

Zentrum für bildgebende Diagnostik und Intervention
Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Direktor: Prof. Dr. med. G. Adam

**MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung
einer ultraschnellen Sequenz
und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Daniela Aldefeld

aus Dessau

Hamburg 2006

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am: 06.09.2006

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. G. Adam

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter: PD Dr. A. Krüll

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter: PD Dr. M. Jaehne

Teile dieser Doktorarbeit wurden vorab publiziert:

Cramer MC, Habermann CR, Reitmeier F, Graessner J, Kooijman H, Weiss F, Aldefeld D, Adam G. Schnelle und ultraschnelle MR-Sialographie: 1,5 T und 3,0 T im Vergleich. Fortschr Röntgenstr (Supplement) 2004; 176:S320

Cramer MC, Habermann CR, Graessner J, Aldefeld D, Reitmeier F, Adam G. Ultrafast MR-Sialography: Sequence Optimization and Evaluation of Parallel Acquisition Techniques and Different Functional Conditions of Salivary Glands. Radiology (Supplement), 2005, Volume 237, 208

Habermann CR, Graessner J, Cramer MC, Aldefeld D, F. Reitmeier F, Weiss F, Kaul MG, Petersen KU, Jaehne M, Adam G. MR-Sialographie: Optimierung und Bewertung ultraschneller Sequenzen mit paralleler Bildgebung und oraler Stimulation. Fortschr Röntgenstr 2005; 177: 543-549.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Seite
1. Einleitung	
1.1. Allgemeine Vorbemerkungen	6
1.2. Fragestellung	14
1.3. Exemplarische Speicheldrüsenpathologien	15
1.4. Technik der Magnetresonanztomographie	
1.4.1. Methodische Grundlagen der MRT	22
1.4.2. Technik der Untersuchungssequenzen	24
1.4.3. Kontrastverstärkung	25
2. Material und Methoden	
2.1. Material, Probanden und Auswertungsmodalitäten	26
2.2. Schichtebenen und Untersuchungssequenzen	31

3. Ergebnisse	
3.1. Probanden bei 1,5 Tesla	33
3.2. Probanden bei 3,0 Tesla	39
3.3. Vergleich der Probanden bei 1,5 und 3,0 Tesla	42
3.4. Exemplarische Bildbeispiele	45
4. Diskussion	48
5. Zusammenfassung	55
6. Statistischer Anhang	57
7. Abkürzungen und Definitionen	72
8. Literaturverzeichnis	74
9. Danksagung	82
10. Curriculum vitae	83
11. Eidesstattliche Versicherung	85

1. Einleitung

1.1. Allgemeine Vorbemerkungen

Die konventionelle Sialographie stellt ein etabliertes Verfahren in der Diagnostik der großen Speicheldrüsen dar (Allen 1968; Wiley, Taylor et al. 1994). Seit ihrer Erstbeschreibung im Jahre 1921 hat sich in der technischen Durchführung dieser Untersuchungsmodalität nur wenig geändert (Arcelin 1921; Aleksandrova, Kolesov et al. 1972; Rabinov 1981; Golder and Riffeser 1992; Wiley, Taylor et al. 1994). Mögliche Komplikationen der konventionellen Sialographie sind u.a. die Verletzung oder das schmerzhaft Überfüllen der großen Ausführungsgänge, ascendierende Infektionen sowie die nur sehr selten beschriebene allergische Reaktion auf das applizierte Kontrastmittel (Arcelin 1921; Golder and Riffeser 1992; Cockrell and Rout 1993; Herbert 1993). Trotz dieser möglichen Komplikationen ist die konventionelle Sialographie auch heute noch als Standardverfahren zur Gangdarstellung der großen Speicheldrüsen zu betrachten (Som and Shugar 1981; Herbert 1993; Buckenham, George et al. 1994; Wiley, Taylor et al. 1994; Reimers 2003).

Verschiedene Arbeiten sind zum Wert der Sialographie der großen Speicheldrüsen und ihrer Gangsysteme mittels der Computertomographie (CT) und der Magnetresonanztomographie (MRT) publiziert worden, wobei die CT hier nur eine untergeordnete Rolle spielte (Szolar, Groell et al. 1995; Agaton-Bonilla and Gay-Escoda 1996; Lomas 1996; Murakami 1998; Tonami, Ogawa et al. 1998; Becker 2000; Jager, Menauer et al. 2000; Sakamoto, Sasano et al. 2001).

Die MR-Sialographie ist eine Untersuchung, die ohne i.v.- oder katheterassoziierte Injektion von Kontrastmittel und damit nichtinvasiv und schmerzlos durchgeführt werden kann, unabhängig von den lokoregionären Gegebenheiten und Einflüssen. Zudem ist die Untersuchung verschiedener Ausführungsgänge zur gleichen Zeit möglich. Ein Nachteil sind die im Vergleich zur konventionellen Sialographie höheren Kosten (Alamdari, Pierucci et al. 1999). Bei der Evaluation der Wertigkeit der MR-Sialographie wurden sehr unterschiedliche Spulensysteme und Sequenzparameter angewandt, welche sich insbesondere in der Akquisitionszeit unterschieden. Die

publizierten Akquisitionszeiten reichen von 2 sec ohne weitere notwendige Bildnachverarbeitung bis zu 6 min 30 sec mit weiterer Bildnachverarbeitung (maximum intensity projection, MIP) (Murakami 1998; Becker 2000). Die schnellen Sequenzen zeigten dabei signifikant schlechtere Ergebnisse im Vergleich zu den Sequenzen mit deutlich längeren Akquisitionszeiten (Jager, Menauer et al. 2000; Sakamoto, Sasano et al. 2001).

Bei der Verwendung von schnellen Sequenzen sind half-Fourier acquisition single-shot turbo-spin-echo Sequenzen (HASTE), rapid acquisition with relaxation enhancement Sequenzen (RARE), 3D extended-phase conjugate-symmetry spinecho MR-imaging (EXPRESS) und single-shot turbo-spin-echo Sequenzen (ss-TSE) zum Einsatz gekommen (Murakami 1998; Sakamoto, Sasano et al. 2001; Lomas 1996; Jager, Menauer et al. 2000; Becker 2000; Becker, Marchal et al. 2000). Eine mögliche Verbesserung in der MRT-Darstellung, durch die orale Stimulation mittels eines Sialogogums (z.B. Zitronensaft), wurde nur in einer Arbeit durchgeführt, wobei keine vergleichende Bildgebung vor und nach Stimulation Anwendung fand (Jager, Menauer et al. 2000).

Anatomische Grundlagen

Pro Körperseite existieren drei große und viele kleine Speicheldrüsen (600-1000) in der Mundhöhle, im Parapharyngealraum, Nasopharynx und der Trachea, welche täglich bis zu 1,5 Liter Speichel absondern. Dieser besteht vornehmlich aus Schleim und enthält unter anderem Amylase, Lysozym, Lymphozyten und Immunglobuline. Er dient damit der Befeuchtung der Schleimhäute, dem Nahrungstransport und -spaltung und unterstützt die primäre Abwehr (Boenninghaus 1996; Vogl 2002).

Als große, paarige Speicheldrüsen kommen vor: Glandula parotidea, Glandula submandibularis und die Glandula sublingualis, entstanden durch Einstülpung von Oberflächenepithelien. Alle drei Drüsen sind durch lange Ausführungsgänge mit der Mundschleimhaut verbunden.

Die Glandula parotidea liegt als größte der drei Speicheldrüsen ventrokaudal des äußeren Gehörgangs in der Fossa retromandibularis und ist von einer derben Faszie umgeben. Durch die Parotisloge und die Parotisdrüse verlaufen mehrere Gefäße und Nerven: Arteria carotis externa, Vena retromandibularis, Nervus auriculotemporalis und der Nervus facialis, welcher die Parotis in einen oberflächlichen und tiefen Lobus unterteilt. Der Ausführungsgang der Drüse (Stenonscher Gang) zieht unter dem Jochbogen, über den Musculus masseter und durch den Musculus buccinator zur Papilla ductus parotidei und mündet dort in der Mundschleimhaut gegenüber dem oberen zweiten Molaren.

Die Glandula submandibularis befindet sich im gleichnamigen Trigonum auf dem Musculus mylohyoideus, zwischen den zwei Bäuchen des Musculus digastricus. Benachbarte Strukturen sind der Nervus und die Arteria lingualis, Nervus und Arteria facialis und der Nervus hypoglossus. Der Ausführungsgang (Whartonscher Gang) schlingt sich um den Hinterrand des Musculus mylohyoideus, verläuft oberhalb des Diaphragma oris und mündet neben dem Frenulum linguae auf der Caruncula sublingualis. Durch den gegen die Gravidität gerichteten Speichelfluss und den geschlängelten Verlauf ist der Whartonsche Gang prädestiniert für Steine, Entzündungen und Sialektasien (Boenninghaus 1996).

Die Glandula sublingualis liegt zwischen dem Musculus mylohyoideus und dem Musculus hyoglossus. Ihr Ausführungsgang mündet neben dem Whartonschen Gang.

Die kleineren Speicheldrüsen liegen in den Schleimhäuten von Nase, Mund, Pharynx und Nasennebenhöhlen (Boenninghaus 1996; Vogl 2002).

Klinik von Speicheldrüsenerkrankungen

Trotz verschiedener Ätiologien weisen Speicheldrüsenerkrankungen eine eher homogene Klinik auf, so beispielsweise einhergehend mit einer schmerzhaften Schwellung der Drüsen sowie einer vermehrten bzw. verminderten Speichelsekretion.

Weitere wichtige Anhaltspunkte bietet die Anamnese, wobei insbesondere das Alter des Patienten, die Beschwerdedauer, Vorerkrankungen, eine vorangegangene Radiotherapie oder Operation eine Rolle spielen. Zusätzliche Risikofaktoren sind radioaktive Substanzen, Sägemehl, Chemikalien der Lederindustrie und Nickel-Legierungen/Staub (Boenninghaus 1996).

Die klinische Untersuchung beinhaltet zum einen die Inspektion. Hierbei ist auf eine Schwellung, Rötung, Hauteinziehung im Bereich der Drüse und ggf. Nervenaffektionen des N. facialis, N. maxillaris und N. mandibularis zu achten. Bei der anschließenden Palpation richtet man sein Augenmerk auf etwaige Schwellungen bzw. Verdickungen und deren Konsistenz, auf die Verschieblichkeit von Knoten, eventuelle Schmerzhaftigkeit und Konkremente im Ausführungsgang. Hilfreich ist möglicherweise die Untersuchung des Speichels (Abd-el-Latif 1994; Boenninghaus 1996; Vogl 2002).

Im Anschluss an die klinische und laborchemische Evaluation sind zur Diagnosefindung und Therapieplanung noch weitere Punkte relevant: die exakte Ausdehnung einer Läsion und die histologische Bewertung (Feinnadelaspirationsbiopsie, Probeexzision).

Die Tumorgroße, genaue Lokalisation und Ausdehnung, die Infiltration der umgebenden Strukturen und eine mögliche Filialisierung (Staging) bestimmen das weitere Vorgehen.

Untersuchungsmodalitäten

Die konventionelle Sialographie ist als etabliertes Standardverfahren mit seiner hohen Detailauflösung zur Darstellung der Gangsysteme weit verbreitet (Akhmedov and Fuzailov 1971; Adam, Willson et al. 1983; Acton 1989). Anwendung findet sie bei weder röntgenologisch, noch sonographisch nachweisbaren Konkrementen, kleinen Sialolithen, Fremdkörpern, kommunizierenden Zysten und in der Diagnostik von Sialadenitiden, insbesondere im Rahmen einer chronischen Sialadenitis und eines Sjögren-Syndroms zum Nachweis von Parenchymläsionen. Chronische Entzündungen führen zu Alterationen mit kleinen paraduktalen KM-Anreicherungen im gesamten

effequenten Gangsystem unter dem Bild des „entlaubten Baums“ (Brezina and Czadilek 1978; Lomas 1996; Botsios, Sfriso et al. 2001). Vorteile ergeben sich aus der multifunktionalen Einsetzbarkeit der konventionellen Sialographie, wie beispielsweise im Rahmen der Bildgebung, Funktionsprüfung und der Möglichkeit der therapeutischen Nutzung, wie eine Steinextraktion und Dilatation von Strikturen (Lorenz 2000). Keinen großen Wert hat die konventionelle Sialographie in der Erkennung von Speicheldrüsentumoren, da das Parenchym nicht ausreichend abgebildet wird (Brezina and Czadilek 1978). Der Wert liegt hier im präoperativen Ausschluss von Steinen (Bottcher, Wagner et al. 1983). Unter Durchleuchtung nutzt man wasserlösliches, jodhaltiges Kontrastmittel zur Darstellung von Gangektasien, -stenosen und -abbrüchen, wobei die vor einer kompletten Okklusion liegenden Gangabschnitte nicht abgebildet werden können. Voraussetzung ist die Sondierbarkeit der Ausführungsgänge, was beispielsweise bei entzündungsbedingten Ödemen erschwert ist und mitunter auch erfahrenen Untersuchern nicht gelingt. Sie findet keine Anwendung im Akutstadium, da ein erhöhtes Risiko einer Exazerbation besteht. Es kann unter Umständen zu retrograden Infektionen und Abszessen kommen. Gangüberfüllungen führen zu Schmerzen, falsch positiven Sialektasien, Gangverletzungen mit Extravasaten und möglichen späteren Strikturen. Das jodhaltige Kontrastmittel kann eine Allergie hervorrufen (Adolph 1966; Lomas 1996; Murakami 1998; Vogl 2002). Weitere technische Nachteile bestehen in der fehlenden zeitgleichen Darstellung der kontralateralen Gänge, der möglichen Überlagerung durch Knochen und Zahnfüllungen (Boenninghaus 1996), der Strahlenbelastung, Steinverlagerung (Schröder 1998) und bei der Injektion von Kontrastmittel artefizielle Luftblasen, die in der Sialographie Steine vortäuschen können (Becker 2000).

Die Sonographie dient als kostengünstige und ubiquitär verfügbare Methode ohne Strahlenbelastung, mit hoher Auflösung und Sensitivität als nichtinvasive Erstuntersuchung zur Abgrenzung solider von zystischen Prozessen, dem Nachweis von Entzündungen und der Feststellung von Speichelsteinen und Dilatationen (Armillotta, Cammisa et al. 1986; Bruno, Paini et al. 1994; Schröder 1998; Becker 2000). Sie erlaubt differentialdiagnostische Überlegungen in Bezug auf die Dignität von Tumoren und steht als Hilfsmittel bei einer etwaigen Feinnadelaspiration oder Biopsie zur Verfügung (Bruneton, Fenart et al. 1980). Als nichtinvasive Untersuchung ist sie auch bei einer

akuten Sialadenitis durchführbar (Aalokken, Gudmundsen et al. 1991; Akin, Esmer et al. 1991; Lomas 1996; Aluffi, Fonio et al. 1997). Häufig ergänzen sich die Sonographie und die konventionelle Sialographie bei der Evaluation von Speicheldrüsenerkrankungen (Schröder 1998). Beide Untersuchungsmethoden haben jedoch Probleme bei Abgrenzung intrinsischer und extrinsischer Läsionen (Bohndorf, Lonnecken et al. 1987). Weitere sonographische Nachteile sind u.a. die Untersucherabhängigkeit und insbesondere bei Tumorverdacht die unzureichende Beurteilbarkeit der Beziehung zum N. facialis sowie die Ausdehnung in Bezug auf den tiefen Parotislappen, den Kieferwinkel, den Retropharyngealraum und nach intrakraniell (Bruneton and Mourou 1993; Shah 2002). Chemische Zusammensetzung und Größe der Speichelsteine bestimmen das Vorhandensein eines Schallschattens und damit deren Darstellbarkeit, die sichtbare Mindestgröße beträgt drei Millimeter (Becker 2000).

Szinigraphien erfolgen mit Technetium-99m, womit sich das Sekretionsverhalten der Drüsen, die Speicherdefekte von Tumoren, ausgenommen der Mehranreicherung des Warthin-Tumors und des Onkozytoms, und die verzögerte Ausscheidung bei fortgeschrittenen Sialadenosen darstellen lassen.

Die Computertomographie (CT) findet ihre Anwendung insbesondere beim Verdacht auf eine akute Sialadenitis zum Nachweis von Steinen, Abszessen, desweiteren zur Beurteilung knöcherner Arrosionen, Parenchymverkalkungen und beim Staging, bei tief liegenden Tumoren, beispielsweise im tiefen Parotislappen und im parapharyngealen und Masticatorraum (Biscuola, Scabardi et al. 1983; Bruneton, Sicart et al. 1983; Angelopoulos, Kakarantza et al. 1986; Armillotta, Cammisa et al. 1986; Bradley, Ahuja et al. 1991; Aasen and Kolbenstvedt 1992; Bruno, Paini et al. 1994; Botsios, Sfriso et al. 2001; Shah 2002). Probleme ergeben sich in Folge von Aufhärtungsartefakten durch dentale Füllungen (Schröder 1998; Kalinowski 2001; Shah 2002) und die doch deutliche Strahlenbelastung (Becker 2000). Zur besseren Gangbeurteilung ist auch hier retrogrades Kontrastmittel nötig.

