Intervall von $38,0 \pm 18,5$ Monaten an der Untersuchung teil. Die funktionelle Untersuchung ergab eine Einschränkung der operierten Schulter auf $80 \% \pm 20\%$ (relativer Constant Score) und unterdurchschnittliche Werte des Disabilities of Shoulder, Arm and Hand Fragebogens, Simple Shoulder Tests und physischen Summenscores des Short Form 12 im Vergleich zur altersgleichen Durchschnittspopulation. Die kontrastverstärkte Ultraschalluntersuchung zeigte eine signifikant geminderte Perfusion des Supraspinatusmuskels auf der operierten Seite (Wash-in Perfusion Index: $55,1 \% \pm 40,2 \%$). Auch wenn die Sehnenrekonstruktion B-

Bild-sonographisch intakt war, ließ sich ein Perfusionsdefizit nachweisen. Die Einschränkung der Mikroperfusion korrelierte stark mit dem Funktionsdefizit (relativer Wash-in Perfusion Index und Constant Score: $r_s = 0,64$, $p < 0,001$). Eine ausgeprägtere Fettinfiltration der Muskulatur ging signifikant mit einer niedrigeren Perfusion einher. Ein erhöhter Body Mass Index stand in Zusammenhang mit einer eingeschränkten Funktion und Muskelperfusion. Die Methodik war auf alle untersuchten Patienten anwendbar, lediglich vier Untersuchungen konnten nicht ausgewertet werden. Es traten keine kontrastmittelspezifischen Nebenwirkungen auf.

Mittels kontrastverstärkten Ultraschalls ließ sich eine eingeschränkte Mikroperfusion des Supraspinatusmuskels nach einer Operation und Sehnennaht nachweisen, welche im Rahmen des degenerativen Prozesses der Rotatorenmanschettenmuskulatur auftritt. Die Methodik bietet einen neuartigen, funktionellen Ansatz zur Untersuchung der Rotatorenmanschettenmuskulatur und geht über die Möglichkeiten der bislang etablierten, morphologischen Bildgebungsmethoden hinaus. Die starke Korrelation des Perfusionsdefizits zur Funktionalität der Schulter und die bekanntermaßen sichere Anwendbarkeit der Ultraschallkontrastmittel sind die relevantesten Eckpunkte eines vielversprechenden Verfahrens für weitere, prospektive Studien, in welchen der prädiktive Wert der Perfusionsanalyse für das Behandlungsergebnis nach einer Rotatorenmanschettenrekonstruktion festgestellt werden kann. Weitere Verbesserungen des Verfahrens, eine Analyse der Reliabilität, sowie eine Ausweitung der Untersuchung auf weitere Anteile der Rotatorenmanschette stellen wesentliche, neue Forschungsansätze dar.