

8 ANHANG

8.1 Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
AC	Akquisitionen
AT	acquisition time, Akquisitionszeit
AMI227	Codebezeichnung der Fa. Advanced Magnetics für ultrakleine superparamagnetische Eisenoxidpartikel; Ferumoxtran = Sinerem [®]
AMI25	Codebezeichnung der Fa. Advanced Magnetics für superparamagnetische Eisenoxidpartikel; Ferumoxides = Endorem [®]
B ₀	magnetische Induktion des externen statischen Magnetfeldes
BH	breath hold
BOLD	blood oxygen level dependent (contrast)
CE	contrast enhanced
Cr	Chrom
CT	Computertomographie
CTA	computertomographische Angiographie
Cu	Kupfer
DSA	Digitale Subtraktionsangiographie
DS-MRA	Digitale Subtraktions-Magnetresonanzangiographie
DTPA	Diäthylen-triamin-pentaessigsäure (Komplexbildner)
FA	flip angle, Auslenkungswinkel, syn. Kippwinkel
Fe	Eisen
FISP	fast imaging with steady precession (spezielles Gradientenecho)
FKDS	Farbkodierte Duplexsonographie
FLASH	fast low angle shot (spezielles Gradientenecho)
fMRT	funktionelle MRT
FOV	field of view, Gesichtsfeld
g, kg	Gramm, Kilogramm (Masseneinheiten)
Gd	Gadolinium (Element der seltenen Erden)
Gd-BOPTA	Gadobenate = MultiHance [®] (hepatobiliäres MR-Kontrastmittel)
Gd-DOTA	Gadoterate = Dotarem [®] (extrazelluläres MR-Kontrastmittel)
Gd-DTPA-BMA	Gadodiamide = Omniscan [®] (extrazelluläres MR-Kontrastmittel)

Gd-EOB-DTPA	Gadoxelate = Eovist® (hepatobiliäres MR-Kontrastmittel)
Gd-HP-DO3 A	Gadoteridol = ProHance® (extrazelluläres MR-Kontrastmittel)
GE	Gradientenecho
HASTE	half Fourier acquisition single shot turbo spin echo
Hb	Hämoglobin
HF	Hochfrequenz
Hz, MHz	Hertz, Megahertz (Frequenzeinheiten, Hz = 1/s)
KG	Körpergewicht
KM	Kontrastmittel
l, ml	Liter, Milliliter (Volumeneinheiten, 1 cm ³ = 1 ml)
LAE	Lungenarterienembolie
MION	monocrystalline iron oxide nanocompounds
MIP	maximum intensity projection (sekundärrekonstruierte rechnergestützte Projektionstechnik)
MMPS	Monozyten-Makrophagen-Phagozytose-System, syn. RES
Mn	Mangan
Mn-DPDP	Mangafodipir = Teslascan® (hepatobiliäres MR-Kontrastmittel)
mol, mmol	Mol, Millimol (Einheiten der Molmasse)
MOTSA	multiple overlapping thin slice acquisition
MRA	Magnetresonanzangiographie, MR-Angiographie
MRT	Magnetresonanztomographie
MRV	Magnetresonanzvenographie, MR-Venographie
MTS	magnetization transfer saturation (Magnetisierungstransfer-Sättigung)
NaCl	Natriumchlorid, Kochsalz
osm, mosm	Osmol, Milliosmol (Einheiten der Osmolalität)
PA	Pulmonalisangiographie
PC	phase contrast, Phasenkontrast-
RES	retikuloendotheliales System
ROI	region of interest
s, ms	Sekunden, Millisekunden (Einheiten für Zeitangaben)
S/R-Verhältnis	Signal-Rausch-Verhältnis (auch nur S/R oder S/N (= signal-to-noise) abgekürzt)
SE	Spinecho