Die Kernspintomographie (MRT) ist in der Lage, flüssigkeitsgefüllte Gangsysteme, wie z.B. Gallenwege und Pankreasgänge, in der Magnetresonanz-Cholangiopankreatikographie und ableitende Harnwege in der Magnetresonanz-

Urographie darzustellen (Becker 2000; Kalinowski 2001). Die Magnetresonanz-Sialographie ist aufgrund des deutlich geringeren Diameters der darzustellenden Strukturen aufwendiger, wobei auch hier die Tatsache, dass Flüssigkeiten, in diesem speziellen Fall Speichel, in T2w Sequenzen hyperintens sind, als natürliches Kontrastmittel genutzt wird (Schröder 1998). Mit ihrer Auflösung und dem hohem Weichteilkontrast hat die MR-Bildgebung erhebliche Vorteile gegenüber der CT, insbesondere in der Diagnostik von inflammatorischen Erkrankungen von Speicheldrüsen, zur Abklärung von Tumoren und duktalem Dilatationen (Botsios, Sfriso et al. 2001; Browne, Golding et al. 2001). Die Differenzierung zwischen intra- und extraglandulär, benignen und malignen Läsionen und die Abgrenzung des Nervus facialis zum Tumor sind mit der MRT besser zu eruieren (Ariyoshi and Shimahara 1998; Kalinowski 2001). Unter Gewährleistung einer hohen Patientensicherheit, wegen fehlender Gangsondierung und dem Verzicht auf jodhaltiges Kontrastmittel, ist diese nichtinvasive Methode auch bei akuter Sialadenitis möglich. Bei kombinierter, dreidimensionaler Darstellbarkeit aller vier großen Gangsysteme (Gl. parotidea und submandibularis beidseits) innerhalb einer Untersuchung und im direkten Vergleich mit der nicht affizierten Seite, können zusätzlich die Drüsen zum Ausschluss von Parenchymläsionen und Retentionszysten und das umgebende Weichteilgewebe abgebildet werden (Barsotti, Westesson et al. 1994; Lomas 1996; Murakami, Baba et al. 1998; Schröder 1998; Becker, Marchal et al. 2000; Lorenz 2000; Botsios, Sfriso et al. 2001; Kalinowski 2001). Nachteile ergeben sich aus der manchmal schwierigen exakten Positionierung der Schichtstapel, der Dauer der Sequenzen, der daraus resultierenden langen Untersuchungszeiten und der hohen Kosten (Becker 2000). Dazu kommt die durch die üblichen MRT-Kontraindikationen hervorgerufene Einschränkung des Patientengutes, wie Herzschrittmacher, ferromagnetische Operationsmaterialien, implantierte Hörgeräte, Klaustrophobie, lange Liegedauer und Epilepsie (Murakami 1998). Probleme sind möglicherweise ein geringes Signal-Rausch-Verhältnis und die Detailauflösung bei intraparenchymatösen Gängen der dritten Generation (Boenninghaus 1996). Die Bildgebung unter Zuhilfenahme der Signalintensität des Speichels in flüssigkeitssensitiven T2w Sequenzen birgt Fehlerquellen, infolge von Dehydratation, chronischen oder rezidivierenden Sialadenitiden mit reduziertem Speichelfluss, Verkürzung der langen T2-Speichelzeit bei erhöhtem Proteingehalt bei Infektionen und Hämorrhagien und daher falsch positiven Ergebnissen bei

Gangstenosen (Lomas 1996; Murakami 1998). Zahnfüllungen können Suszeptibilitätsartefakte verursachen, welche jedoch durch ihre Lokalisation die Speicheldüsendarstellung meist nicht beeinflussen (Kalinowski 2001). Stenosen können durch physiologische Verläufe vorgetäuscht werden, im Whartonschen Gang auf dem ersten Drittel des Mundbodens und im Stenonschen Gang durch Überlagerung des M. masseter (Schröder 1998). In sagittaler Schnittebene sind die Gänge nicht immer vollständig darstellbar und daher ggf. Wiederholungen notwendig (Becker 2000).

.

1.2. Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung und Implementierung von schnellen, reproduzierbaren Sequenzen zur MR-Sialographie (intra- und extraglanduläre Gänge der großen Speicheldrüsen) in axialer und sagittaler Schnittführung ohne weitere notwendige Nachverarbeitung, wobei es insbesondere galt, die Untersuchungszeit zu minimieren und aufwendige Rekonstruktionen überflüssig zu machen.

Die entwickelten Sequenzen sollten anhand von Probanden auf verschiedenen Feldstärken (1,5 Tesla und 3,0 Tesla) optimiert und verglichen werden und der Einfluss von oraler Stimulation (Zitronensaft), paralleler (IPAT, integrated parallel acquisition technique) und nicht paralleler Bildakquisitionstechnik auf die Bildqualität untersucht werden.

Im Einzelnen galt es, folgende Aufgaben und Fragen zu bearbeiten:

1. Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen und reproduzierbaren Untersuchungssequenz mittels MRT für 1,5 Tesla und 3,0 Tesla zur Darstellung der Ausführungsgänge der großen Speicheldrüsen
2. Testung der Sequenzen an einem Normalkollektiv/Probanden
3. Einfluss der oralen Stimulation auf die MR-Bildgebung
4. Einfluss der parallelen Akquisitionstechnik auf die Darstellbarkeit der großen Ausführungsgänge im Vergleich zur herkömmlichen Akquisitionstechnik

1.3. Exemplarische Speicheldrüsenpathologien

Obstruktive oder inflammatorische Erkrankungen der Speicheldrüsen können kongenitale, traumatische, metabolische oder infektiös-entzündliche Ursachen haben. Die akuten Entzündungen beinhalten bakterielle und virale Infektionen, während chronische Entzündungen Konkrementen, Strikturen, chronische Sialadenitiden, Sialektasien und lymphoepitheliale Erkrankungen als Ursache haben. Neoplastische Erkrankungen können Obstruktionen und/oder Infektionen verursachen und eine Diagnosestellung schwer fassbar machen. Zur Differenzierung sind die klinische Untersuchung, Speichelanalyse, Sialographie, CT, MRT, Feinnadelaspiration und Zytologie notwendig (Blitzer 1987).

Die akute Sialadenitis kann durch Viren, wie z.B. bei Mumps, durch Bakterien (Staphylokokken, Streptokokken, purulenter Speichel) oder eine Strahlentherapie hervorgerufen werden. Aszendierende Infektionen werden durch verminderten Speichelfluss provoziert (Aframian, Lustmann et al. 2001). Klinisch geht sie mit einer schmerzhaften Schwellung einher und führt reaktiv zur Lymphknotenvergrößerung. In der MRT imponiert die Speicheldrüse homogen vergrößert, die Faszien sind verdickt und das umgebende Fett imbibiert. Zudem sind ein ödembedingter Anstieg der Signalintensität im T2w Bild und eine starke Kontrastmittelaufnahme bis hin zur Abszessformation zu verzeichnen (Shah 2002). Therapeutisch kommen Antibiotika, Antiphlogistika und eine eventuelle Drainage in Frage. Ein Abszess weist in Einklang mit der typischen Klinik, wie Fieber und Verschlechterung des Allgemeinzustandes des Patienten, eine meist vergrößerte Parotis und ct- und mr-morphologisch ein randständiges Kontrastmittelenhancement mit zentraler Einschmelzungshöhle auf.

Bei der chronischen Sialadenitis ist an granulomatöse Erkrankungen, wie beispielsweise Sarkoidose, Tuberkulose (meist sekundär), Syphilis, Toxoplasmose, Aktinomykose, eine Sialolithiasis bzw. Strahlentherapie als Auslöser zu denken. MR-tomographisch zeigt sich eine größenreduzierte Drüse, welche in T1- und T2w Sequenzen infolge des fibrotischen Gewebsanteils hypointens erscheint. Chronisch-rezidivierende Parotitiden führen letztendlich zu einer fortschreitenden Zerstörung des Drüsengewebes und damit zu einer Xerostomie (Afanas'ev and Moskalenko 1990). Zusätzlich können

Kalzifikationen auftreten, welche am besten CT-graphisch zur Darstellung kommen (Shah 2002). Als Komplikation kann aus einer chronischen Sialadenitis ein schnell wachsendes Plattenepithelkarzinom mit den typischen Einschmelzungen entstehen.

Bei der Darier-Krankheit handelt es sich um eine autosomal-dominant erbliche Erkrankung mit Haut- und Schleimhautveränderungen, die u.a. mit einer obstruktiven Sialadenitis vergesellschaftet sein kann. Von Dilatationen und periodischen Strikturen sind dann die Hauptausführungsgänge und sekundäre und tertiäre Gänge betroffen (Adams, Macleod et al. 1994).

Die Sialolithiasis ist die zweithäufigste entzündliche Speicheldrüsenerkrankung nach der Mumpsparotitis, welche ebenfalls mit einer schmerzenden Schwellung der Drüse einhergeht. Ca. 80% der Sialolithen treten aufgrund der erhöhten Speichelviskosität, des engeren Orifiziums und des aufsteigenden Verlaufs des Whartonschen Ganges submandibulär auf (Anneroth, Eneroth et al. 1975; Afanas'ev and Nikiforov 1999). Intraduktale Sialolithen können eine totale Obstruktion mit prästenotischer Duktectasie und schmerzvoller Schwellung der Submandibularisdrüse verursachen, wegen der Sekretion und Stase des Speichels. Konventionelles Röntgen, CT und Ultraschall sind der MRT bei der Detektion von Speichelsteinen deutlich überlegen (Akhmedov, Fuzailov et al. 1967). Es gibt jedoch einige Einschränkungen. So sind ca. 10 – 20 % der Sialolithen nicht röntgendicht und somit auf konventionellen Röntgenaufnahmen nicht nachweisbar. Zudem können Phlebolithen, verkalkte Hämangiome und kalzifizierte Lymphknoten Sialolithen imitieren. Obwohl Ultraschall gute Erfolge im Aufdecken von Speichelsteinen zeigt, können Konkremente kleiner als 2 - 3 mm aufgrund des fehlenden Schallschattens leicht übersehen werden (Jager, Menauer et al. 2000). In T2w MR-Sequenzen zeigt sich im Falle eines Steins eine Signalauslöschung (Shah 2002). Orozervikale Fisteln stellen seltene Komplikationen dar (Asfar, Steitiyeh et al. 1989). Therapien bei Speichelsteinen beinhalten abhängig von der Größe und der Lokalisation des Steins, der betroffenen Drüse und ihres funktional-sekretorischen Status, sekretorische Stimulation zur Induktion einer Spontanpassage, interventionelle Methoden mittels Ballonkatheter (Sialoplastie), die extrakorporale Sialolithotripsie und die chirurgische intraorale Extraktion, normalerweise in Verbindung mit einer Meatotomie und Dochoplastie. Bei misslungener Steinextraktion und rezidivierenden

postobstruktiven Sialadenitiden erfolgt eine Sialadenektomie. Unabhängig von der Methode wird jedoch eine gute, möglichst nichtinvasive, prätherapeutische Darstellung der Gangsysteme benötigt (Buckenham and Guest 1993; Bodner and Fliss 1995; Brown, Shepherd et al. 1997; Schröder 1998).

Der Morbus Sjögren ist als Dakryo-Sialo-Adenopathia atrophicans, eine chronisch-exazerbierende Autoimmunerkrankung (Ro/SS-A-Antikörper), häufig assoziiert mit einem Sicca-Syndrom (Keratoconjunctivitis sicca und Xerostomie). Diese Erkrankung geht mit einer lymphozytären und plasmazellulären azinären und periduktalen Infiltration und dem Verlust des sekretorischen Epithels einher und führt stattdessen im Verlauf zu einer periduktalen Fibrose. Klinisch kann es dabei zu einer diffusen Schwellung der Tränen- und Speicheldrüsen kommen. Sekundär tritt die Erkrankung postradiogen, im Rahmen einer rheumatoiden Arthritis, einer entzündlichen Bindegewebserkrankung (Sklerodermie, Lupus erythematoses) und zusammen mit einer Sarkoidose auf (Akin, Kreller et al. 1975; Akiyama, Suzuki et al. 1992). Die lymphatische Gewebsproliferation kann unter Umständen zur Entstehung von sekundär aggressiven Lymphomen führen (Shah 2002). In mittleren Krankheitsstadien zeigt sich in der MR-Sialographie, im T2w Bild eine vergrößerte inhomogene Drüse aufgrund einer punktuellen Speichelansammlung. In frühen Stadien kann als einziger Hinweis eine Vergrößerung der Drüsen auftreten. Fortgeschrittene Stadien hingegen zeigen infolge von lokalen Lymphozytenakkumulationen und fibrösem Gewebe eine generelle Signalabsenkung in T2-Wichtung. Das dennoch charakteristische inhomogene Muster entsteht durch das starke T2-Signal der dilatierten, intraglandulären Gänge. Abhängig vom Schweregrad kommt es zur punktförmigen KM-Anreicherung (Andretta, Sfriso et al. 2001; Andretta, Botsios et al. 2002); (Niemela, Paakko et al. 2001). Die Therapie erfolgt mit Kortikosteroiden und symptomatisch mit künstlichem Speichel.

Die chronisch-sklerosierende Sialadenitis, auch als Kuttner-Tumor bezeichnet, ist eine chronisch-fibrosierende, indurierende Entzündung meist der Glandula submandibularis, welche wahrscheinlich ebenfalls einen immunologischen Background aufweist und typischerweise zu Parenchymschrumpfung, Verkalkungen und Gangrarefizierungen führt (Blanco, Mesko et al. 2003).

Die Hypertrophie des Musculus masseter, häufig bei Kaugummikauern, kann zu einer funktionellen Einschränkung der Glandula parotidea führen. Weitere Kennzeichen sind die isolierte Schwellung des Masseter und Myalgien. Zur Diagnosefindung reichen die Inspektion, Palpation und Röntgen meist aus. Sialographie, CT und EMG werden nur selten eingesetzt. Als Ursachen werden angeborene und psychologische Faktoren sowie Angewohnheiten und Schlusstörungen diskutiert. Therapeutisch kommen die operative Reduktion des Muskels und konservative Methoden in Betracht (Abrams 1989).

Die Toxoplasmose, eine Protozoeninfektion mit generalisierter oder lokaler Lymphadenopathie, kann auch intraglanduläre Lymphknoten der Parotis befallen und somit eine Raumforderung vortäuschen (Akiner, Saatci et al. 1991).

Eine Pneumozele entsteht durch Luftretention im Gangsystem oder Parenchym von Speicheldrüsen infolge einer intrabuccalen Druckerhöhung, wie z.B. beim Spielen von Blasinstrumenten, oder iatrogen (Shah 2002).

Die Kiemenbogenzyste ist eine kongenitale Fehlbildung des äußeren Gehörgangs, bei der es zu einer einseitigen Entzündung und schmerzhaften Schwellung kommen kann. CT- und MR-tomographisch zeigt sich dabei eine zystische Raumforderung mit unterschiedlicher Wanddicke und randständigem KM-Enhancement mit Verbindung zum äußeren Gehörgang. Marsupilisation und Exzision kutaner Fisteln sind die Therapien der Wahl.

Speicheldrüsentumoren machen nur etwa 1 % aller Tumoren und 7 % der Hals-Kopf-Tumoren aus. Die meisten Tumoren sind epithelialen Ursprungs und entstehen in den großen Speicheldrüsen, insbesondere in der Glandula parotidea, wobei ca. 80 % der Parotistumoren und 50 % der Submandibularistumoren benigne sind. Die Sublingualistumoren sind fast ausschließlich maligne. Mesenchymale Tumoren hingegen sind selten, z.B. Angiome, Neurinome und Lipome. Intraglanduläre Lymphome und metastatische Tumorabsiedlungen kommen häufiger vor (Vogl 2002). In Bezug auf die Prognose von Speicheldrüsentumoren kommen in der Literatur verschiedene Faktoren zum Tragen. Abhängig vom histologischen Differenzierungsgrad, wie z.B. für tubuläre und kribiforme adenoidzystische

Karzinome, wenig differenzierte Azinuszellkarzinome bishin zu undifferenzierten Karzinomen, ergaben sich unterschiedliche Prognosegruppen in Bezug auf die 5-Jahres-Überlebensrate (Chilla, Casjens et al. 1983). Eine andere Studie stellte eine Verschlechterung der Prognose von adenoidzystischen Karzinomen mit ansteigendem soliden Tumoranteil fest (Szanto, Luna et al. 1984). Klinisch-pathologische Studien über Mukoepidermoidkarzinome von Speicheldrüsen zeigten, dass das klinische Staging und histologische Grading (abhängig von zellulären Pleomorphismen, mitotischer Aktivität, Nekrosen), in zweiter Reihe auch Alter, Geschlecht und postoperative Rezidivraten, die wichtigsten Prognosefaktoren in Bezug auf die Überlebenszeit darstellen (Nascimento 1886; Lomas, Carroll et al. 1996; Murakami 1998; Becker 2000; Kalinowski 2001). Weitere Studien ergaben ähnliche Aussagen in Hinblick auf die Prognosefaktoren für Azinuszellkarzinome, Adenokarzinome und Mukoepidermoidkarzinome (Lomas 1996; Murakami 1998; Schröder 1998; Becker 2000; Lorenz 2000; Shah 2002; Sakamoto 2003). Bei tumorösen Raumforderungen gibt die Lokalisation im oberflächlichen oder tiefen Lappen der Parotis die chirurgische Intervention vor. Das Ziel der MR-Bildgebung ist die Lokalisation des Tumors, die Darstellung seiner Beziehung zur Umgebung und mögliche Infiltration der angrenzenden Strukturen, insbesondere des Nervus facialis. Läsionen des oberflächlichen Anteils werden mittels einer Lobektomie und die des tiefen Lappens mit einer totalen Parotidektomie behandelt. In beiden Fällen ist die Erhaltung des Nervus facialis oberstes Gebot (Vogl 2002). Eine superfizielle oder totale Parotidektomie findet auch bei chronischen Sialadenitiden im Falle einer frustranen konventionellen Therapie oder Malignitätsverdacht Anwendung (Arriaga and Myers 1990; Bates, O'Brien et al. 1998; Amin, Bailey et al. 2001). Im Falle von ausgedehnteren Befunden sind eine totale Resektion, Neck dissection und adjuvante Radiotherapie prognostisch zu favorisieren.

Mit 60 bis 70 % ist das pleomorphe Adenom der häufigste Speicheldrüsentumor. Als gutartiger, langsam wachsender Misch tumor befällt er insbesondere Frauen im mittleren Lebensalter. Wie für einen benignen Tumor typisch, handelt es sich meist um eine gut begrenzte, von einer Kapsel umgebende, solitäre Läsion. Nur in seltenen Fällen besteht eine lobuläre Kontur bzw. multiples Auftreten. In der MR-Bildgebung wechselt das in T1w überwiegend hypointense Erscheinungsbild, in T2w MR-Sequenzen infolge des myxoiden Gewebsanteils und der interstitiellen Flüssigkeit sowie kleinen Fibrose- und

Kalzifikationsarealen in ein inhomogen-signalintensives Aussehen. Trotz der überwiegenden Benignität, wobei nach 5 - 10 Jahren ohne Therapie ein ca. 5 %iges Entartungsrisiko in ein Karzinom besteht, kommt es durch die verschiedenen Gewebsanteile, von solide über epithelial bis fibrös, zu einer inhomogenen Kontrastmittelanreicherung (Bühling 1995; Siewert 1998). Daher besteht die Therapie in der möglichst rechtzeitigen operativen Exstirpation des Tumors (Bogaert, Hermans et al. 1993).

Warthin-Tumore (ehemals Zystadenolymphome) gehen als zweithäufigste gutartige Speicheldrüsenraumforderungen (10 %) von den glandulären Gangepithelien und Lymphgewebe bzw. periglandulären Lymphknoten aus und befallen vornehmlich Männer zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr. In der Kernspintomographie erscheint eine überwiegend signalarme, vor allem in der Parotis nachzuweisende, umschriebene lobulierte Läsion ohne Kontrastmittelaufnahme. Mikroskopisch handelt es sich dabei um doppelreihiges Epithel, lymphoides Stroma und kernlose Zellen mit breitem eosinophilen Zytoplasma, sog. Onkozyten (Bühling 1995).

