

Ergebnisse

Typische Befunde

Von den 746 Segmenten, die nach der Präparation aller zwanzig Kaninchen vorlagen, wurden 125 Segmente nach den im Material- und Methodenteil definierten Kriterien ausgeschlossen. Es resultierten 621 Gefäßsegmente, die technisch akzeptabel waren und in die weitere Auswertung aufgenommen werden konnten. Von diesen waren 534 histologisch negativ und 87 positiv. Ein typisches Beispiel einer positiven ex vivo-MRT und der korrespondierenden Histologie eines in der MRT dargestellten Segmentes findet sich in Abbildung 1. Der typische Befund eines Segmentes, das von beiden Auswertern als negativ eingeordnet wurde, bestand in einer homogenen Arterienwand mit einer hohen Signalintensität der Intima und Media und einer geringen Signalintensität des periaortalen Fettgewebes aufgrund der Fettsuppression. Ein solcher typischer Fall findet sich in Abbildung 2 a. Ein typisches Beispiel einer fokalen Signalauslöschung in der ex vivo-MRT findet sich in Abbildung 2 b.

Richtigkeit und Übereinstimmung zwischen Auswertern.

Die Richtigkeit der MRT, definiert als Fläche unter der ROC-Kurve, betrug 0,88 für Auswerter I und 0,85 für Auswerter II (95 % Vertrauensintervall 0,83 bis 0,92 bzw. 0,80 bis 0,90; Zufallswert 0,5, Idealwert 1,0), Abbildung 3.

Die Übereinstimmung zwischen Auswertern betrug 0,66 (Zufallswert 0, Idealwert 1,0). Der Chi-Quadrat-Test zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Auswertern ($p = 0,5$).

Fehlerquellen der Eisenoxyd-verstärkten MRT.

136 von 621 Segmenten wurden von mindestens einem Auswerter nach der oben genannten Definition falsch befundet. Von diesen 136 falschen Befunden waren 121 falsch-positiv. Der Grund für einen falsch-positiven Befund waren Verkalkungen der

Aortenwand in 25 von 121 Segmenten. Insgesamt fanden sich bei 252 Segmenten Verkalkungen. Ein typisches Beispiel von Verkalkungen findet sich in Abbildung 4.

Zwei typische Formen von Verkalkungen wurden beobachtet. Einerseits diffuse Verkalkungen mit einem als „transparent“ definierten Erscheinungsbild. Diese Verkalkungen nahmen jeweils fast die gesamte Intima oder größere Teile von ihr ein. Dagegen zeigten „dichte“ Verkalkungen eine andere Form, Größe und Verteilung. Dichte Verkalkungen imponierten als fokale, punkt- oder strichförmige Verkalkungen, die typischerweise in der Peripherie der Intima lokalisiert waren. In der überwiegenden Mehrzahl fanden sich beide Verkalkungstypen nebeneinander. Die Ausdehnung der Verkalkung, d. h. die Anzahl der verkalkten Segmente je Tier zeigte ebenfalls eine erhebliche Variation. Während einzelne Tiere nur isolierte Verkalkungen einzelner Segmente aufwiesen, zeigten andere Tiere zirkuläre dichte Verkalkungen in der überwiegenden Mehrzahl der Segmente. Legt man das größte Areal eines Segmentes mit einer bestimmten Verkalkungsform zugrunde, so wurden 182 Segmente als transparent und 70 als röntgendicht klassifiziert.

Bei drei Segmenten wurde die fokale Signalauslöschung fälschlich durch einen wandständigen Thrombus bzw. durch ein ex vivo entstandenes Gerinnsel hervorgerufen. In 23 der 121 falsch-positiven Segmente konnte keine eindeutige Ursache für die fokale Signalauslöschung gefunden werden. Zwei von diesen Segmenten fanden sich bei Tieren, die kein Kontrastmittel erhalten hatten. Die Ursache für die fokale Signalauslöschung waren nach Meinung der Autorin Areale mit einer geringen Wasserkonzentration oder von sogenannten fibrösen Kappen, weil in diesen Arealen keine Eisenanreicherung in der Histologie beobachtet wurde. In anderen Segmenten fand sich bei einem ähnlichen histologischen Bild jedoch keine fokale Signalauslöschung in der MRT. Daher bleibt für die Mehrzahl der falsch-positiven Befunde die Ursache unklar.

Zieht man die alternative Auswertung hinzu, bei der als geringer Eisengehalt ein Areal von 3 bis 19 eisenpositiven Zellen oder zelläquivalenten eisenpositiven Arealen bei 100-facher mikroskopischer Vergrößerung je Bildausschnitt vorlagen, so wiesen

64 der 93 falsch-positiven Segmente einen solchen geringen Eisengehalt auf. Bei einigen, jedoch nicht allen Segmenten wies die Verteilung des Areal in der Histologie dieselbe Verteilung wie in der ex vivo-MRT auf. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass bereits ein solcher „geringer Eisengehalt“ für die Erzeugung einer fokalen Signalauslöschung in der MRT ausreicht.

Bei fünfzehn Segmenten wurde von mindestens einem Auswerter ein falsch-negativer MRT-Befund erhoben. Bei neun Segmenten von Tieren, die kein Eisen in Form des Kontrastmittels erhalten hatten, fand sich ein hoher Eisengehalt in der Media oder der peripheren Intima. Dieses Eisen besteht vermutlich aus Blutabbauprodukt einer abgelaufenen Plauehämorrhagie. Auch in einer retrospektiven Analyse zeigte die MRT an dieser Stelle keine fokale Signalauslöschung. In den sechs weiteren Segmenten konnte keine Ursache für einen falsch-negativen Befund identifiziert werden.