SH U 555 A /C	Codebezeichnungen der Fa. Schering für nanoskalige Eisenoxidpartikel; Ferucarbutran = Resovist [®]
SI	Signalintensität
SLINKY	sliding interleaved k _y (acquisition)
SPIO	superparamagnetic iron oxide (particles)
T	Tesla (Einheit der magnetischen Flussdichte, 1 T = Vs/m ²)
T1	T1-Relaxationszeit (Zeitkonstante der Longitudinalen Relaxationszeit oder Spingitter-Relaxationszeit, Einheiten in ms)
T2	T2-Relaxationszeit (Zeitkonstante der Transversalen Relaxationszeit oder Spin-Spin-Relaxationszeit, Einheiten in ms)
T2*	T2*-Relaxationszeit (effektive Relaxationszeit)
TIPS	transjugulärer intrahepatischer portosystemischer Shunt
TE	Echozeit, Spin-Echo-Zeit (Einheiten in ms)
TOF	time of flight, Flugzeit-(methode)
TONE	tilted optimized non-saturated excitation
TR	Repetitionszeit (Einheiten in ms)
TVT	Tiefe Venenthrombose
USPIO	ultrasmall superparamagnetic iron oxide (particles)

8.2 Abbildungen

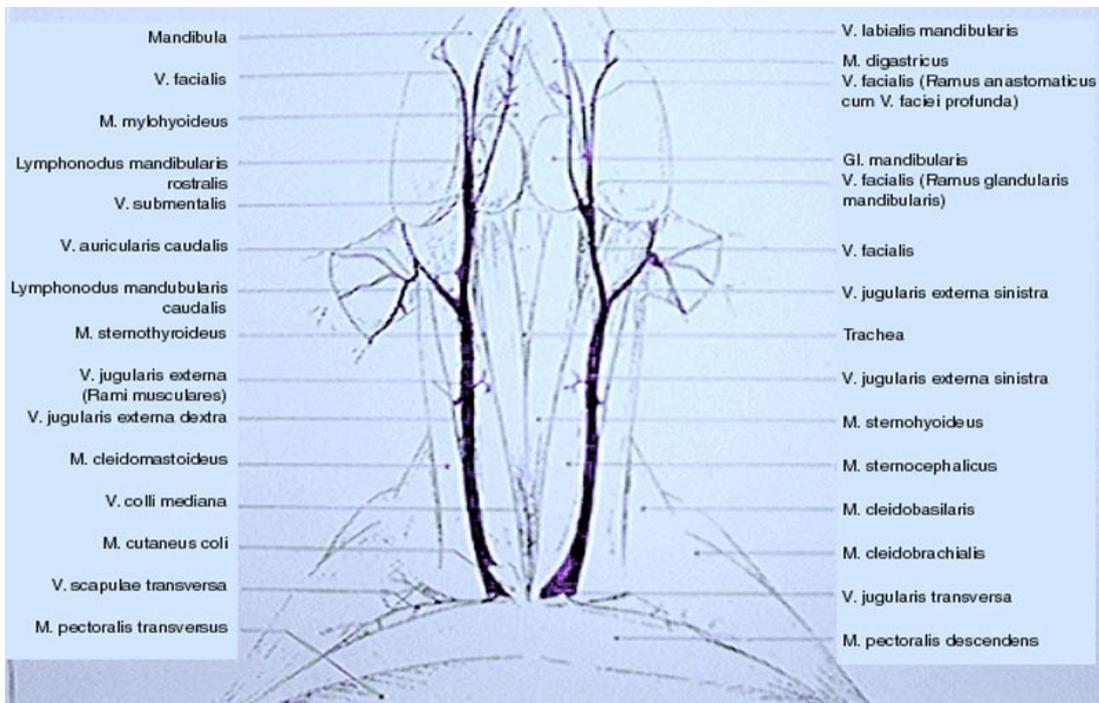


Abbildung 8-1 Zervikale Gefäßanatomie des Kaninchens; Ansicht von vorne

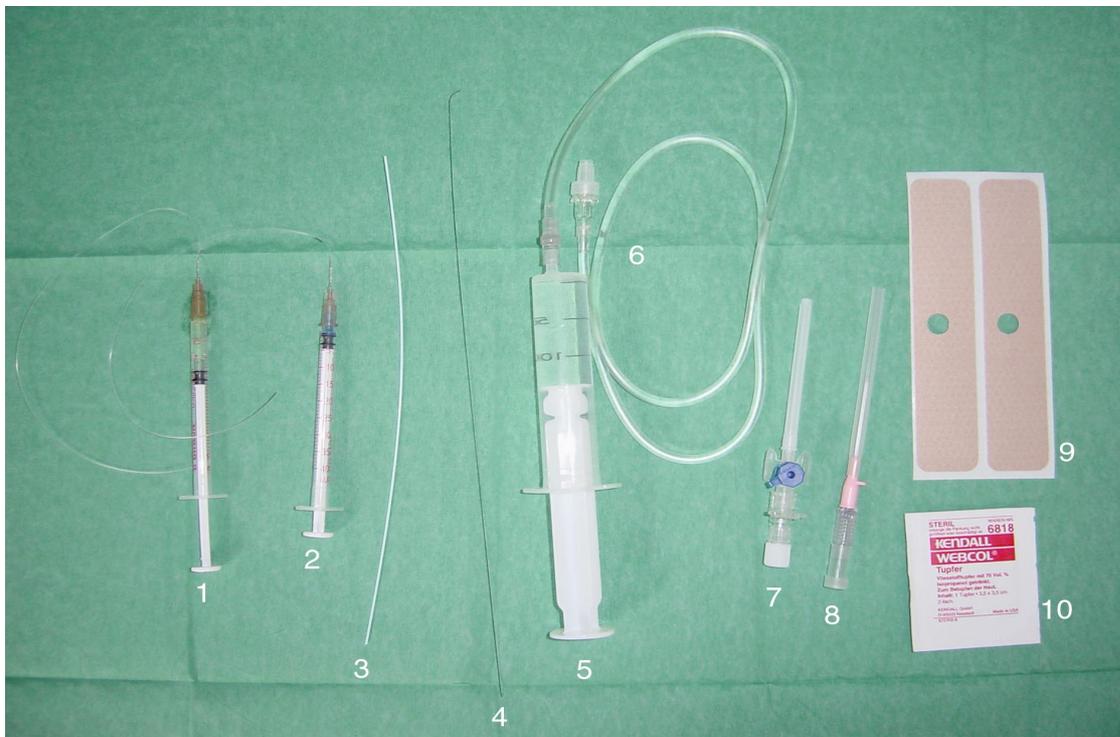


Abbildung 8-2 Embolisationsmaterialien

1 - Thrombin-Spritze mit Mikrokatheter; 2 - Embolisatspritze mit Mikrokatheter;
 3 - Schleuse (High-flow-Angiokatheter, gekürzt), 4 - Seldinger-Draht;
 5 - Kontrastmittelspritze; 6 - Perfusionsleitung; 7 - Venenverweilkanüle G 22;
 8 - Venenverweilkanüle G 20; 9 - Kanülenplaster; 10 - Desinfektionstupfer