Hämangiome machen nur ca. 5 % aller Speicheldrüsentumore aus und kommen bevorzugt bei Kindern, insbesondere Mädchen, vor. Sie sind gekennzeichnet durch eine weiche, komprimierbare Schwellung, Blutungsneigung und eine entsprechende Größenvariabilität. Sowohl ein umschriebenes wie auch infiltratives Wachstum ist möglich. In der MR-Bildgebung zeigt sich ein überwiegend flüssigkeitsintensives, in T2-Wichtung hyperintenses Signalverhalten, gemischt mit etwaigen Flussartefakten/-auslöschungen infolge vergrößerter Blutgefäße (Siewert 1998).

Lipome, rezidivfreudige, meist gut begrenzte und homogene, fettisointense Läsionen, kommen in jedem Alter vor und machen ca. 1 % aller Parotistumoren aus.

Das adenoid-zystische Karzinom ist mit bis zu 8 % der häufigste maligne Tumor der Glandula submandibularis und der kleinen Speicheldrüsen. Er ist ein langsam wachsender, infolge des großen Wasseranteils in T2-Wichtung hyperintenser, diskret Kontrastmittel aufnehmender Tumor epithelialen Ursprungs mit punctum maximum zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr, der häufig zu einer infiltrativen, perineuralen/-

lymphatischen Ausbreitung und hämatogenen Metastasen in Lunge und Leber führt (Bühling 1995).

Mukoepidermoidkarzinome sind mit ca. 30 % die häufigsten malignen Speicheldrüsentumore. Sie treten vor allem bei Kindern und in der 5. Lebensdekade auf. Abhängig vom Differenzierungsgrad sind die epithelialen, meist in der Parotis lokalisierten, langsam wachsenden Tumore hypo- bis hyperintens und mehr oder weniger gut begrenzt (Bühling 1995).

Adenokarzinome, squamöse Zell-Karzinome, Gang-Karzinome, Azinuszellkarzinome, (myo)-epitheliale Karzinome, undifferenzierte Karzinome sind ähnlich selten wie sarkomatöse Speicheldrüsentumore, wie beispielsweise Rhabdomyo-, Fibro-, Angio- und Synovialsarkome, Fibrohistiozytome und maligne Myoepitheliome, welche MR-tomographisch ein ähnliches Signalverhalten wie Lymphome aufweisen.

Von primären Speicheldrüsen-Lymphomen kann nur gesprochen werden, wenn intra- oder extraglanduläre Lymphknoten nicht involviert sind. Sie treten vor allem bei Frauen um das 60. Lebensjahr auf. Das MALT-Lymphom (mucosa-associated lymphoid tissue) ist ein Non-Hodgkin-B-Zell-Lymphom, welches in extranodalen Lokalisationen, wie Speicheldrüsen, Schilddrüse und in der Magenschleimhaut vorkommt. Es ist häufig assoziiert mit chronischen Entzündungen, wie die myoepitheliale Sialadenitis und das Sjögren-Syndrom. NHL (Non-Hodgkin-Lymphome) bei Kindern befallen recht häufig die Parotis (41 %) und seltener die Schilddrüse (5 %), die überwiegende Untersuchungsmodalität dabei ist der Ultraschall (Akata, Akhan et al. 2002). Sekundäre Absiedelungen systemischer Lymphome sind häufiger. Dabei sind die extra- und intraglandulären, in T1w und T2w isointensen, Lymphknoten vergrößert und nur selten infiltrativ.

Wegen der vielen Lymphwege und Lymphknoten wird die Parotis häufig metastatisches Zielgebiet von Tumoren des Kopfes, z.B. von Basalzellkarzinomen, Melanomen, nasopharyngealen Karzinomen und fernmetastatisch besiedelt von Bronchial-, Nierenzell-, Mamma- und gastrointestinalen Karzinomen.

1.4. Technik der Magnet-Resonanz-Tomographie

1.4.1. Methodische Grundlagen der MRT

Mit Hilfe der Magnetresonanztomographie ist es unter Verwendung eines Magnetfeldes und Hochfrequenzradiowellen möglich, Schnittbilder in jeder Orientierung zu erzeugen. Die chemische Struktur der einzelnen Gewebearten bestimmt den Hell-Dunkel-Kontrast. Dadurch entsteht ein guter Weichteilkontrast. Bei der MRT wird der Atomkern in einem Magnetfeld durch elektromagnetische Hochfrequenzimpulse im Radiofrequenzbereich zur Resonanz angeregt. Dadurch entsteht ein Signal im Gewebe, das Echo.

Das Prinzip der MR-Bildgebung, die magnetische Resonanz von Atomkernen, wurde bereits 1946 von Bloch und Purcell unabhängig voneinander experimentell nachgewiesen. Praktisch verfügbar ist diese Methode seit ca. 1984. Das im menschlichen Körper am häufigsten vorkommende Atom ist der Wasserstoff, dessen Kern aus nur einem positiv geladenen Proton besteht. Wie alle Atomkerne mit ungerader Protonen- oder Neutronenzahl besitzt auch das Wasserstoffproton infolge seiner Eigenrotation einen sogenannten Spin. Dadurch erzeugt es ein Magnetfeld, charakterisiert durch einen Vektor, ähnlich wie ein Stabmagnet. Mit einer charakteristischen Frequenz (Lamorfrequenz: Präzessionsfrequenz der Spins in einem Magnetfeld), die sich proportional zur Stärke eines von außen angelegten statischen Magnetfeldes verhält, bei 1,5 Tesla entspricht die Lamorfrequenz gleich 63,8 MHz, präzidieren die magnetischen Momente um die Längsachse des Feldes. Dieses geschieht überwiegend in gleicher Richtung wie das Magnetfeld (z-Richtung), so dass sich additiv eine entsprechende Nettomagnetisierung ergibt.

Zur Bilderzeugung ist nun eine Anregung des Spin-Systems mit Hilfe eines der Lamorfrequenz entsprechenden Hochfrequenzimpulses notwendig. Dabei wird der Magnetisierungsvektor um einen bestimmten Winkel in xy-Richtung gedreht und in der Empfangsspule eine entsprechende messbare Wechselspannung, das MR-Signal, induziert. Feldinhomogenitäten durch Spin-Spin-Wechselwirkungen führen insgesamt zu einer Abnahme der Transversalmagnetisierung (Dephasierung) und damit zum

Signalverlust. Dieser Vorgang entspricht der transversalen Relaxationszeit T2. Gewebe mit einer kurzen T2-Zeit zeigen einen schnelleren Signalzerfall. Die longitudinale Relaxationszeit T1 ist charakterisiert durch Energieabgabe an die Umgebung (Spin-Gitter-Relaxation). Die Geschwindigkeit ist abhängig von der Zeitkonstante des jeweiligen Gewebes, wobei die Gewebe mit einer kurzen T1-Zeit schneller ihre Gleichgewichtsmagnetisierung erreichen.

Tabelle 1: Relaxationszeiten T1 und T2 verschiedener Gewebe.

Gewebe	T1/ms	T2/ms
Leber	490	43
Muskel	870	50
Milz	780	62
Fett	260	84
Weißer Substanz	790	92
Graue Substanz	920	101
Liquor	2400	160

Die Schichtselektion und Ortskodierung (Phasen- und Frequenzkodierung) des MR-Signals erfolgen zum einen durch das äußere Magnetfeld und zusätzlich durch räumlich und zeitlich variable Gradienten. Diese ändern kurzfristig das Gesamtmagnetfeld und damit die Larmorfrequenz, so dass nur Spins einer definierten Region durch den Hochfrequenzimpuls angeregt werden können. Die Signale jeder Messung werden im Analog-Digital-Converter (ADC) digitalisiert und im Systemrechner in einer Rohdatenmatrix (k-Raum) abgelegt. Mit Hilfe der Fourier-Transformation wird aus den Rohdaten ein Bild errechnet.

Störsignale, das sogenannte Rauschen, entstehen vor allem durch bewegte Ladungen im menschlichen Körper, daneben auch in den Empfangsspulen. Das Signal-zu-Rausch-Verhältnis ist abhängig von der Schichtdicke, der Größe des Messfeldes, der Anzahl der Messungen und der entsprechenden Mittelungen sowie vom Frequenzbereich.

1.4.2. Technik der Untersuchungssequenzen

Die Spinechosequenz (SE) setzt sich zusammen aus einem schichtselektivem 90° -, gefolgt von einem 180° -Impuls, dazwischen steht eine Phasenkodierung. Die Messung des Spinechosignals erfolgt bei angeschaltetem Frequenzkodiergradienten. Das Signal und der Kontrast werden durch die Länge von TE (Echozeit: Zeitspanne zwischen Anregung und Messung des MR-Signals) und TR (Relaxationszeit: Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Anregungen derselben Schicht) bestimmt. Bei langem TR wird der Kontrast bestimmt durch die Protonendichte oder den T2-Kontrast. Bei kurzem TR wird der Kontrast durch die T1-Zeiten der Gewebe bestimmt.

Bei der Turbospinechosequenz (TSE) entstehen durch wiederholte 180° -Impulse mehrere Echosignale mit unterschiedlicher Phasenkodierung (mehrere k-Linien). In der Single-Shot-TSE-Messung können mit einer Anregung alle k-Linien aufgenommen werden. Die Echozeit, bei der der Phasenkodiergradient gleich Null ist, bestimmt bei der TSE-Sequenz den Bildkontrast. Die häufigste Anwendung findet die TSE-Sequenz bei T2-gewichteten Untersuchungen, da hier die Messzeitreduktion am höchsten ist.

Eine Möglichkeit der Messzeitverkürzung liegt in der parallelen Bildgebung. Hierbei werden sogenannte Phased-Array-Spulen, die aus mindestens zwei Oberflächenspulen bestehen, verwendet, die zusammen ein bestimmtes Messfeld abdecken, z.B. SENSE (sensitivity encoding). Jede zweite k-Linie bzw. jeder zweite Phasenkodierschritt werden weggelassen, so dass sich Messfeld und -zeit halbieren. Es entstehen Rückfaltungsartefakte durch Bildanteile außerhalb des kleineren Messfeldes, die sich nun mit der Gegenseite überlagern. Diese können bei bekannten Spulensensitivitäten herausgerechnet werden. Als Resultat erhält man eine Verkürzung der Messzeit oder Verbesserung der räumlichen Auflösung, was jedoch durch eine Abnahme des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses begrenzt bleibt.

1.4.3. Kontrastverstärkung

Im Rahmen dieser Arbeit, deren Ziel u.a. in der Implementierung einer nicht invasiven, schmerzlosen Sialographie lag, wurde auf die i.v.- und katheterassoziierte Verwendung von Kontrastmittel verzichtet. Stattdessen wurde der Einfluss eines oralen Sialogogums (5 ml eines kommerziell erhältlichen Zitronensaftes) auf die Bildgebung untersucht. Dabei kommt es nach Verabreichung des Sialogogums zu einer physiologisch vermehrten Speichelproduktion, so dass für die MR-Bildgebung mehr Protonen/Spins zur Verfügung stehen.

2. Methoden

2.1. Material, Probanden und Auswertungsmodalitäten

Alle im Zuge dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen erfolgten an CE-zertifizierten Kernspintomographen sowie mittels CE-zertifizierter Sequenzen im Zentrum für bildgebende Diagnostik und Intervention, in der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf von 2003 bis 2004. Dabei kam zum einen ein 1,5 T System mit einer maximalen Gradientenleistung von 30 mT/m und einer Gradientenschaltzeit von 125 mT/s, einschließlich der CP (circularly polarized) Kopf- und Halsspule (Magnetom Symphony, Siemens Erlangen Deutschland) (**Abb. 1**) zum Einsatz. Zusätzliche Untersuchungen fanden anschließend am 3,0 T MR-Tomographen Intera von Philips (Best, Niederlande) statt, dabei mit einer maximalen Gradientenleistung von 33 mT/m und einer Gradientenschaltzeit von 150 mT/s sowie unter Verwendung der T/R (transmit- receive) Kopfspule (**Abb. 2**).

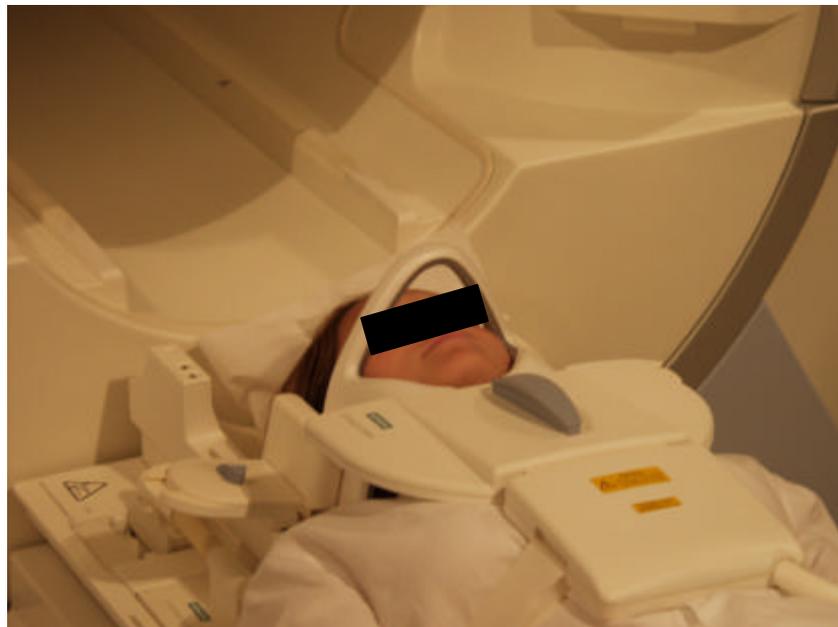


Abbildung 1: Darstellung der Spulenkonfiguration für 1,5 Tesla (Magnetom Symphony, Siemens Erlangen Deutschland) am Beispiel einer Probandin. Das N1-Element der CP-Halsspule wird mittels Backen direkt an die großen Speicheldrüsen platziert. Ausschließlich zur parallelen Bildgebung wird der rückwärtige Anteil der CP-Kopfspule zugeschaltet.



Abbildung 2: Darstellung der Spulenkonfiguration für 3,0 Tesla (Intera, Philips Medical Systems, Best, Niederlande) am Beispiel einer Probandin: 6-Kanal-Kopfspule.

Vorausgegangene Studien benutzten entweder CP (circularly polarized) bzw. TR (transmit-receive) Kopfspulen (Lomas 1996; Lomas, Carroll et al. 1996; Becker 2000; Jager, Menauer et al. 2000; Sakamoto, Sasano et al. 2001) oder Halsspulen (Schroder, Jungehulsing et al. 1998; Tonami, Ogawa et al. 1998). Um die Vorteile einer lokalen, beidseitigen Oberflächenspule zu nutzen, entschieden wir uns für eine CP-Halsspule, deren Flexibilität eine individualisierte Positionierung des N1-Elementes nahe der großen Speicheldrüsen erlaubte. Abgesehen von der parallelen Akquisitionstechnik kam nur das N1-Element zur Anwendung. Bei der parallelen Bildgebung wurde als gegenüberliegendes Spulensystem der rückwärtige Anteil der CP-Kopfspule zugeschaltet.

Für diese prospektive Studie lag zum Zeitpunkt des Beginns ein positives Votum der Ethikkommission der Ärztekammer Hamburg (Bearbeitungsnummer: 2101) vor. Sämtliche Probanden unterschrieben nach erfolgter Aufklärung eine studienbezogene Einverständniserklärung und stimmten zudem schriftlich einer anonymisierten Auswertung ihrer Daten zu wissenschaftlichen Zwecken zu.

Zunächst wurde bei drei gesunden Probanden, bei denen keine Erkrankungen der Speicheldrüsen und zum Zeitpunkt der Untersuchung keine subjektiven Beschwerden (z.B. Mundtrockenheit) vorlagen, verschiedene Sequenzen zur MR-Sialographie evaluiert, wobei RARE (rapid acquisition with relaxation enhancement)-, HASTE (half-Fourier acquisition single-shot turbo spin echo)- und ss-TSE (single-shot turbo spin echo)-Sequenzen zum Einsatz kamen. Die Beurteilung der verschiedenen angewendeten Techniken und Parameter erfolgte durch drei erfahrene Auswerter im Konsens.

Um die zu erwartenden Artefakte durch Zahnimplantate zu minimieren, wurde als Fettunterdrückungstechnik eine Inversion-Recovery-Sequenz eingesetzt. Zur Festlegung der optimalen Inversionszeit (TI) wurden verschiedene Zeiten zwischen 150 ms und 400 ms evaluiert, wobei eine TI von 280 ms die stärkste Fettunterdrückung zeigte (**Diagr. 1**). Bei der Evaluation der verschiedenen getesteten parallelen Bildgebungen (IPAT, integrated parallel acquisition technique) wurden die GRAPPA Technik (generalized autocalibrating partially parallel acquisition) und die m-SENSE Technik (modified sensitivity encoding algorithm) verglichen, wobei sich die GRAPPA Technik hinsichtlich der Rekonstruktionsartefakte als stabiler erwies.

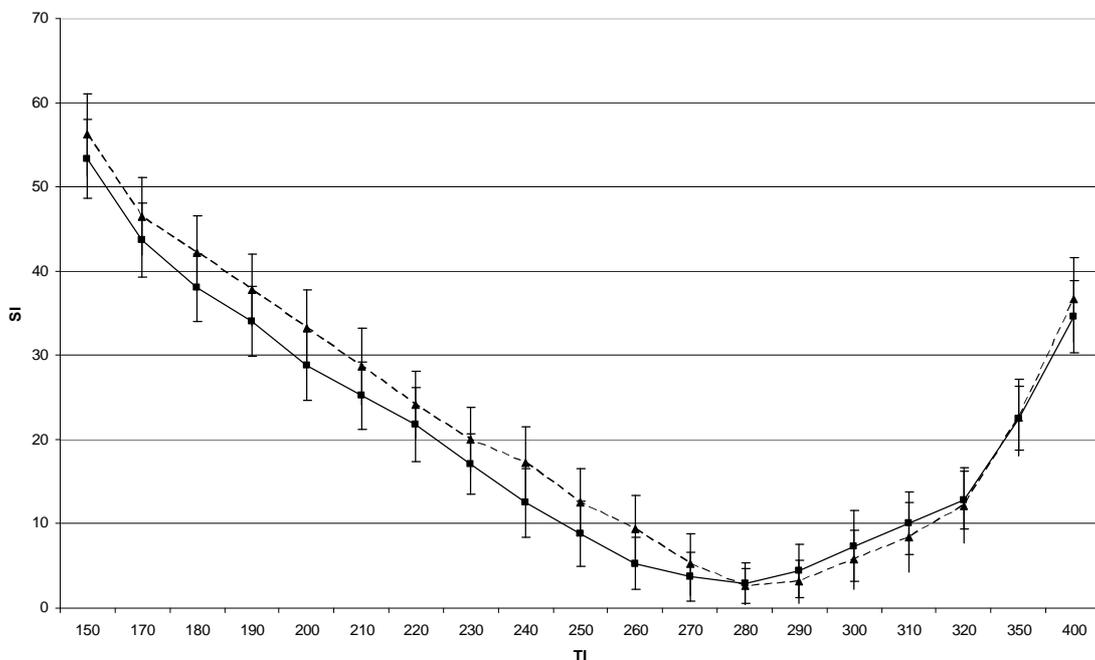


Diagramm 1: Darstellung der Signalintensitäten (SI) bei verschiedenen Inversionszeiten (TI in ms) bei zwei im Fettgewebe platzierten ROI's (region of interest).

Die entwickelten schnellen MR-Sialographien wurden an 27 Probanden, bei denen ebenfalls weder eine Erkrankung der Speicheldrüsen noch subjektive Beschwerden zum Zeitpunkt der Untersuchung vorlagen, getestet. Zur MR-tomographischen Gangdarstellung kam kein i.v.-Kontrastmittel zur Anwendung. Es wurde jedoch insbesondere der Einfluss eines Sialogogums auf die Qualität der Gangdarstellung untersucht. Dafür wurden 5 ml eines handelsüblichen Zitronensaftes verwendet.

Die Bewertung der MR-Sialographien wurde von 4 erfahrenen Auswertern (C. R. H., M. C. C., D. A. und F. W.) unter Zuhilfenahme eines Bildbearbeitungsprogrammes (e-Film®, MERGE Technologies Incorporated, Burlington, MA, USA), unabhängig voneinander für die Glandula parotidea und die Glandula submandibularis seitengetrennt und in axiale (**Abb. 4**) und sagittale (**Abb. 3**) Schichtführung unterteilt, durchgeführt. Die Beurteilbarkeit der Gangstrukturen wurde anhand einer Skala von 1 - 5 visuell eingestuft, wobei 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = ausreichend, 4 = mäßig und 5 = nicht beurteilbar entsprach. Die Bewertung erfolgte für die MR-Sialographien vor Gabe des Sialogogums mit und ohne parallele Bildgebung sowie für beide Techniken nach oraler Applikation des Sialogogums für die intraglandulären und extraglandulären Gänge in beiden Schichtführungen. Bei der axialen Schichtführung wurde für die Glandula parotidea zusätzlich der extraglanduläre Ausführungsgang (Stenonscher Gang) in einen proximalen und einen distalen Anteil differenziert, wobei der Durchtritt durch den M. masseter die beiden Anteile voneinander trennte (**Abb. 4**). Für die intraglandulären Gänge wurde bei sichtbaren Gängen 3. Ordnung die Beurteilung „sehr gut“, bei sichtbaren Gängen 2. Ordnung die Beurteilung „gut“, bei sichtbaren Gängen 1. Ordnung „ausreichend“ und bei nur noch partiell sichtbaren Gängen 1. Ordnung die Beurteilung „mäßig“ festgelegt.

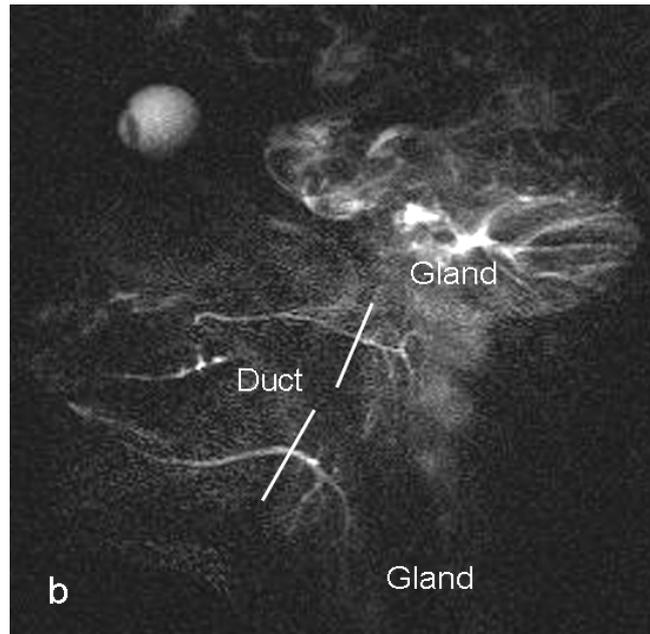


Abbildung 3: Schräg sagittale Darstellung der Ausführungsgänge der Glandula parotidea und der Glandula submandibularis mittels ss-TSE bei 1,5 T (Duct = extraglanduläre Ganganteile, Gland = intraglanduläre Ganganteile).

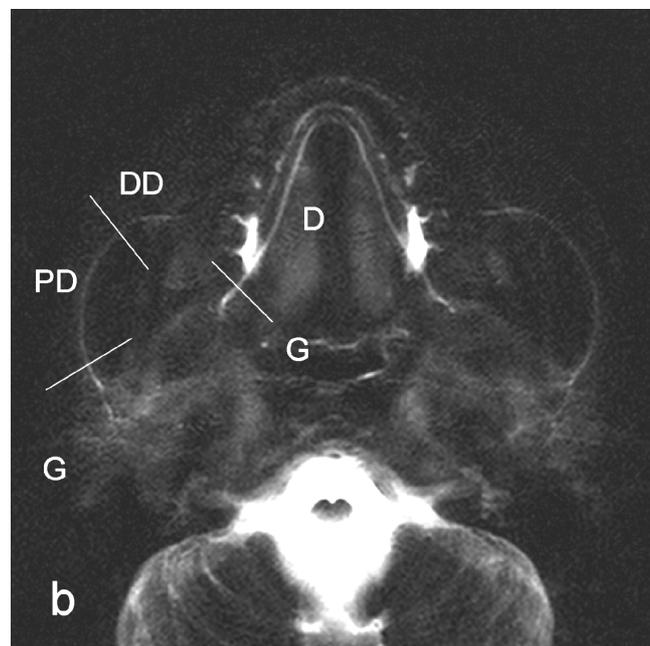


Abbildung 4: Axiale Darstellung der Ausführungsgänge der Glandula parotidea und Glandula submandibularis einer 32-jährigen Probandin bei 1,5 T (G = intraglanduläre Ganganteile, D = Whartonscher Gang, DD = distaler Stenonscher Gang, PD = proximaler Stenonscher Gang).

Sämtliche statistischen Berechnungen wurden mit SPSS 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) durchgeführt. Zur statistischen Bewertung der Raterübereinstimmung der subjektiv beurteilten Qualität der MR-Sialographien wurde der Intraclass-Korrelationskoeffizient für die Ratergruppe berechnet, wobei ein Wert $> 0,8$ eine sehr gute Korrelation repräsentiert. Zum Vergleich der Wertigkeit der verschiedenen Methoden (Sialogogum, parallele Bildgebung) wurde eine vierfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) unter zusätzlicher Berechnung der Effektstärke (η^2) vorgenommen. Als Post hoc-Test wurde der Tamhane's Test angewandt. Dabei wurde ein Wert von $p < 0,05$ als statistisch signifikant definiert.

2.2. Schichtebenen und Untersuchungssequenzen

Die Probanden benötigten keine spezifischen Vorbereitungen, sollten ruhig atmen und während der Sequenzen möglichst nicht schlucken und husten. Zur Festlegung der transversalen und sagittalen Untersuchungsschichten wurden im Bereich der Glandulae parotidae und submandibulares orientierende transversale Schichten anhand einer T1w SE-Sequenz durchgeführt. Die kernspintomographische Darstellung der Gangsysteme erfolgte mittels T2w ss-TSE-Sequenzen, wobei diese in der transversalen Schichtebene parallel zum harten Gaumen und in der sagittalen Ebene parallel zum Whartonschen und Stenonschen Gang verliefen. Aufgrund der starken T2-Wichtung ergaben Gewebe mit einer kurzen T2-Zeit praktisch kein Signal nach langer Echozeit. Umgebendes Gewebe und Fett wurden dadurch supprimiert. Die verschiedenen Parameter wurden an den jeweiligen Kernspintomographen angepasst.

Nach der Evaluierung der im vorherigen Abschnitt genannten verschiedenen Techniken zur Darstellung der großen Speicheldrüsenausführungsgänge bot eine ss-TSE Sequenz mit einer TR von 2800 ms und einer TE von 456 ms bei 1,5 T bzw. einer TR von 10000 ms und TE von 700 ms bei 3,0 T die vielversprechendsten Ergebnisse. Es kamen schräg sagittale und axiale Schichtstapel zum Einsatz. Die Schichtdicke betrug jeweils 5 mm, mit einem field of view (FOV) von 160 x 160 mm und einer Matrix von 256 x 256. Es wurde eine Akquisition (NSA, number of signals averaged) bei einem Flipwinkel von 150° für 1,5 T und 55° für 3,0 T, einem Turbofaktor pro Segment von 256 und einer

Bandbreite von 130 Hz/Pixel durchgeführt. Die resultierende Voxelgröße betrug 0,78 x 0,78 x 50 mm (1,5 T) bzw. 0,63 x 0,78 x 50 mm (3,0 T). Diese Parameter fanden für die parallele und nicht parallele Bildgebung Anwendung. Die Akquisitionszeit betrug 2,8 s (1,5 T) bzw. 10 s (3,0 T). Die Parameter der angewendeten T2w SE-Sequenzen für 1,5 und 3,0 Tesla sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst (**Tab. 2**).

Tabelle 2: Übersicht über die MR-Sialographie-Sequenzparameter für 1,5 und 3,0 Tesla.

Tesla	TR/ms	TE/ms	FA/°	TA/s	SD/mm	FOV/mm
1,5	2800	456	150	2,8	5	160x160
3,0	10000	700	55	10	5	160x160

Tesla	Matrix	NSA	Res./mm	TI/ms	ProSat
1,5	256x256	1	0,78x0,78x50	280	
3,0	256x256	1	0,63x0,78x50		1331

3. Ergebnisse

3.1. Probanden bei 1,5 T

Zur Berechnung der Raterübereinstimmung wurde mit dem Subprogramm „Reliability“ der Intraclass-Korrelationskoeffizient für die Ratergruppe berechnet. Eventuelle Niveauunterschiede zwischen den Beurteilern wurden mit der Option „Absolute Übereinstimmung“ einbezogen. Für die Übereinstimmung der über die Beurteilergruppe gemittelten vier Ratings wurde eine signifikante Intraclass-Korrelation von 0,9475 (CI = 0,9441/0,9508; $F = 19,19$; $p < 0,001$) errechnet.

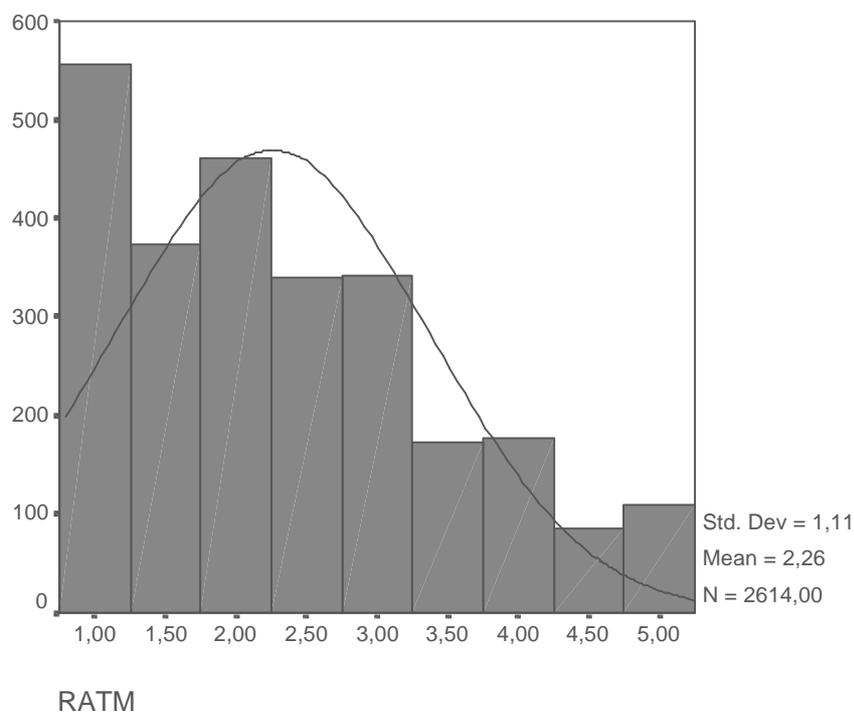


Diagramm 2: Verteilung des mittleren Ratings.

Der Mittelwert der subjektiven Einschätzung aller ausgewerteten Ganganteile lag bei 2,26 (Standardabweichung [SD] +/- 1,09) (**Diagr. 2**). Kein Gangabschnitt wurde als nicht beurteilbar eingestuft.

Tabelle 3: Gesamtergebnisse der Auswertung für die einzelnen Rater (R1 bis R4) für die verschiedenen Lokalisationen: innerhalb der Gl. parotidea, proximaler Stenonscher Gang, distaler Stenonscher Gang, innerhalb der Gl. submandibularis, Whartonscher Gang, unabhängig von der Akquisitionstechnik und dem Stimulationszustand der großen Speicheldrüsen.

Rater	Lokalisationen										ANOVA		
	Par. intragl.		Par. prox.		Par. dist.		Sub. intra.		Sub. extra.		df	F	p(F)
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			
R1	2,18	1,12	1,90	1,17	2,26	1,27	2,31	1,11	2,65	1,21	4/2609	30,97	0,000
R2	2,36	1,03	1,87	1,20	2,16	1,26	2,54	1,09	2,60	1,24	4/2609	36,97	0,000
R3	2,06	1,09	1,87	1,16	2,25	1,20	2,31	1,04	2,63	1,19	4/2609	36,59	0,000
R4	2,11	1,11	1,87	1,20	2,18	1,29	2,34	1,13	2,65	1,33	4/2609	33,42	0,000
MR	2,18	0,98	1,88	1,13	2,22	1,19	2,37	0,99	2,63	1,15	4/2609	37,89	0,000

Unabhängig von der Akquisitionstechnik, der Schichtführung und dem Stimulationszustand der großen Speicheldrüsen wurde der proximale Ausführungsgang der Glandula parotidea signifikant von allen Auswertern am besten und der Ausführungsgang der Glandula submandibularis signifikant bezüglich aller Lokalisationen am schlechtesten eingeschätzt (**Tab. 3**).

Tabelle 4: Darstellung der raterunabhängigen Beurteilung der Ausführungsgänge in der axialen Schichtführung für alle Rater; 0 = nein, 1 = ja.

Zitrone/IPAT	Lokalisation									
	Par. intragl.		Par. prox.		Par. dist.		Sub. intragl.		Sub. extragl.	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
0/0	2,36	0,98	1,74	1,17	2,38	1,39	2,65	0,78	2,63	1,11
1/0	2,05	0,82	1,35	0,72	1,93	1,03	2,44	0,89	2,42	1,2
0/1	2,56	0,94	1,70	1,03	2,54	1,27	2,86	0,97	2,82	1,06
1/1	2,23	0,75	1,39	0,74	2,03	0,95	2,52	0,82	2,38	0,97

In Bezug auf die Schichtführung ergaben sich folgende Ergebnisse: In axialer Richtung zeigte der proximale extraglanduläre Ausführungsgang der Glandula parotidea vor und nach Gabe des Sialogogums sowie mit und ohne parallele Bildgebung die beste Darstellbarkeit (1,35 – 1,74; SD +/- 0,72 - 1,17). Die intraglandulären Gangabschnitte der Glandulae submandibulares zeigten die schlechteste Darstellbarkeit in der axialen Schichtführung aller ausgewerteten Ganganteile (2,44 – 2,86; SD +/- 0,78 – 0,97) (**Tab. 4**).

Tabelle 5: Darstellung der raterunabhängigen Beurteilung der Ausführungsgänge in der schräg sagittalen Schichtführung für alle Rater; bei der schräg sagittalen Schichtführung sind die Lokalisation proximaler Stenonscher Gang und distaler Stenonscher Gang zusammengefasst; 0 = nein, 1 = ja.

Zitrone/IPAT	Lokalisation							
	Par. intragl.		Par. prox. und Par. dist.		Sub. intragl.		Sub. extragl.	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
0/0	2,08	1,14	2,44	1,30	2,10	1,08	2,81	1,14
1/0	1,63	0,80	1,74	0,96	1,18	0,90	2,18	1,16
0/1	2,54	1,21	2,69	1,30	2,62	1,14	3,24	1,17
1/1	1,96	0,79	1,90	0,91	2,07	0,81	2,54	1,08

In der schräg sagittalen Schichtführung hingegen zeigten die intraglandulären Anteile der Glandulae submandibulares die beste Darstellbarkeit (1,18 – 2,62; SD +/- 0,81 – 1,14), wobei sich hier eine Signifikanz gegenüber dem Stenonschen Gang (1,74 – 2,69; SD +/- 0,91 – 1,30) und dem Whartonschen Gang (2,18 – 3,24; SD +/- 1,08 – 1,17) nachweisen ließ. Die schlechteste Darstellung in der schräg sagittalen Schichtführung zeigte der Whartonsche Gang (2,18 - 3,24; SD +/- 1,08 – 1,17), mit einer Signifikanz gegenüber dem Stenonschen Gang (1,74 – 2,69; SD +/- 0,91 – 1,30) und gegenüber den intraglandulären Anteilen beider großer Speicheldrüsen (1,18 – 2,54; SD +/- 0,90 – 1,21) (**Tab. 5**). Ein signifikanter Einfluss der Schichtführung auf die Darstellung der Ausführungsgänge konnte nicht nachgewiesen werden.

Bei allen Probanden wurden raterunabhängig die Ausführungsgänge nach Gabe des Sialogogums signifikant besser bewertet als ohne Stimulation ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,049$), während die Ausführungsgänge sämtlicher Lokalisationen mittels paralleler Bildakquisitionstechnik signifikant schlechter bewertet wurden als die erhobenen MR-Sialographien mit konventioneller Akquisitionstechnik ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,013$).

Nachfolgend wurde mit dem Subprogramm „General Linear Model“ eine dreifaktorielle univariante Varianzanalyse mit den Faktoren Parallele Bildgebung (IPAT = integrated parallel acquisition technique), Zitrone und Lokalisation in der SPSS-Voreinstellung unter zusätzlicher Ausgabe der Effektstärken durchgeführt. Als Post hoc-Test wurde der Tamhane's Test eingesetzt.