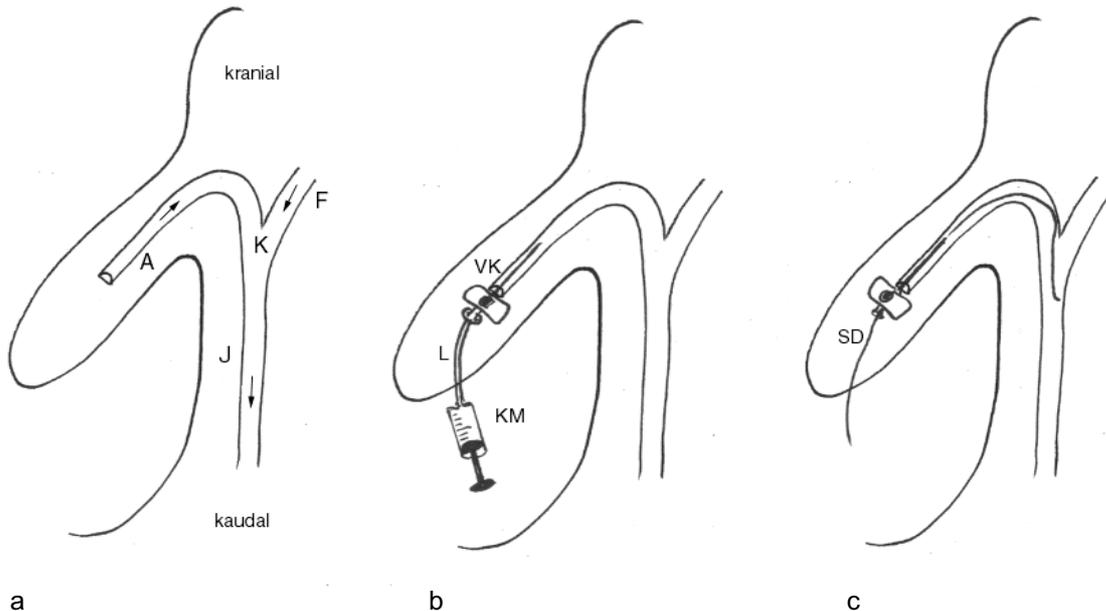


Abbildung 8-3 a-c Embolisationsablauf: Embolisation im Bereich der Konfluenz (K) der Vena facialis mit der Vena jugularis externa (J); Punktion einer Ohrvene (A) mit einer Venenverweilkanüle (VK) und KM-Applikation über eine Perfu­SIONSLEITUNG (L) zur phlebographischen Darstellung der Venenkonfluenz; Sondierung der Vena jugularis mit einem Seldinger-Draht (SD).

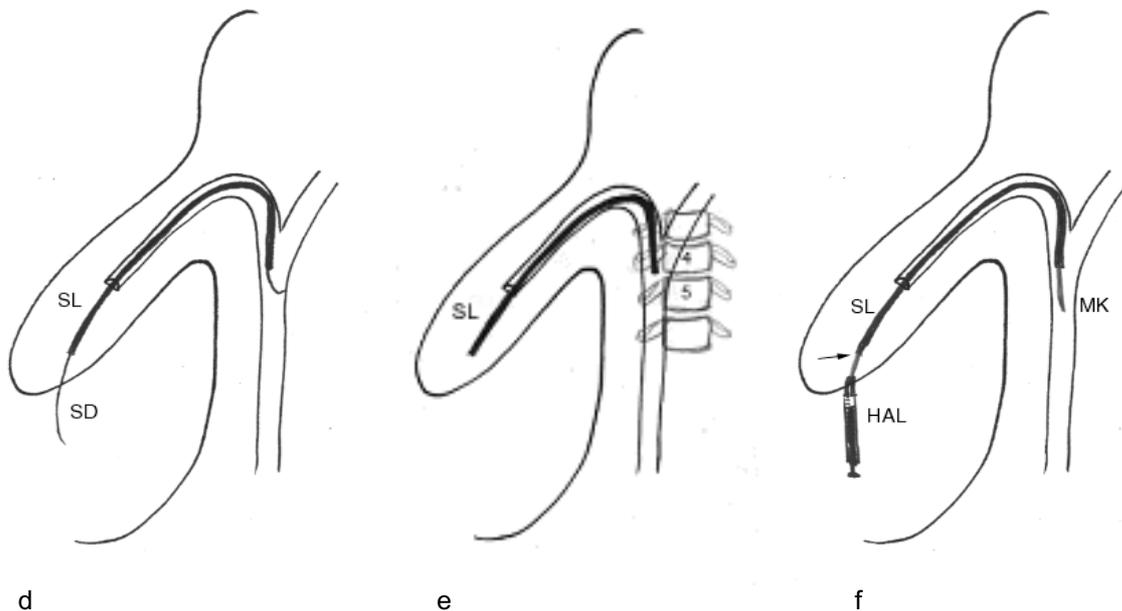


Abbildung 8-3 d-f Embolisationsablauf: Einbringen der Schleuse (SL) über den Seldinger-Draht (SD) und Positionieren der Schleusenspitze auf Höhe des Intervertebralraumes von HWK4/5; die Spitze des Mikrokatheters (MK) überragt die Schleusenspitze um 1 cm → Hilfsmarkierung am distalen Ende des Mikrokatheters (kleiner Pfeil); Applikation des Histoacryl®-Lipiodol®-Gemisches (HAL)

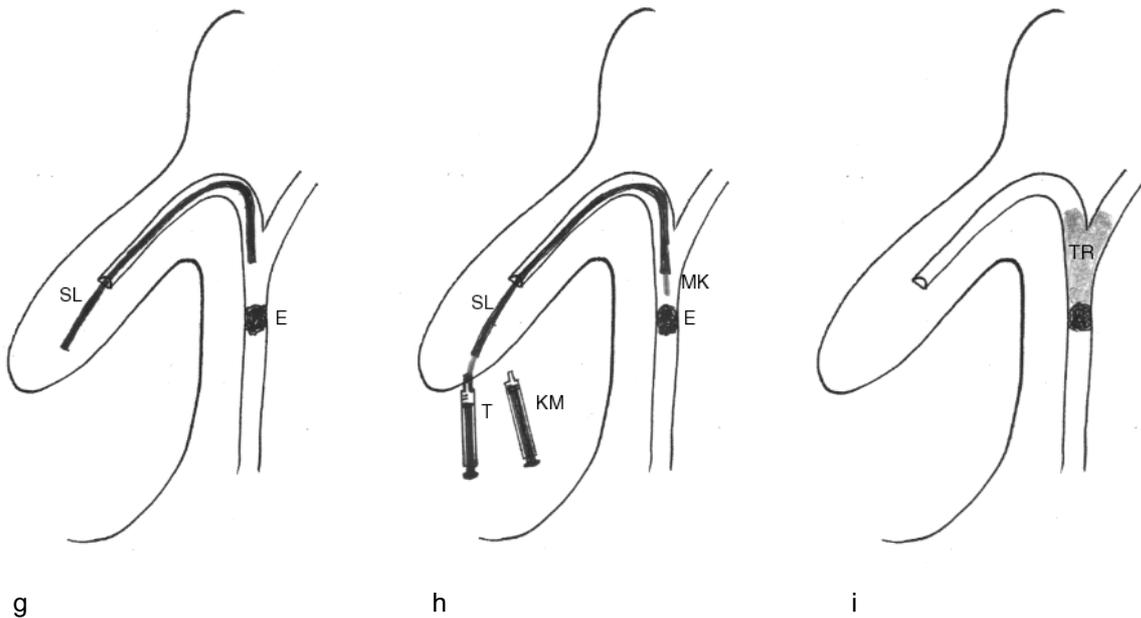


Abbildung 8-3 g-i Embolisationsablauf: Verschluss der Vena jugularis externa durch das Embolisat (E); Mikrokatheter wird verworfen, Schleuse (SL) verbleibt; Kontrolle der vollständigen Okklusion durch Kontrastmittel-Applikation (KM) über einen neuen Mikrokatheter (MK); bei komplettem Verschluss folgt die Gabe von Thrombin (T); anschließend umgehende Materialentfernung; Endergebnis: Okklusionsthrombus (TR)

Bild Nr.: 12 Untersucher: Sascha
 Datum: Technik: 3dpc

Legende
 Dx = Diagnosewahrscheinlichkeit, 0-4, 0=sicher keine Thrombose, 1=vermutlich keine Thrombose, 2=unklar, 3=vermutlich Thrombose, 4=sicher Thrombose

Diagnose rechte Seite (0-4): 3

Gefäßverlauf (Gv)
 nicht sichtbar
 abschnittsweise sichtbar

Gefäßweite (Gw)
 abschnittsweise verengt
 abschnittsweise erweitert

Lumen (L)
 Füllungsdefekt
 Wandunschärfe
 Salz- und Pfeffer-Aspekt
 diffuse Signalreduktion