Tabelle 6: Auswertung der 3 Haupteffekte im Einzelnen; 0 = nein, 1 = ja.

IPAT	Sialogogum	Lokalisation	Mittelwert	Standard- abweichung	N
0	0	Par. intragl.	2,2175	1,0709	146
		Par. prox.	2,1096	1,2909	146
		Par. dist.	2,3893	1,3894	70
		Sub. intragl.	2,3662	0,9833	142
		Sub. extragl.	2,7306	1,1256	142
		Total	2,3572	1,1732	646
	1	Par. intragl.	1,8417	0,8347	150
		Par. prox.	1,5483	0,8741	150
		Par. dist.	1,9324	1,0331	74
		Sub. intragl.	2,1079	0,9477	146
		Sub. extragl.	2,3031	1,1833	146
		Total	1,9452	1,0087	666
Total	Total	Par. intragl.	2,0270	0,9752	296
		Par. prox.	1,8252	1,1331	296
		Par. dist.	2,1545	1,2365	144
		Sub. intragl.	2,2352	0,9724	288
		Sub. extragl.	2,5139	1,1729	288

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

1	0	Total	2,1481	1,1116	1312	
		Par. intragl.	2,5552	1,0895	145	
		Par. prox.	2,2308	1,2775	143	
		Par. dist.	2,5478	1,2749	68	
		Sub. intragl.	2,7375	1,0667	140	
			Sub. extragl.	3,0464	1,1370	140
			Total	2,6297	1,1901	636
		1	Par. intragl.	2,0983	0,7814	150
			Par. prox.	1,6550	0,8673	150
			Par. dist.	2,0304	0,9463	74
		Sub. intragl.	2,2979	0,8455	146	
		Sub. extragl.	2,4675	1,0240	146	
		Total	2,1156	0,9335	666	
	Total	Par. intragl.	2,3229	0,9712	295	
		Par. prox.	1,9360	1,1228	293	
		Par. dist.	2,2782	1,1416	142	
		Sub. intragl.	2,5131	0,9834	286	
		Sub. extragl.	2,7509	1,1172	286	
		Total	2,3667	1,0967	1302	
Total	0	Par. intragl.	2,3857	1,0915	291	
		Par. prox.	2,1696	1,2835	289	
		Par. dist.	2,4674	1,3318	138	
		Sub. intragl.	2,5505	1,0405	282	
		Sub. extragl.	2,8874	1,1403	282	
			Total	2,4924	1,1890	1282
		1	Par. intragl.	1,9700	0,8173	300
			Par. prox.	1,6017	0,8709	300
			Par. dist.	1,9814	0,9885	148
			Sub. intragl.	2,2029	0,9016	292
		Sub. extragl.	2,3853	1,1077	292	
		Total	2,0304	0,9752	1332	
	Total	Par. intragl.	2,1747	0,9836	591	
		Par. prox.	1,8803	1,1284	589	

Par. dist.	2,2159	1,1898	286
Sub. intragl.	2,3737	0,9869	574
Sub. extragl.	2,6320	1,1506	574
Total	2,2570	1,1094	2614

Tabelle 7: Aufschlüsselung der Wechselwirkung zwischen IPAT, Zitrone und Lokalisation in Abhängigkeit vom mittleren Rating.

Source	Type	III Df	Mean	F	Sig.	Eta
	Sum	of	Square			Squared
	Squares					
Cor. Model	357,692	19	18,826	17,084	0,000	0,111
Intercept	12311,718	1	12311,718	11172,527	0,000	0,812
IPAT	27,074	1	27,074	24,569	0,000	0,009
Sialogogum	130,128	1	130,128	118,088	0,000	0,044
Lokalisation	176,105	4	44,026	39,953	0,000	0,058
IPAT*Sialog.	1,439	1	1,439	1,305	0,253	0,001
IPAT*Lokal.	3,723	4	0,931	0,845	0,497	0,001
Sialog.*Lokal.	4,101	4	1,025	0,930	0,0445	0,001
IPAT*Sial*Lo.	0,641	4	0,160	0,145	0,965	0,001
Error	2858,493	2594	1,102			
Total	16531,813	2614				
Corrected	3216,185	2613				

Die SPSS-Auswertung zeigte, dass alle drei Haupteffekte, wie IPAT, Zitrone und Lokalisation, signifikant waren (**Tab. 6**), während alle Wechselwirkungen, z.B. IPAT*Zitrone etc., nicht signifikant waren (**Tab. 7**). Das partielle Eta-Quadrat war dabei ein Maß der Effektstärke. Die Lokalisation erklärte 6 %, Zitrone 4 % und die Verwendung von IPAT nur noch 0,9 % der Varianz (**Tab. 7**). Die Lokalisationen wurden mit unterschiedlicher Qualität bewertet, jedoch stets besser nach Verabreichung von Zitrone und schlechter unter Verwendung paralleler Bildgebung (**Tab. 6**).

3.2. Probanden bei 3,0 T

Zunächst wurde erneut die Beurteilerübereinstimmung ermittelt und der Intraclass-Korrelationskoeffizient für die Ratergruppe berechnet. Eventuelle Niveauunterschiede zwischen den Beurteilern wurden mit der Option „Absolute Übereinstimmung“ einbezogen. Für die Übereinstimmung der über die Beurteilergruppe gemittelten vier Ratings ergab sich erneut eine hochsignifikante Intraclass-Korrelation von 0,8879 (CI = 0,875/0,9000; F = 9,1138; p < 0,001).

Tabelle 8: Einfaktorielle Varianzanalyse der 5 Untersuchungsabschnitte.

Lokalisation	N	Mittelw.	Std.abw.	Std.fehler	95% Konf.intervall		Min	Max.
					Obergr.	Untergr.		
Par. intragl.	197	1,8934	0,6800	4,845E-02	1,7979	1,9890	1,00	4,50
Par. prox.	197	1,6117	0,7699	5,485E-02	1,5035	1,7198	1,00	4,50
Par. dist.	98	2,2245	0,9682	9,781E-02	2,0304	2,4186	1,00	4,75
Sub. intragl.	197	2,4619	0,9013	6,421E-02	2,3353	2,5886	1,00	5,00
Sub. extrag.	197	2,9302	0,9999	7,124E-02	2,7897	3,0707	1,00	5,00
Total	886	2,2243	0,9845	3,307E-02	2,1594	2,2892	1,00	5,00

Die Varianzanalyse wurde signifikant ($F_{4,881} = 69,08$, $p < 0,001$). Entsprechend der o.g. Tabelle (**Tab. 8**) zeigte der proximale Parotisausführungsgang von allen weiteren Abschnitten in den Post-hoc-Tests sehr signifikant die besten Einschätzungsergebnisse der Rater (1,5035-1,7198; SD +/- 0,7699). Die Ergebnisse für den Ausführungsgang der Glandula submandibularis fielen in der Gesamtauswertung der Rater am schlechtesten aus (2,7897-3,0707; SD +/- 0,9999).

Eine vierfaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Lokalisation, Sialogogum, Schnittführung (sagittal/axial) und Seite (rechts/links) war diesmal nicht sinnvoll, da einige Aufteilungen keine gültigen Werte erzielten.

Tabelle 10: Interferierende Effekte zwischen den o. g. Parametern: Sialogogum, Seite (rechts/links) und Lokalisation.

Source	Type	III df	Mean Square	F	Sig.	Eta Squared
	Sum of Squares	of				
Corrected Model	250,989	19	13,210	18,855	0,000	0,293
Intercept	4041,566	1	4041,566	5768,530	0,000	0,869
Sialogogum	26,926	1	26,926	38,431	0,000	0,042
Seite	0,568	1	0,568	0,810	0,368	0,001
Lokalisation	205,898	4	51,475	73,470	0,000	0,253
Sialog.*Seite	2,193E-021		2,193E-02	0,031	0,860	0,000
Sialog.*Lokal.	4,725	4	1,181	1,686	0,151	0,008
Seite*Lokal.	15,185	4	3,796	5,418	0,000	0,024
Sial.*Seit*Lok.	0,116	4	2,909E-02	0,042	0,997	0,000
Error	606,740	866	0,701			
Total	5241,313	886				
Corrected Total	857,728	885				

Hochsignifikante Effekte zeigten sich in der Wechselwirkung zwischen den Parametern Lokalisation und Sialogogum bzw. zwischen Lokalisation und Seite (**Tab. 9** (Seite 57) **und Tab. 10**).

Tabelle 11: Dreifaktorielle univariante Varianzanalyse: Sialogogum, Schnittführung (sagittal/axial) und Seite (rechts/links).

Sialogogum	Schnittführung	Seite	Mittelwert	Standardabweichung	N
prä sialogogum	sagittal	rechts	2,3825	1,0332	100
		links	2,3900	1,1952	100
		Total	2,3863	1,1143	200
	axial	rechts	2,4620	0,9662	125

		links	2,3280	0,9601	125
		Total	2,3950	0,9636	250
	Total	rechts	2,4267	0,9951	225
		links	2,3556	1,0689	225
		Total	2,3911	1,0321	450
post sialogogum	sagittal	rechts	1,9875	0,9282	100
		links	2,1406	1,1244	96
		Total	2,0625	1,0292	196
	axial	rechts	2,1438	0,8248	120
		links	1,9438	0,7337	120
		Total	2,0437	0,7854	240
	Total	rechts	2,0727	0,8748	220
		links	2,0312	0,9307	216
		Total	2,0522	0,9021	436
Total	sagittal	rechts	2,1850	0,9994	200
		links	2,2679	1,1648	196
		Total	2,2260	1,0839	396
	axial	rechts	2,3061	0,9119	245
		links	2,1398	0,8764	245
		Total	2,2230	0,8973	490
	Total	rechts	2,2517	0,9531	445
		links	2,1967	1,0155	441
		Total	2,2243	0,9845	886

Tabelle 12: Wechselwirkung zwischen den Komponenten: Sialogogum, Schnittführung (sagittal/axial) und Seite (rechts/links).

Source	Type III Sumdf	Mean Square	F	Sig.	Eta Squared	
Corrected Model	30,158	7	4,308	4,571	0,000	0,035
Intercept	4324,676	1	4324,676	4588,211	0,000	0,839
Sialogogum	24,822	1	24,822	26,335	0,000	0,029

Schnittführg.	7,317E-03	1	7,317E-03	0,008	0,930	0,000
Seite	0,411	1	0,411	0,436	0,509	0,000
Sial.*Schnittf.	4,623E-02	1	4,623E-02	0,049	0,825	0,000
Sialog.*Seite	8,675E-02	1	8,675E-02	0,092	0,762	0,000
Schnittf.*Seit	3,348	1	3,348	3,552	0,060	0,004
Sia*Schn*Sei	0,613	1	0,613	0,650	0,420	0,001
Error	827,570	878	0,943			
Total	5241,313	886				
Corr. Total	857,728	885				

Bezogen auf die zweite dreifaktorielle Auswertung: Sialogogum, Seite und Schnittführung, war hier nur der Faktor Sialogogum signifikant (**Tab. 11 und 12**).

3.3. Vergleich der Probanden bei 1,5 und 3,0 T

Die Übereinstimmung der vier Rater in der jetzt neuen Gesamtstichprobe von 1,5 und 3,0 Tesla ergab ebenfalls eine hohe mittlere Intraclass-Korrelation von 0,9373 (CI = 0,9338/0,9407; F = 16,0059; p < 0,001).

Tab. 14: Ergebnisse der Wechselwirkung zwischen den Faktoren Tesla (1,5/3,0 T), Sialogogum (prä/post), Schnittführung (sagittal/axial), Seite (rechts/links) und Lokalisation.

Source	Type	III Df	Mean	F	Sig.	Eta
	Sum	of	Square			Squared
	Squares					
Corrected Model	698,833	63	11,093	11,751	0,000	0,195
Intercept	11857,278	1	11857,278	12561,2340,000	0,805	
Tesla	1,193	1	1,193	1,263	0,261	0,000
Sialogogum	85,338	1	85,338	90,404	0,000	0,029
Schnittführung	9,234E-03	1	9,234E-03	0,010	0,921	0,000
Seite	0,604	1	0,604	0,640	0,424	0,000
Lokalisation	363,559	3	121,186	128,381	0,000	0,112

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

Tesla*Sialogogum	3,037	1	3,037	3,217	0,073	0,001
Tesla*Schnittführung	5,377E-02	1	5,377E-02	0,057	0,811	0,000
Sialogogum*Schnittführung	2,262	1	2,262	2,396	0,122	0,001
Tesla*Sialog.*Schnittführung	3,323	1	3,323	3,520	0,061	0,001
Tesla*Seite	0,513	1	0,513	0,544	0,461	0,000
Sialogogum*Seite	0,591	1	0,591	0,626	0,429	0,000
Tesla*Sialogogum*Seite	8,523E-02	1	8,523E-02	0,090	0,764	0,000
Schnittführung*Seite	4,376	1	4,376	4,636	0,031	0,002
Tesla*Schnittführung*Seite	1,822	1	1,822	1,930	0,165	0,001
Sialogogum*Schnittf.*Seite	7,879E-02	1	7,879E-02	0,083	0,773	0,000
Tesla*Sialog.*Schnittf.*Seite	1,017	1	1,017	1,077	0,299	0,000
Tesla*Lokalisation	35,403	3	11,801	12,502	0,000	0,012
Sialogogum*Lokalisation	4,286	3	1,429	1,513	0,209	0,001
Tesla*Sialogogum*Lokalisat.	2,170	3	0,723	0,766	0,513	0,001
Schnittführung*Lokalisat.	21,903	3	7,301	7,735	0,000	0,008
Tesla*Schnittf.*Lokalisat.	45,212	3	15,071	15,965	0,000	0,015
Sialog.*Schnittf.*Lokalisat.	0,332	3	0,111	0,117	0,950	0,000
Tesla*Sialog.*Schnittf.*Lok.	0,758	3	0,253	0,268	0,849	0,000
Seite*Lokalisation	17,578	3	5,859	6,207	0,000	0,006
Tesla*Seite* Lokalisation	7,244	3	2,415	2,558	0,053	0,003
Sialog.*Seite*Lokalisation	0,141	3	4,716E-02	0,050	0,985	0,000
Tesla*Sialog.*Seite*Lokal.	0,348	3	0,116	0,123	0,947	0,000
Schnittf.*Seite*Lokalisation	9,562	3	3,187	3,377	0,018	0,003
Tesla*Schnittf.*Lokalisation	8,080	3	2,693	2,853	0,036	0,003
Sialog.*Seite*Lokalisation	0,125	3	4,151E-02	0,044	0,988	0,000
Tes*Sialo*Schnittf*Seit*Lok	0,936	3	0,312	0,330	0,803	0,000
Error	2880,960	30520,944				
Total	19389,438	3116				
Corrected Total	3579,793	3115				

Die Varianzanalyse ergab signifikante Haupteffekte bezüglich Lokalisation ($\eta^2 = 0,112$) und Sialogogum ($\eta^2 = 0,029$) und zahlreiche signifikante Wechselwirkungen (**Tab. 13** (Seite 59) **und Tab. 14**). In den Tamhane's Tests fanden sich keine signifikanten

Unterschiede zwischen dem distalen Parotis-Hauptgang und dem intraglandulären Parotisabschnitt ($p = 0,605$) bzw. zum intraglandulären Abschnitt der Submandibularis ($p = 0,083$). Alle weiteren Paarvergleiche waren signifikant ($p < 0,001$).

Tabelle 15: Mittelwerte bei 1,5 und 3,0 Tesla.

Tesla	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Mittlerer Standardfehler
1,5	2614	2,2570	1,1094	2,170E-02
3,0	886	2,2243	0,9845	3,307E-02

Der Unterschied der Mittelwerte zwischen 1,5 und 3,0 Tesla war nicht signifikant ($t = 0,83$; $df = 1703,95$; $p = 0,409$) (**Tab. 15**). Im Einzelnen betrug der Mittelwert für alle Untersuchungen bei 1,5 T 2,2620 (SD +/- 1,0993) und bei 3,0 T 2,2243 (SD +/- 0,9871) (**Tab. 13**).

3.4. Exemplarische Bildbeispiele

Abbildung 5 a/b: Darstellung der linksseitigen Ausführungsgänge der Glandula parotidea und submandibularis eines 29-jährigen Probanden in schräg sagittaler Schichtführung bei 1,5 T. Die Abbildung zeigt die Gänge vor (**Abb. 5a**) und nach (**Abb. 5b**) Applikation von 5 ml Zitronensaft, wodurch es zu einer deutlich besseren Demarkierung der intra- und extraglandulären Ganganteile kam.

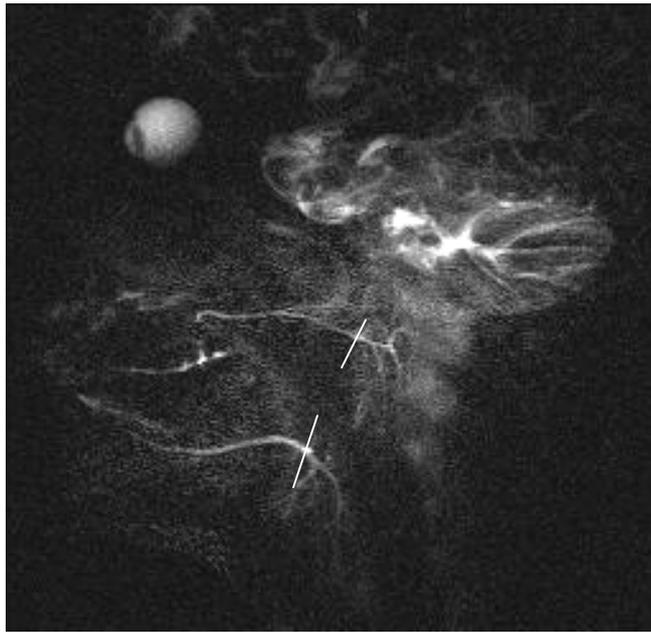


Abb. 5a

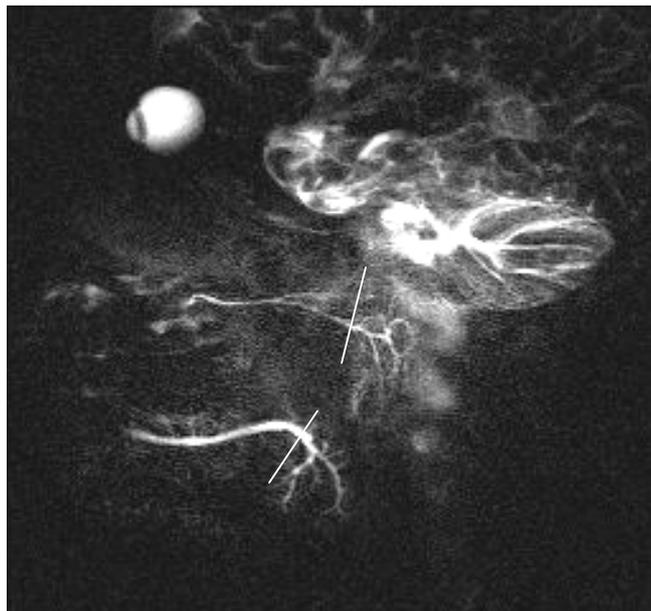


Abb. 5b

Abbildung 6a und b: Darstellung der Ausführungsgänge der großen Speicheldrüsen eines 33-jährigen Probanden in axialer Schichtführung ohne (**Abb. 6a**) und mit (**Abb. 6b**) paralleler Akquisitionstechnik (IPAT) bei 1,5 T, die zu einer qualitativ schlechteren Darstellung der Ausführungsgänge führte.