Kollaterale (K)
 lokal (< 1cm)
 regional (> 1cm)
 kortalateral

Diagnose linke Seite (0-4): 4

Gefäßverlauf (Gv)
 nicht sichtbar
 abschnittsweise sichtbar

Gefäßweite (Gw)
 abschnittsweise verengt
 abschnittsweise erweitert

Lumen (L)
 Füllungsdefekt
 Wandunschärfe
 Salz- und Pfeffer-Aspekt
 diffuse Signalreduktion

Kollaterale (K)
 lokal (< 1cm)
 regional (> 1cm)
 kortalateral

Führendes Artefakt (Af)
 Keines
 Überlagerung
 Bewegungsartefakte
 Einblut
 Lymphknoten
 Herzpulssation
 geringes Signal des gesunden Lumens
 andere _____

Bildqualität (Bq)
 gut, Gefäß stark hyperintens, homogen, glatt begrenzt, Überlagerungsfrei
 mäßig moderat hyperintens, moderat heterogen, durchgängig, Treppenphänomene nur in kleinen Gefäßen, geringe Überlagerung
 schlecht: ein Kriterium von moderat nicht erfüllt

Stand: 25. 9. 2000

Abbildung 8-4 exemplarischer Erhebungsbogen

8.3 Fallstricke des Thrombosemodells

Aus der Erfahrung von über 80 Embolisationen sind bei der Durchführung des Thrombosemodells einige Fallstricke zu beachten:

- a) Während der Erprobungsphase kam es zu mehreren unklaren Todesfällen von Versuchstieren nach prinzipiell optimal gehandhabten Embolisationsvorgängen. Dabei handelte es sich in der Summe vornehmlich um Kaninchen, die deutlich weniger als 3 kg Körpergewicht hatten. In zwei Fällen verstarben narkotisierte Versuchstiere unmittelbar nach der initialen Phlebographie, in einem anderen Fall ohne jegliche Intervention. Unter der Mutmaßung von stattgehabten Stressexzitationen, reflektorischen Herz-Kreislauf-Fehregulationen, Narkotika-Überdosierungen und anaphylaktoiden Kontrastmittelreaktionen wurde erstens ein Mindestgewicht der Versuchstiere von 3 kg und zweitens eine obligatorische Prämedikation mit einem Kortisonpräparat und je einem H₁- und H₂-Antihistaminikum eingeführt.
- b) Um die Gefahr eines Abwanderns des Embolisates zu minimieren, sollte eine relativ hohe NBCA-Konzentration gewählt werden. Trotz des niedrig gewählten Histoacryl[®]-Lipiodol[®]-Mischungsverhältnisses von 1 : 1, kam es vereinzelt zu katheterfernen Embolien im rechten Herzen oder in den Lungenarterien, die in zwei Fällen zum Tod des Versuchstieres beitrugen.
- c) Das Embolisat sollte unter Durchleutungskontrolle zügig, aber wiederum nicht zu schnell eingespritzt werden. Bei zu langsamer Injektion kommt es gelegentlich zur vorzeitigen Katheterokklusion. Die zu schnelle Injektion erhöht die Gefahr eines Abströmen des Embolisates.
- d) Eine simultane, manuelle Venenkompression proximal des Katheterendes sollte unterbleiben. In einigen Fällen kam es trotz dieses Manövers zum Abströmen des Embolisates nach Dekompression des Gefäßes. Spekulativ hat das eine nur geringe Wandhaftung und wird mit der plötzlichen Reperfusion fortgeschwemmt.
- e) Vor der Thrombin-Injektion sollte durch die Applikation eines nichtionischen wasserlöslichen KM die vollständige Venenokklusion gesichert werden. Während der Erprobungsphase führte die Thrombininjektion in einigen Fällen, in

denen lediglich ein partieller Venenverschluss gelang, zum vorzeitigen unklarem Ableben der Versuchstiere. Als mögliche Erklärung könnten in diesen Fällen thrombininduzierte Makroembolien vornehmlich in den Lungen, oder auch ubiquitäre Mikroembolien entstanden sein.