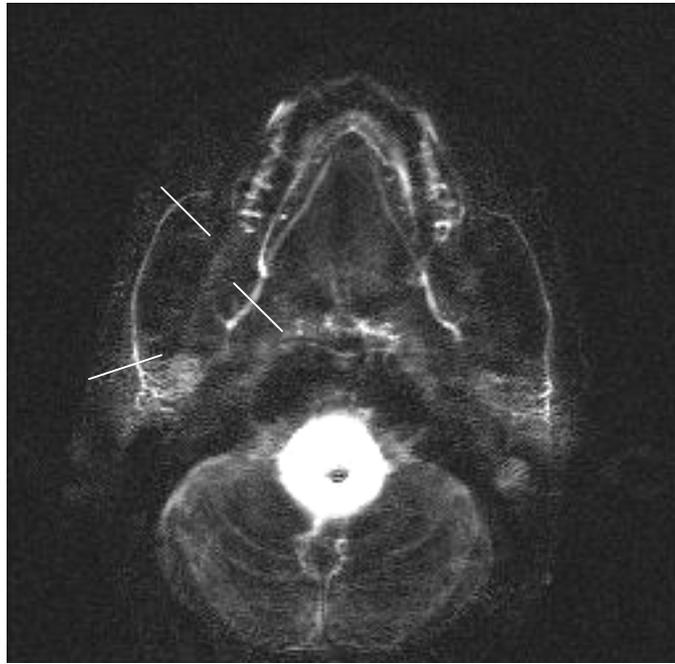


Abb. 6a

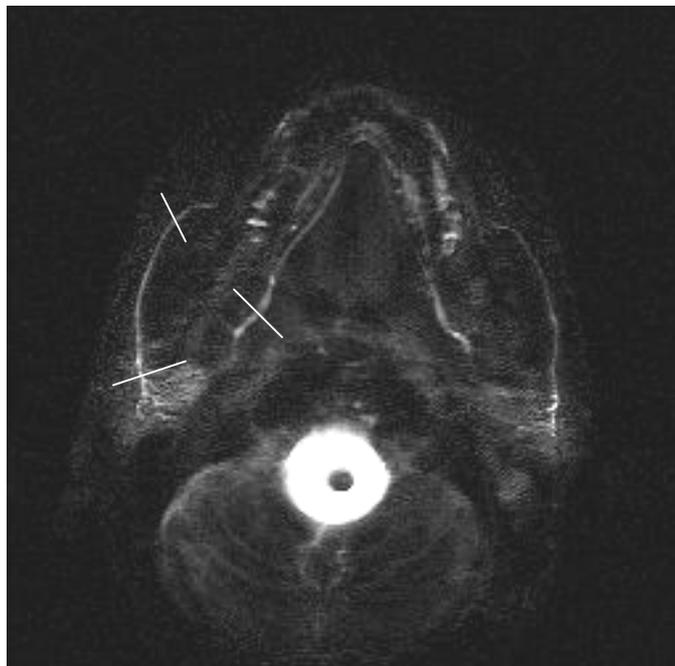


Abb.6b

Abbildung 7a und b: Darstellung der Ausführungsgänge der großen Speicheldrüsen eines Probanden in axialer Schichtführung bei 1,5 Tesla (**Abb. 7a**) und 3,0 Tesla (**Abb. 7b**) ohne signifikanten Unterschied in der Abbildungsqualität der Ausführungsgänge.

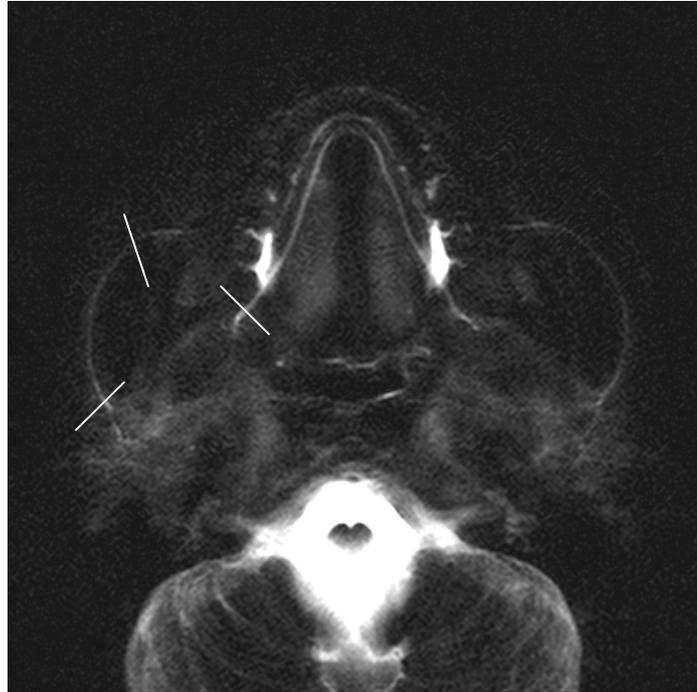


Abb. 7a

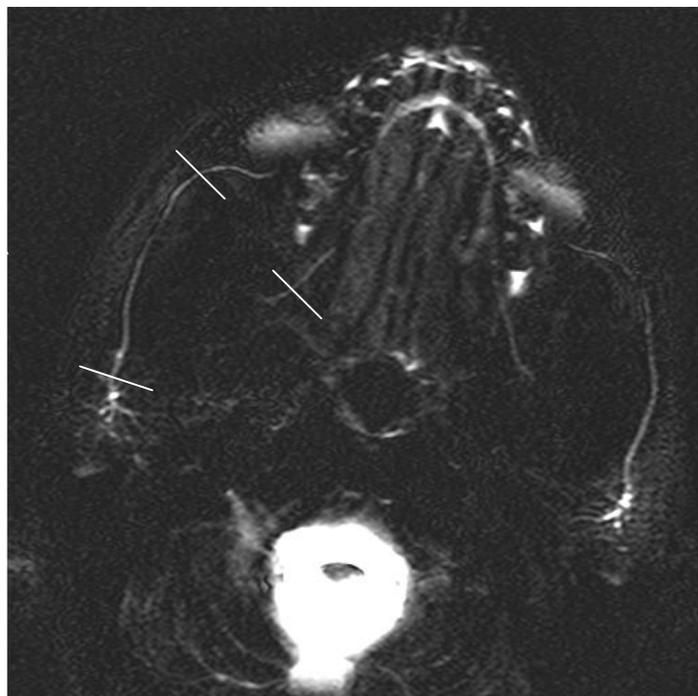


Abb. 7b

4. Diskussion

Die kontrastmittelunterstützte, konventionelle Sialographie galt lange Zeit als die einzige Möglichkeit, nichtgestaute Speichelgänge bildgebend darzustellen. Durch die Entwicklung der digitalen Subtraktionssialographie (DSS) gelang infolge der digitalen Aufnahmen eine Verbesserung der Simultanabbildung zentraler und peripherer Gänge und Dank der Subtraktionstechnik unter Eliminierung der knöchernen Strukturen, wie beispielsweise die Mandibula, ein höherer Kontrast und Verringerung der Expositionsdosis. Damit konnte die Sensitivität dieser Modalität bei Detektion einer Sialolithiasis auf 96 - 100 % gesteigert werden (Landwehr, Hohmann et al. 1992).

Das wichtigste Einsatzgebiet der konventionellen Sialographie liegt, neben den weder röntgenologisch noch sonographisch nachweisbaren Steinen, in der Diagnostik von Sialadenitiden, insbesondere in der Darstellung der frühen Veränderungen mit Rarefizierung des Gangsystems und Kontrastierung der azinären und zystischen Gangausziehungen unter dem Bild des „entlaubten Baums“ (Schroder, Jungehulsing et al. 1998; Schroder, Jungehulsing et al. 1998; Becker 2000; Takagi 2005; Kalinowski 2001; Sakamoto, Sasano et al. 2001).

Trotz einiger Nachteile oder sogar vorliegender Kontraindikationen ist die konventionelle Sialographie noch immer die Standardmethode zur Evaluation der duktalem Systeme der Glandula parotidea und submandibularis (Yousem, Kraut et al. 2000). Wesentliche Nachteile sind dabei die obligate Sondierung der Papille bzw. der Caruncula und die Notwendigkeit der Kontrastmittelapplikation. Bewegungsartefakte durch die bei der retrograden Kontrastmittelinjektion resultierenden Kopfbewegungen können zu Abbildungsproblemen bei der Subtraktionssialographie führen. Traumatische Läsionen, wie Perforation oder Ruptur des Gangsystems infolge der Katheterisierung, konsekutive Keimverschleppung der Mundflora nach intraduktal und intraglandulär mit nachfolgenden Entzündungen bzw. Aktivierung einer klinisch latenten Infektion, bishin zu einer Steindislokation bei Sialolithiasis sind möglich. Bei Lage der Sialolithen nahe der Papille kann die umgebende Mukosa infolge eines Ödems zu einer Einengung dieser führen und damit eine Katheterisierung selbst für den erfahrenen Untersucher

unmöglich machen. Zudem können Stenosen durch intraduktale Fibrosen bei chronischer Sialadenitis oder durch vorausgegangene Kanülierungen entstehen. Eine Kontraindikation besteht bei Patienten mit akuten Infektionen wegen der möglichen Keimaszension in die Speicheldrüsen. Hinzukommen mögliche Allergien infolge des jodhaltigen Kontrastmittels und die nicht zu vernachlässigende Strahlungsexposition (Golder and Riffeser 1992; Cockrell and Rout 1993; Hebert, Ouimet-Oliva et al. 1993; Heverhagen, Kalinowski et al. 2000; Jager, Menauer et al. 2000).

Die Sonographie hingegen ist nichtinvasiv und kann auch bei akuten Infektionen durchgeführt werden. Die Ergebnisse sind jedoch stark untersucherabhängig. Steine kleiner als 3 mm können übersehen werden, da sie je nach chemischer Zusammensetzung eventuell keinen dorsalen Schallschatten aufweisen. In Verbindung mit der Feinnadelaspirationszytologie hat der Ultraschall in der Diagnostik von Speicheldrüsenerkrankungen aufgrund seiner Verfügbarkeit, der fehlenden Strahlenexposition und der geringen Kosten bei hoher Bildauflösung und großer diagnostischer Treffsicherheit einen wichtigen Stellenwert in der Bilgebung (Schroder, Jungehulsing et al. 1998).

Während die computertomographische Darstellung (CT-Sialographie) wegen fehlender Zusatzinformationen bei zusätzlich höherer Strahlenexposition und ebenfalls retrograder KM-Injektion keine Akzeptanz fand, verspricht die kernspintomographische Darstellung des langsam fließenden Speichels, als natürliches Kontrastmittel, durch extrem lange Echozeiten in stark T2-gewichteten Sequenzen Vorteile, nicht zuletzt wegen der fehlenden KM-Applikation. Die MR-Sialographie erlaubt die Untersuchung aller großer Speicheldrüsen, ohne den Patienten neu lagern zu müssen. Zur weiteren Abklärung von größeren oder diffusen Speicheldrüsentumoren ist die Kernspintomographie der CT bezüglich Noninvasivität und Weichteilkontrast überlegen. Sie ist limitiert durch die geringe Detailauflösung und relativ lange Akquisitionszeiten (Golder and Riffeser 1992; Cockrell and Rout 1993; Hebert, Ouimet-Oliva et al. 1993; Heverhagen, Kalinowski et al. 2000; Jager, Menauer et al. 2000).

Um die konventionelle Sialographie durch die nichtinvasive MR-Sialographie abzulösen, bedarf es reproduzierbarer, schneller Sequenzen, die ohne zeitaufwendige Nachbearbeitung eine vergleichbare Bildqualität bieten (Lomas 1996). Dabei ist zu beachten, dass es in der konventionellen Sialographie durch die Applikation von Kontrastmittel auch bei größter Vorsicht zu einer, wenn auch nur geringgradigen, artifiziellen Aufweitung des Gangsystems kommt, welches somit zu einer besseren Visualisierbarkeit der Gangsysteme führt (Arcelin 1921; Rabinov 1981; Golder and Riffeser 1992; Hebert, Ouimet-Oliva et al. 1993). Im Rahmen der Evaluation der Gänge mittels Magnetresonanztomographie ist eine solche Aufweitung nicht zu erwarten, so dass von einer physiologischen Darstellung auszugehen ist und MR-tomographisch folglich Gänge kleineren Diameters abgebildet werden müssen.

Einige Studien haben belegt, dass die MR-Sialographie in der Lage ist, die Ausführungsgänge der großen Speicheldrüsen mit einer guten Detailauflösung reproduzierbar darzustellen. Allerdings sind jedoch eine relativ lange Akquisitionszeit und nachfolgende Reformationen notwendig (Becker 2000; Jager, Menauer et al. 2000). Bei den genannten Arbeiten lag die Akquisitionszeit zwischen 4 min 12 s und 6 min 30 s. Insbesondere die Arbeiten, die sich mit schnellen Akquisitionszeiten im Bereich von Sekunden beschäftigten, haben nur geringe Zahlen gesunder Probanden vorzuweisen oder aber haben sich mit der Wertigkeit der MR-Sialographie bei Erkrankungen beschäftigt, die definitionsgemäß mit einer intra- oder extraglandulären Erweiterung der Gangsysteme einhergehen (Lomas 1996; Murakami 1998; Tonami, Ogawa et al. 1998; Sakamoto, Sasano et al. 2001; Heverhagen, Kalinowski et al. 2000).

So beispielsweise in einer Arbeit von Heverhagen et al., bei der bei 24 Patienten mit einer Sialadenitis oder einer Sialolithiasis ebenfalls eine ss-TSE (Akquisitionszeit 7 sec) zur MR-Sialographie verwendet wurde (Heverhagen, Kalinowski et al. 2000), jedoch auch bei allen Patienten eine Aufweitung des Gangsystems vorlag. Kalinowski et al. haben in ihrer 2002 publizierte Arbeit 65 Patienten mit einer ss-TSE untersucht, die mit Verdacht auf eine Sialadenitis oder Steinleiden überwiesen wurden (Kalinowski, Heverhagen et al. 2002). Bei einer Akquisitionszeit von 7 sec und ebenfalls nicht notwendiger Nachverarbeitung kam es, wie berichtet wurde, MR-tomographisch unter Umständen zu Abbildungsproblemen bei nicht dilatierten Gängen. In beiden o.g.

Arbeiten wurden zum einen keine gesunden Probanden und zum anderen kein graduiertes Bewertungsschema eingesetzt. Niemela et al. führten MR-Sialographien mittels ss-TSE mit guten Ergebnissen bei Patienten mit Sjögren-Syndrom u.a. im Vergleich mit gesunden Patienten durch (Niemela, Paakko et al. 2001; Niemela, Takalo et al. 2004), eine qualitative Beurteilung und Differenzierung zwischen extra- und intraglandulären Gangabschnitten wurde allerdings nicht vorgenommen. Jager et al. gaben vor den kernspintomographischen Untersuchungen der großen Speicheldrüsen regelmäßig Zitronensaft zur Stimulation, ohne jedoch die Wertigkeit dieser Applikation durch einen Vergleich ohne Stimulanz zu bestimmen (Jager, Menauer et al. 2000).

Sämtliche publizierte Arbeiten, die sich mit den schnellen Sequenzen zur MR-Sialographie beschäftigt haben, untersuchten keine Probanden oder nur kleine Kollektive gesunder Probanden mit dem Ergebnis, dass die angewandten Sequenzen eine gute Visualisierung der Ausführungsgänge ermöglichten (Lomas 1996; Murakami 1998; Tonami, Higashi et al. 2001; Niemela, Takalo et al. 2004). Eine qualitative Auswertung erfolgte jedoch bei keiner der genannten Studien, so dass auch eine Korrelation der Bewertungen verschiedener Auswerter nicht ermittelt wurde.

Die meisten Studien wurden mit Hilfe eines 1,5 T oder 1,0 T MR-Tomographen durchgeführt (Som, Shugar et al. 1981; Jager, Menauer et al. 2000; Heverhagen, Kalinowski et al. 2000). Bislang existieren keine vergleichenden Studien, betreffend die Feldstärke sowie im Hinblick auf 3,0 Tesla. Eines der Ziele dieser Studie bezog sich daher auf den Vergleich 1,5 T versus 3,0 T sowie den Einsatz unterschiedlicher Spulensysteme. Das bereits für 1,5 T optimierte Sequenzprotokoll wurde auf das 3,0 T System angepasst. Mögliche Gründe für die bei höherer Feldstärke nicht signifikant verbesserte Abbildungsqualität der Ausführungsgänge liegen womöglich in den stärkeren Feldinhomogenitäten bei 3,0 T bzw. in der zu Beginn der Studie nur vorliegenden 6-Kanal-Kopfspule.

Ein Sialogogum zur verbesserten Darstellbarkeit der Gangsysteme kam nur selten zum Einsatz (Jager, Menauer et al. 2000; Heverhagen, Kalinowski et al. 2000), wobei auch hier kein Vergleich vor und nach oraler Stimulation bei gesunden Probanden stattfand.

Zudem wurde, wenngleich die Ausführungsgänge als darstellbar galten, bislang keine graduierte Einteilung vorgenommen.