- f) Nach der Thrombin-Installation müssen Katheter und Schleuse unverzüglich aus dem Gefäß entfernt werden, um ein langstreckiges Verbacken des Materials mit dem frischthrombosierten Gefäß zu verhindern. In einem Fall wurde die Entfernung des Kathetermaterials durch eine zeitliche Verzögerung erheblich erschwert.
- g) Trotz aller Vorkehrungen kam es vereinzelt dennoch zu schweren pulmonalen und kardiozirkulatorischen Beeinträchtigungen, die mitunter zum vorzeitigen Ableben der Versuchstiere führten. In den prognostisch entscheidenden ersten 5 - 10 Minuten nach der Thrombusinduktion ist der Verlauf durch klinisch orientierte Sofortmaßnahmen teilweise steuerbar. Bei Anzeichen für hohen Flüssigkeitsverlust in Form von Transpiration oder Miktion wurde unmittelbar nach der Intervention 0,9 %-ige Kochsalzlösung in Mengen von bis zu 40 ml verabreicht. Zwei Kaninchen mit Atemstillstand konnten erfolgreich beatmet und reanimiert werden. Für die Beatmung wurde behelfsmäßig ein nasal eingeführter Minitubus verwendet, über den hochfrequent in kleinen Volumina Luft insuffliert wurde. Bei einem fluoroskopisch sichtbaren Herz-Kreislauf-Stillstand können analog zur Säuglingsreanimation durch beidhändiges Umgreifen hochfrequente Thoraxkompressionen durchgeführt werden.

8.4 Anmerkungen zur Auswertung der MR-Angiographien

Die folgenden Instruktionen wurden jedem Auswerter in Form eines Informationsbogens und zusammen mit einer anatomischen Übersichtsskizze (siehe Anhang; Abbildung 8.1) vor der Begutachtung der MR-Angiographien ausgehändigt.

- a. Die Bilder sollten basierend auf den Kenntnissen des normalen venösen Gefäßsitus der Versuchstierart befundet werden.
- b. Es durfte nicht davon ausgegangen werden, dass jedes Versuchstier genau eine Thrombose hat. Ebenso möglich wäre auch das Vorliegen keiner Thrombose bzw. beidseitiger Thrombosen gewesen.

- c. Bei der Befundung mit Hilfe des Auswertebogens sollte folgende Reihenfolge eingehalten werden:
- Eintragen der Bildnummer,
 - Identifikation der pathologischen Seite,
 - Angabe der Gesamt-Diagnosewahrscheinlichkeit für die rechte und linke Seite,
 - Angabe der Abschnitts-Diagnosewahrscheinlichkeit jeweils für die V. jugularis und die V. facialis beider Seiten,
 - sofern möglich Begründung der Abschnittsdiagnose mit Hilfe von Kriterien wie Gefäßverlauf, Gefäßweite, Lumen und Kollateralen,
 - Angabe von Artefakten und
 - abschließende Beurteilung der Bildqualität.
- d. Wenn der gesamte Gefäßverlauf nicht sichtbar war, sollten auch keine Aussagen über Gefäßweite und Lumen gemacht werden.
- e. War das Gefäß nur abschnittsweise sichtbar, sollte unbedingt eine nähere Beschreibung des Lumens erfolgen.
- f. Beschreibungen des Lumens sollten in das skizzierte Gefäß grob eingezeichnet werden. Die Beschriftung konnte durch Pfeile von den Antwortmöglichkeiten ausgehend erfolgen.
- g. Kollateralen sollten nur für die pathologische Seite angegeben werden (kontralaterale Kollateralen für die pathologische Seite waren keine regionalen Kollateralen für die gesunde Seite).
- h. Bei der Beurteilung der Bildqualität sollten die Möglichkeiten der jeweiligen Sequenz außer acht gelassen werden (keine relativen Angaben wie z. B. „für eine 2D-Phasenkontrast sieht das sehr gut aus!“).
- i. Die Bildqualität sollte vorzugsweise anhand des gesunden Gefäßes beurteilt werden.