In allen bisher durchgeführten MR-Sialographie-Studien kamen die transversale, oblique sagittale und koronare Schichtführung zum Einsatz ohne stattgehabten Vergleich (Becker 2000; Dailiana, Chakeres et al. 1997). Während die transversale Angulierung eine Unterteilung in proximalen und distalen Parotisgangabschnitt erlaubte, rückte die oblique sagittale Schichtung die intraglandulären Gangabschnitte ins bessere Licht und präsentierte Bilder vergleichbar mit der konventionellen Sialographie. Signifikante Qualitätsunterschiede bezüglich der Angulierung konnten in dieser Studie nicht festgestellt werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Implementierung einer Sequenz, die es erlaubt mit einer sehr kurzen Akquisitionszeit und ohne aufwendige Nachbearbeitung, die Ausführungsgänge der großen Speicheldrüsen bei gesunden Probanden reproduzierbar darzustellen. Desweiteren sollte der Effekt eines Sialogogums evaluiert werden, der, vergleichbar zur konventionellen Sialographie, zu einer verstärkten, jedoch physiologischen Füllung des Gangsystems führt.

Die Wahl fiel auf eine T2w ss-TSE, als eine robuste und schnelle Methode, die unter Verwendung langer Echozeiten (TE 456 ms) den intraduktalen Speichel mit hohem Kontrast vom umgebenden Gewebe abzugrenzen vermag und zudem eine Nachrekonstruktion durch eine suffiziente Fettunterdrückung mittels eines schichtselektiven Inversionsimpulses (TI 280 ms) überflüssig werden lässt. Zum jetzigen Zeitpunkt bleibt es unklar, warum die optimale TI nicht die zu erwartenden 170 - 190 ms betrug. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die schnelle Relaxation des Fettgewebes dazu führte, dass durch die große Zahl an 180-Grad-Pulsen die schon positive Z-Magnetisierung des Fettes durch imperfekte Pulse kleiner 180 Grad wieder in die xy-Ebene gekippt wurde, so dass die Inversionszeit von 280 ms bei einer effektiven Echozeit von 456 ms eine optimale Fettsättigung erzeugte.

Die Darstellbarkeit der intraglandulären Ausführungsgänge wurde in der vorliegenden Arbeit durchgehend von allen vier Auswertern als „gut“ eingestuft, entsprechend einer

Darstellung der Gänge 2. Ordnung. Diese liessen sich mit der von Jager et. al verwendeten RARE-Sequenz nur selten abbilden (Jager, Menauer et al. 2000).

Einzig Jager et. al gaben regelhaft vor der kernspintomographischen Untersuchung der Speicheldrüsen-Ausführungsgänge Zitronensaft zur Stimulation des Speichelflusses (Jager, Menauer et al. 2000). Die Wertigkeit dieser Applikation wurde jedoch nicht bestimmt, da ein Vergleich vor Stimulation nicht vorlag. Die Ergebnisse dieser Arbeit belegten eine signifikant bessere Darstellung der Ausführungsgänge nach Gabe eines Sialogogums, im Sinne einer physiologischen Aufweitung und damit verbesserten Darstellbarkeit der Ausführungsgänge. In etwa gleichzusetzen mit der retrograden KM-Applikation in der konventionellen Sialographie, wobei eine Überfüllung der Gänge oder gar Parenchymschäden bei der MR-Sialographie ausgeschlossen sind (Golder and Riffeser 1992).

Die Durchführung einer parallelen Akquisitionstechnik erbrachte in der vorliegenden Arbeit mit der gewählten ss-TSE keine Verbesserung der Bildqualität, sondern wurde von allen Auswertern als signifikant schlechter eingestuft. Der Vorteil der höheren Auflösung der parallelen Akquisitionstechnik wurde somit durch das höhere Rauschen und die Rekonstruktionsartefakte zum Negativen beeinflusst.

Mit den entwickelten ss-TSE-Sequenzen konnten bei allen Probanden, trotz physiologischer Gangfüllung, die intra- und extraglandulären Ganganteile der Glandulae parotidae und der Glandulae submandibulares innerhalb kürzester Zeit (2,8 sec bei 1,5 T und 10 sec bei 3,0 T) suffizient, in axialer und sagittaler Schichtführung dargestellt werden, wobei die in schräg sagittaler Angulierung MR-tomographisch erfassten Speicheldrüsengänge der konventionellen Sialographie im Auge des Betrachters am ehesten entsprachen. Bei keinem Probanden führten, anders als in vorherigen Studien (Murakami 1998), zahnersatzbedingte Artefakte bzw. eine unzureichende Fettsuppression zu nicht beurteilbaren Ganganteilen oder kam es zum Nachweis pathologischer Veränderungen.

In Abhängigkeit von der Probanden-/Patientenverträglichkeit bzw. -ausdauer ließ sich eine Kontrastmittel unterstützte MR-Tomographie der Speicheldrüsen-/Halsregion

anschließen, z.B. bei Fragen nach Lokalisation und Ausbreitung von ggf. inzidentell entdeckten entzündlichen oder tumorösen Pathologien. Hier benutzten wir eine 3D-segmentierte steady state free procession-Sequenz.

Die MR-Sialographie bildet nicht nur das flüssigkeitsgefüllte Speicheldrüsenangangs-system ab, sondern deckt unter Umständen weitere flüssigkeitsintense, nicht in direktem Kontakt mit den Ausführungsgängen stehende Pathologien auf, Zufallsbefunde wie eine tiefe Ranula (Becker 2000). Probleme können auftreten bei Vorliegen von zu wenig Speichel (chronische Sialadenitis, Sjögren-Syndrom) und bei den üblichen MR-Kontraindikationen, wie Herzschrittmacher, ferromagnetische Materialien, Innenohrimplantat, Epilepsie oder Klaustrophobie (Becker, Marchal et al. 2000; Heverhagen, Kalinowski et al. 2000).

Subsummierend konnte im Rahmen dieser Arbeit, nach Implementierung ultraschneller Untersuchungssequenzen zur MR-tomographischen Darstellung der Speicheldrüsen-Ausführungsgänge, der positive Einfluss einer oralen Stimulation durch ein Sialogogum sowie das Fehlen einer nennenswerten Verbesserung der Bildqualität durch parallele Akquisitionstechnik bzw. ein stärkeres Magnetfeld, nachgewiesen werden.

5. Zusammenfassung

Bei den bisher gesammelten Erfahrungen scheint die MR-Sialographie eine viel versprechende Methode zur nichtinvasiven Beurteilung der Speicheldrüsendgänge zu sein. Die wichtigsten Vorteile bestehen in der fehlenden Strahlenexposition, Invasivität und Verwendung von Kontrastmittel. Ein Vergleich mit den Speicheldrüsen der kontralateralen Seite ist im selben Untersuchungsgang ohne Neupositionierung des Patienten möglich. Die mr-tomographische Untersuchung kann auch bei einer akuten Sialadenitis mit Verschwellung der Orifizien durchgeführt werden und bietet eine Alternative bei einer im Rahmen einer konventionellen Sialographie missglückten Katheterisierung der Gänge. Bei Vorliegen ausgearbeiteter MR-Protokolle kann die Untersuchung auch durch einen Unerfahrenen erfolgen. Prästenotische Gangabschnitte und Parenchymläsionen sowie zystische Speichelretentionen sind im Gegensatz zur konventionellen Sialographie problemlos darstellbar. Besteht der Verdacht auf eine maligne Raumforderung, so kann die Untersuchung im Hinblick auf eine folgende Operation und der dazu räumlichen Beurteilbarkeit durch eine T1w SE-Sequenz mit Kontrastmittel ergänzt werden.

Die in dieser Arbeit vorgestellten ultraschnellen T2w ss-TSE-Sequenzen mit Akquisitionszeiten von 2,8 sec bei 1,5 Tesla und 10 sec bei 3,0 Tesla zeigten ohne notwendige Nachbearbeitung und bei hoher Intraclass-Korrelation (0,89 - 0,95), d.h. bei hoher diagnostischer Wertigkeit der evaluierten Sequenzen, innerhalb der Bewertergruppe gute Ergebnisse in der Darstellung der extra- und intraglandulären Ausführungsgänge bei gesunden Probanden. Dabei wurde gemäß einer visuell eingestuften Skala von 1 – 5 der proximale Ausführungsgang der Glandula parotidea insgesamt, unabhängig von Akquisitionstechnik und Stimulationszustand der Speicheldrüsen, am besten (1,81; SD +/- 1,06), der Ausführungsgang der Glandula submandibularis hingegen am schlechtesten (2,71; SD +/- 1,12) bewertet.

Unabhängig von der Feldstärke führte die Gabe eines Sialogogums zur signifikanten Verbesserung der Abbildungsqualität der Ausführungsgänge, beispielsweise anhand des Stenonschen Gangs prä sialogogum (2,09; SD +/- 1,21), post sialogogum (1,81; SD +/-

1,06). Zu einer Anhebung der Bildqualität sollte daher vor jeder MR-Sialographie eine Stimulation der Speicheldrüsen mittels eines oral applizierten Sialogogums erfolgen. Beim Vergleich der Feldstärken kam es in Bezug auf den Stenonschen Gang bei 3,0 Tesla (1,61; SD +/- 0,77) nur zu gering verbesserten Ergebnissen im Gegensatz zu 1,5 Tesla (1,88; SD +/- 1,12), womöglich durch stärkere Feldinhomogenitäten und den Einsatz eines unterschiedlichen Oberflächenspulensystems bei 3,0 T. Bezüglich der Schichtführung ergaben sich Vorteile in der sagittalen Ebene: Stenonscher Gang sagittal (1,56; SD +/- 0,90), axial (2,05; SD +/- 1,13). Die Anwendung paralleler Akquisitionstechniken (IPAT) bei 1,5 Tesla erbrachte keine signifikanten Vorteile, anhand des Stenonschen Gangs ohne IPAT (2,11; SD +/- 1,29), mit IPAT (2,23; SD +/- 1,28).

In Übereinstimmung mit den o.g. Fragestellungen wurden somit ultraschnelle, reproduzierbare Untersuchungssequenzen für 1,5 und 3,0 Tesla zur Darstellung der Ausführungsgänge der großen Speicheldrüsen entwickelt und an freiwilligen Probanden getestet und optimiert. Die Werte weisen insgesamt auf eine Verbesserung der Darstellung bei höherer Feldstärke und unter Verwendung eines Sialogogums, jedoch auf eine Verschlechterung bei paralleler Akquisitionstechnik hin. Somit wurde der Vorteil der höheren Auflösung der parallelen Bildgebung durch das höhere Rauschen und Rekonstruktionsartefakte zum Negativen beeinflusst.

6. Statistischer Anhang

Tabelle 9: Dreifaktorielle univariante Varianzanalyse: Sialogogum, Seite (rechts/links), Lokalisation.

Sialogogum	Seite	Lokalisation	Mittelwert	Standard- abweichg.	N
prä sialogogum	rechts	Par. intragl.	2,2000	0,7938	50
		Par. prox.	1,9100	0,9227	50
		Par. dist.	2,5000	1,1016	25
		Sub. intragl.	2,7500	0,9395	50
		Sub. extragl.	2,8100	0,9918	50
		Total	2,4267	0,9951	225
	links	Par. intragl.	1,9750	0,7547	50
		Par. prox.	1,7750	0,8954	50
		Par. dist.	2,5100	1,0345	25
		Sub. intragl.	2,3950	0,9886	50
		Sub. extragl.	3,2000	1,0570	50
		Total	2,3556	1,0689	225
	Total	Par. intragl.	2,0875	0,7788	100
		Par. prox.	1,8425	0,9071	100
		Par. dist.	2,5050	1,0576	50
		Sub. intragl.	2,5725	0,9759	100
		Sub. extragl.	3,0050	1,0384	100
		Total	2,3911	1,0321	450
post sialogogum	rechts	Par. intragl.	1,7959	0,5295	49
		Par. prox.	1,4337	0,6033	49
		Par. dist.	1,9583	0,8459	24
		Sub. intragl.	2,4745	0,8057	49
		Sub. extragl.	2,6429	0,9256	49
		Total	2,0727	0,8748	220
	links	Par. intragl.	1,5885	0,4237	48

		Par. prox.	1,3125	0,3592	48
		Par. dist.	1,9063	0,7102	24
		Sub. intragl.	2,2187	0,7950	48
		Sub. extragl.	3,0677	0,9520	48
		Total	2,0312	0,9307	216
	Total	Par. intragl.	1,6933	0,4888	97
		Par. prox.	1,3737	0,4989	97
		Par. dist.	1,9323	0,7731	48
		Sub. intragl.	2,3479	0,8065	97
		Sub. extragl.	2,8531	0,9579	97
		Total	2,0522	0,9021	436
Total	rechts	Par. intragl.	2,0000	0,7026	99
		Par. prox.	1,6742	0,8132	99
		Par. dist.	2,2347	1,0122	49
		Sub. intragl.	2,6136	0,8823	99
		Sub. extragl.	2,7273	0,9584	99
		Total	2,2517	0,9531	445
	links	Par. intragl.	1,7857	0,6422	98
		Par. prox.	1,5485	0,7221	98
		Par. dist.	2,2143	0,9326	49
		Sub. intragl.	2,3087	0,8987	98
		Sub. extragl.	3,1352	1,0040	98
		Total	2,1967	1,0155	441
	Total	Par. intragl.	1,8934	0,6800	197
		Par. prox.	1,6117	0,7699	197
		Par. dist.	2,2245	0,9682	98
		Sub. intragl.	2,4619	0,9013	197
		Sub. extragl.	2,9302	0,9999	197
		Total	2,2243	0,9845	886

Tab. 13: Univariate 5-faktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Tesla (1,5/3,0 T), Sialogogum (prä/post), Schnittführung (sagittal/axial), Seite (rechts/links) sowie Lokalisation.

Tesla	Zitrone	Schnittführung	Seite	Lokalisation	Mittelwert	Standardabweichung	N	
1,5	prä sialogogum	sagittal	rechts	Par. intragl.	2,4783	0,9933	69	
				Par. prox.	1,7319	1,1249	69	
				Sub. intragl.	2,7572	0,9295	69	
				Sub. extragl.	2,6775	1,0982	69	
				Total	2,4112	1,1106	276	
			links	Par. intragl.	2,4393	0,9455	70	
				Par. prox.	1,7169	1,0935	68	
				Sub. intragl.	2,7577	0,8338	65	
				Sub. extragl.	2,7885	1,0818	65	
				Total	2,4179	1,0794	268	
			Total	Par. intragl.	2,4586	0,9662	139	
				Par. prox.	1,7245	1,1053	137	
		Sub. intragl.		2,7575	0,8811	134		
		Sub. extragl.		2,7313	1,0876	134		
		Total		2,4145	1,0943	544		
		axial	rechts	Par. intragl.	2,3980	1,2458	76	
				Par. prox.	2,5099	1,2816	76	
				Sub. intragl.	2,4803	1,2116	76	
				Sub. extragl.	3,1020	1,2180	76	
				Total	2,6225	1,2648	304	
			links	Par. intragl.	2,2401	1,1427	76	
				Par. prox.	2,6316	1,3313	76	
Sub. intragl.	2,2396			1,0468	72			
Sub. extragl.	2,9514			1,1240	72			
Total	2,5135			1,1993	296			
Total	Par. intragl.	2,3191	1,1940	152				
	Par. prox.	2,5707	1,3038	152				
	Sub. intragl.	2,3632	1,1370	148				

		Sub. extragl.	3,0287	1,1717	148
		Total	2,5687	1,2331	600
Total	rechts	Par. intragl.	2,4362	1,1295	145
		Par. prox.	2,1397	1,2669	145
		Sub. intragl.	2,6121	1,0917	145
		Sub. extragl.	2,9000	1,1779	145
		Total	2,5220	1,1976	580
	links	Par. intragl.	2,3356	1,0539	146
		Par. prox.	2,1997	1,3038	144
		Sub. intragl.	2,4854	0,9832	137
		Sub. extragl.	2,8741	1,1032	137
		Total	2,4681	1,1439	564
	Total	Par. intragl.	2,3857	1,0915	291
		Par. prox.	2,1696	1,2835	289
		Sub. intragl.	2,5505	1,0405	282
		Sub. extragl.	2,8874	1,1403	282
		Total	2,4954	1,1712	1144
post sialogogum sagittal	rechts	Par. intragl.	2,1385	0,8370	74
		Par. prox.	1,3142	0,7227	74
		Sub. intragl.	2,5473	0,8528	74
		Sub. extragl.	2,3277	1,0853	74
		Total	2,0819	0,9961	296
	links	Par. intragl.	2,1520	0,7435	74
		Par. prox.	1,4358	0,7357	74
		Sub. intragl.	2,4179	0,8531	70
		Sub. extragl.	2,4893	1,0922	70
		Total	2,1146	0,9570	288
	Total	Par. intragl.	2,1453	0,7890	148
		Par. prox.	1,3750	0,7293	148
		Sub. intragl.	2,4844	0,8524	144
		Sub. extragl.	2,4063	1,0879	144
		Total	2,0980	0,9763	584
axial	rechts	Par. intragl.	1,8158	0,8014	76

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

			Par. prox.	1,7664	0,8692	76
			Sub. intragl.	1,9868	0,8640	76
			Sub. extragl.	2,2664	1,1947	76
			Total	1,9589	0,9604	304
	links		Par. intragl.	1,7829	0,8250	76
			Par. prox.	1,8783	1,0095	76
			Sub. intragl.	1,8681	0,8690	72
			Sub. extragl.	2,4688	1,0556	72
			Total	1,9949	0,9777	296
	Total		Par. intragl.	1,7993	0,8108	152
			Par. prox.	1,8224	0,9405	152
			Sub. intragl.	1,9291	0,8656	148
			Sub. extragl.	2,3649	1,1299	148
			Total	1,9767	0,9683	600
	Total	rechts	Par. intragl.	1,9750	0,8323	150
			Par. prox.	1,5433	0,8293	150
			Sub. intragl.	2,2633	0,9006	150
			Sub. extragl.	2,2967	1,1386	150
			Total	2,0196	0,9793	600
		links	Par. intragl.	1,9650	0,8048	150
			Par. prox.	1,6600	0,9096	150
			Sub. intragl.	2,1391	0,9014	142
			Sub. extragl.	2,4789	1,0700	142
			Total	2,0539	0,9686	584
	Total		Par. intragl.	1,9700	0,8173	300
			Par. prox.	1,6017	0,8709	300
			Sub. intragl.	2,2029	0,9016	292
			Sub. extragl.	2,3853	1,1077	292
			Total	2,0365	0,9738	1184
Total	sagittal	rechts	Par. intragl.	2,3024	0,9283	143
			Par. prox.	1,5157	0,9583	143
			Sub. intragl.	2,6486	0,8937	143
			Sub. extragl.	2,4965	1,1018	143

		Total	2,2408	1,0648	572	
	links	Par. intragl.	2,2917	0,8569	144	
		Par. prox.	1,5704	0,9318	142	
		Sub. intragl.	2,5815	0,8578	135	
		Sub. extragl.	2,6333	1,0935	135	
		Total	2,2608	1,0281	556	
	Total	Par. intragl.	2,2970	0,8916	287	
		Par. prox.	1,5430	0,9439	285	
		Sub. intragl.	2,6160	0,8755	278	
		Sub. extragl.	2,5629	1,0979	278	
		Total	2,2507	1,0465	1128	
	axial	rechts	Par. intragl.	2,1069	1,0841	152
			Par. prox.	2,1382	1,1533	152
			Sub. intragl.	2,2336	1,0776	152
			Sub. extragl.	2,6842	1,2734	152
		Total	2,2907	1,1702	608	
		links	Par. intragl.	2,0115	1,0194	152
			Par. prox.	2,2549	1,2367	152
			Sub. intragl.	2,0538	0,9766	144
			Sub. extragl.	2,7101	1,1132	144
		Total	2,2542	1,1236	592	
	Total	Par. intragl.	2,0592	1,0516	304	
		Par. prox.	2,1965	1,1952	304	
		Sub. intragl.	2,1461	1,0319	296	
		Sub. extragl.	2,6968	1,1962	296	
		Total	2,2727	1,1471	1200	
	Total	rechts	Par. intragl.	2,2017	1,0146	295
			Par. prox.	1,8364	1,1063	295
			Sub. intragl.	2,4347	1,0126	295
			Sub. extragl.	2,5932	1,1950	295
		Total	2,2665	1,1201	1180	
		links	Par. intragl.	2,1478	0,9526	296
			Par. prox.	1,9243	1,1504	294

			Sub. intragl.	2,3091	0,9566	279	
			Sub. extragl.	2,6729	1,1024	279	
			Total	2,2574	1,0780	1148	
		Total	Par. intragl.	2,1747	0,9836	591	
			Par. prox.	1,8803	1,1284	589	
			Sub. intragl.	2,3737	0,9869	574	
			Sub. extragl.	2,6320	1,1506	574	
			Total	2,2620	1,0993	2328	
3,0	prä sialogogum	sagittal	rechts	Par. intragl.	2,1900	0,8206	25
				Par. prox.	1,8700	0,9385	25
				Sub. intragl.	2,6700	1,0326	25
				Sub. extragl.	2,8000	1,0969	25
				Total	2,3825	1,0332	100
			links	Par. intragl.	1,8200	0,7343	25
				Par. prox.	1,8000	0,8539	25
				Sub. intragl.	2,2900	1,1266	25
				Sub. extragl.	3,6500	0,9948	25
				Total	2,3900	1,1952	100
			Total	Par. intragl.	2,0050	0,7930	50
				Par. prox.	1,8350	0,8887	50
				Sub. intragl.	2,4800	1,0866	50
				Sub. extragl.	3,2250	1,1217	50
				Total	2,3863	1,1143	200
		axial	rechts	Par. intragl.	2,2100	0,7829	25
				Par. prox.	1,9500	0,9242	25
				Sub. intragl.	2,8300	0,8500	25
				Sub. extragl.	2,8200	0,8971	25
				Total	2,4525	0,9352	100
			links	Par. intragl.	2,1300	0,7573	25
				Par. prox.	1,7500	0,9520	25
				Sub. intragl.	2,5000	0,8385	25
				Sub. extragl.	2,7500	0,9326	25
				Total	2,2825	0,9406	100

	Total	Par. intragl.	2,1700	0,7634	50
		Par. prox.	1,8500	0,9340	50
		Sub. intragl.	2,6650	0,8521	50
		Sub. extragl.	2,7850	0,9063	50
	Total		2,3675	0,9394	200
Total	rechts	Par. intragl.	2,2000	0,7938	50
		Par. prox.	1,9100	0,9227	50
		Sub. intragl.	2,7500	0,9395	50
		Sub. extragl.	2,8100	0,9918	50
	Total		2,4175	0,9836	200
	links	Par. intragl.	1,9750	0,7547	50
		Par. prox.	1,7750	0,8954	50
		Sub. intragl.	2,3950	0,9886	50
		Sub. extragl.	3,2000	1,0570	50
	Total		2,3362	1,0741	200
	Total	Par. intragl.	2,0875	0,7788	100
		Par. prox.	1,8425	0,9071	100
		Sub. intragl.	2,5725	0,9759	100
		Sub. extragl.	3,0050	1,0384	100
	Total		2,3769	1,0293	400
post sialogogum sagittal	rechts	Par. intragl.	1,6900	0,4163	25
		Par. prox.	1,4100	0,6570	25
		Sub. intragl.	2,3800	0,9793	25
		Sub. extragl.	2,4700	1,0712	25
	Total		1,9875	0,9282	100
	links	Par. intragl.	1,5000	0,4945	24
		Par. prox.	1,3333	0,3586	24
		Sub. intragl.	2,1875	0,9390	24
		Sub. extragl.	3,5417	0,8989	24
	Total		2,1406	1,1244	96
	Total	Par. intragl.	1,5969	0,4616	49
		Par. prox.	1,3724	0,5282	49
		Sub. intragl.	2,2857	0,9547	49

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

			Sub. extragl.	2,9949	1,1198	49
			Total	2,0625	1,0292	196
	axial	rechts	Par. intragl.	1,9062	0,6160	24
			Par. prox.	1,4583	0,5550	24
			Sub. intragl.	2,5729	0,5780	24
			Sub. extragl.	2,8229	0,7241	24
			Total	2,1901	0,8174	96
		links	Par. intragl.	1,6771	0,3254	24
			Par. prox.	1,2917	0,3661	24
			Sub. intragl.	2,2500	0,6384	24
			Sub. extragl.	2,5938	0,7583	24
			Total	1,9531	0,7428	96
		Total	Par. intragl.	1,7917	0,5009	48
			Par. prox.	1,3750	0,4727	48
			Sub. intragl.	2,4115	0,6242	48
			Sub. extragl.	2,7083	0,7426	48
			Total	2,0716	0,7879	192
	Total	rechts	Par. intragl.	1,7959	0,5295	49
			Par. prox.	1,4337	0,6033	49
			Sub. intragl.	2,4745	0,8057	49
			Sub. extragl.	2,6429	0,9256	49
			Total	2,0867	0,8793	196
		links	Par. intragl.	1,5885	0,4237	48
			Par. prox.	1,3125	0,3592	48
			Sub. intragl.	2,2187	0,7950	48
			Sub. extragl.	3,0677	0,9520	48
			Total	2,0469	0,9550	192
		Total	Par. intragl.	1,6933	0,4888	97
			Par. prox.	1,3737	0,4989	97
			Sub. intragl.	2,3479	0,8065	97
			Sub. extragl.	2,8531	0,9579	97
			Total	2,0670	0,9166	388
Total	sagittal	rechts	Par. intragl.	1,9400	0,6917	50

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

		Par. prox.	1,6400	0,8348	50	
		Sub. intragl.	2,5250	1,0067	50	
		Sub. extragl.	2,6350	1,0859	50	
		Total	2,1850	0,9994	200	
	links	Par. intragl.	1,6633	0,6426	49	
		Par. prox.	1,5714	0,6941	49	
		Sub. intragl.	2,2398	1,0295	49	
		Sub. extragl.	3,5969	0,9407	49	
		Total	2,2679	1,1648	196	
	Total	Par. intragl.	1,8030	0,6788	99	
		Par. prox.	1,6061	0,7652	99	
		Sub. intragl.	2,3838	1,0229	99	
		Sub. extragl.	3,1111	1,1210	99	
		Total	2,2260	1,0839	396	
	axial	rechts	Par. intragl.	2,0612	0,7154	49
			Par. prox.	1,7092	0,7977	49
			Sub. intragl.	2,7041	0,7336	49
			Sub. extragl.	2,8214	0,8085	49
			Total	2,3240	0,8870	196
		links	Par. intragl.	1,9082	0,6244	49
			Par. prox.	1,5255	0,7556	49
			Sub. intragl.	2,3776	0,7502	49
			Sub. extragl.	2,6735	0,8466	49
			Total	2,1212	0,8632	196
	Total	Par. intragl.	1,9847	0,6724	98	
		Par. prox.	1,6173	0,7784	98	
		Sub. intragl.	2,5408	0,7562	98	
		Sub. extragl.	2,7474	0,8268	98	
		Total	2,2226	0,8800	392	
	Total	rechts	Par. intragl.	2,0000	0,7026	99
			Par. prox.	1,6742	0,8132	99
			Sub. intragl.	2,6136	0,8823	99
			Sub. extragl.	2,7273	0,9584	99

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

		Total	2,2538	0,9468	396	
	links	Par. intragl.	1,7857	0,6422	98	
		Par. prox.	1,5485	0,7221	98	
		Sub. intragl.	2,3087	0,8987	98	
		Sub. extragl.	3,1352	1,0040	98	
		Total	2,1945	1,0265	392	
	Total	Par. intragl.	1,8934	0,6800	197	
		Par. prox.	1,6117	0,7699	197	
		Sub. intragl.	2,4619	0,9013	197	
		Sub. extragl.	2,9302	0,9999	197	
		Total	2,2243	0,9871	788	
Total	prä sialogogum sagittal	rechts	Par. intragl.	2,4016	0,9548	94
			Par. prox.	1,7686	1,0753	94
			Sub. intragl.	2,7340	0,9531	94
			Sub. extragl.	2,7101	1,0933	94
		Total	2,4036	1,0893	376	
		links	Par. intragl.	2,2763	0,9322	95
			Par. prox.	1,7392	1,0307	93
			Sub. intragl.	2,6278	0,9416	90
			Sub. extragl.	3,0278	1,1221	90
		Total	2,4103	1,1104	368	
	Total	Par. intragl.	2,3386	0,9431	189	
		Par. prox.	1,7540	1,0506	187	
		Sub. intragl.	2,6821	0,9464	184	
		Sub. extragl.	2,8655	1,1159	184	
		Total	2,4069	1,0991	744	
	axial	rechts	Par. intragl.	2,3515	1,1479	101
			Par. prox.	2,3713	1,2230	101
			Sub. intragl.	2,5668	1,1390	101
			Sub. extragl.	3,0322	1,1493	101
		Total	2,5804	1,1929	404	
		links	Par. intragl.	2,2129	1,0579	101
			Par. prox.	2,4134	1,3012	101

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

		Sub. intragl.	2,3067	0,9997	97	
		Sub. extragl.	2,8995	1,0769	97	
		Total	2,4552	1,1428	396	
	Total	Par. intragl.	2,2822	1,1033	202	
		Par. prox.	2,3923	1,2597	202	
		Sub. intragl.	2,4394	1,0782	198	
		Sub. extragl.	2,9672	1,1136	198	
		Total	2,5184	1,1694	800	
	Total	rechts	Par. intragl.	2,3756	1,0568	195
			Par. prox.	2,0808	1,1901	195
			Sub. intragl.	2,6474	1,0541	195
			Sub. extragl.	2,8769	1,1313	195
			Total	2,4952	1,1468	780
		links	Par. intragl.	2,2436	0,9969	196
			Par. prox.	2,0902	1,2238	194
			Sub. intragl.	2,4612	0,9828	187
			Sub. extragl.	2,9612	1,0978	187
			Total	2,4336	1,1268	764
		Total	Par. intragl.	2,3095	1,0280	391
			Par. prox.	2,0855	1,2055	389
			Sub. intragl.	2,5563	1,0228	382
			Sub. extragl.	2,9182	1,1144	382
			Total	2,4647	1,1370	1544
	post sialogogum sagittal	rechts	Par. intragl.	2,0253	0,7763	99
			Par. prox.	1,3384	0,7047	99
			Sub. intragl.	2,5051	0,8842	99
			Sub. extragl.	2,3636	1,0781	99
			Total	2,0581	0,9791	396
		links	Par. intragl.	1,9923	0,7439	98
			Par. prox.	1,4107	0,6631	98
			Sub. intragl.	2,3590	0,8765	94
			Sub. extragl.	2,7580	1,1391	94
			Total	2,1211	1,0000	384

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

	Total	Par. intragl.	2,0089	0,7586	197
		Par. prox.	1,3744	0,6835	197
		Sub. intragl.	2,4339	0,8812	193
		Sub. extragl.	2,5557	1,1229	193
	Total		2,0891	0,9893	780
axial	rechts	Par. intragl.	1,8375	0,7591	100
		Par. prox.	1,6925	0,8133	100
		Sub. intragl.	2,1275	0,8405	100
		Sub. extragl.	2,4000	1,1225	100
	Total		2,0144	0,9324	400
	links	Par. intragl.	1,7575	0,7364	100
		Par. prox.	1,7375	0,9309	100
		Sub. intragl.	1,9635	0,8311	96
		Sub. extragl.	2,5000	0,9874	96
	Total		1,9847	0,9250	392
	Total	Par. intragl.	1,7975	0,7470	200
		Par. prox.	1,7150	0,8722	200
		Sub. intragl.	2,0472	0,8378	196
		Sub. extragl.	2,4490	1,0570	196
	Total		1,9997	0,9282	792
Total	rechts	Par. intragl.	1,9309	0,7715	199
		Par. prox.	1,5163	0,7797	199
		Sub. intragl.	2,3153	0,8809	199
		Sub. extragl.	2,3819	1,0980	199
	Total		2,0361	0,9556	796
	links	Par. intragl.	1,8737	0,7476	198
		Par. prox.	1,5758	0,8239	198
		Sub. intragl.	2,1592	0,8744	190
		Sub. extragl.	2,6276	1,0702	190
	Total		2,0522	0,9646	776
	Total	Par. intragl.	1,9024	0,7593	397
		Par. prox.	1,5460	0,8016	397
		Sub. intragl.	2,2391	0,8801	389

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

			Sub. extragl.	2,5019	1,0901	389
			Total	2,0441	0,9598	1572
Total	sagittal	rechts	Par. intragl.	2,2085	0,8859	193
			Par. prox.	1,5479	0,9274	193
			Sub. intragl.	2,6166	0,9232	193
			Sub. extragl.	2,5324	1,0965	193
			Total	2,2264	1,0479	772
		links	Par. intragl.	2,1321	0,8516	193
			Par. prox.	1,5707	0,8752	191
			Sub. intragl.	2,4905	0,9164	184
			Sub. extragl.	2,8899	1,1358	184
			Total	2,2626	1,0647	752
		Total	Par. intragl.	2,1703	0,8686	386
			Par. prox.	1,5592	0,9007	384
			Sub. intragl.	2,5550	0,9208	377
			Sub. extragl.	2,7069	1,1287	377
			Total	2,2443	1,0560	1524
	axial	rechts	Par. intragl.	2,0958	1,0052	201
			Par. prox.	2,0336	1,0914	201
			Sub. intragl.	2,3483	1,0232	201
			Sub. extragl.	2,7177	1,1767	201
			Total	2,2988	1,1074	804
		links	Par. intragl.	1,9863	0,9381	201
			Par. prox.	2,0771	1,1791	201
			Sub. intragl.	2,1360	0,9333	193
			Sub. extragl.	2,7008	1,0499	193
			Total	2,2211	1,0658	788
		Total	Par. intragl.	2,0410	0,9726	402
			Par. prox.	2,0553	1,1349	402
			Sub. intragl.	2,2443	0,9847	394
			Sub. extragl.	2,7094	1,1150	394
			Total	2,2604	1,0874	1592
	Total	rechts	Par. intragl.	2,1510	0,9491	394

	Par. prox.	1,7957	1,0418	394
	Sub. intragl.	2,4797	0,9834	394
	Sub. extragl.	2,6269	1,1405	394
	Total	2,2633	1,0789	1576
links	Par. intragl.	2,0577	0,8986	394
	Par. prox.	1,8304	1,0713	392
	Sub. intragl.	2,3090	0,9407	377
	Sub. extragl.	2,7931	1,0953	377
	Total	2,2414	1,0651	1540
Total	Par. intragl.	2,1044	0,9248	788
	Par. prox.	1,8130	1,0561	786
	Sub. intragl.	2,3962	0,9659	771
	Sub. extragl.	2,7082	1,1210	771
	Total	2,2525	1,0720	3116

7. Abkürzungen und Definitionen

A.	Arteria
ADC	Analog-Digital-Converter
ANOVA	Analysis of variance
CI	Correlation index = Korrelationskoeffizient
CISS-Sequenz	Constructive interference in steady state - Sequenz
CT	Computertomographie
DSS	Digitale Subtraktionssialographie
EMG	Elektromyogramm
EXPRESS	3D extended-phase conjugate-symmetry spinecho MR-imaging
F	Freiheitsgrad = Anzahl der frei wählbaren Elemente bzw. der unabhängigen Beobachtungswerte, die einer Berechnung zugrunde liegt
Fourier-Transformation	Integraltransformation, die einer Funktion eine andere Funktion zuordnet
FOV	Field of view
Gl.	Glandula
GRAPPA	Generalized autocalibrating partially parallel acquisition
HASTE	half-Fourier acquisition single-shot turbo-spin-echo-Sequenz
IPAT	Integrated parallel acquisition technique
KM	Kontrastmittel
K-Raum	Aus einem Gitter von Messpunkten bestehender MR-Rohdatensatz, zeilenweise generiert, innere Punkte bestimmen Kontrast, äußere Punkte verantwortlich für Ortsauflösung
M.	Musculus
MALT-Lymphom	Mucosa assoziiertes tissue-Lymphom
MIP	Maximum intensity projection
MRCP	MR-Cholangiopankreatikographie

MRT	Magnetresonanztomographie, Kernspintomographie
N.	Nervus
NHL	Non-Hodgkin-Lymphom
Par. intragl.	Intraglandulärer Anteil der Glandula parotidea
Par. prox.	Proximaler extraglandulärer Gangabschnitt der Glandula parotidea
Par. dist.	Distaler extraglandulärer Gangabschnitt der Glandula parotidea
RARE	Rapid acquisition with relaxation enhancement-Sequenz
ROI	Region of interest
SD	Standardabweichung
SENSE	Sensitivity-encoded
SE-Sequenz	Spinecho-Sequenz
SI	Signalintensität
SPSS	Superior Performance Software System, Statistik- und Analyse-Software
ss-TSE-Sequenz	Single-shot Turbo-Spinecho-Sequenz
Sub. intragl.	Intraglandulärer Anteil der Glandula submandibularis
Sub. extragl.	Extraglandulärer Gangabschnitt der Glandula submandibularis
T1w	T1-gewichtete Sequenz in der Magnetresonanztomographie
T2w	T2-gewichtete Sequenz in der Magnetresonanztomographie
T	Tesla
TE	Echozeit
TI	Inversionszeit
TR	Relaxationszeit
TSE	Turbo-Spinecho-Sequenz
V.	Vena

8. Literaturverzeichnis

Aalokken, T. M., T. E. Gudmundsen, et al. (1991). "Salivary gland ultrasonography." Tidsskr Nor Laegeforen **111**(2): 198-200.

Aasen, S. and A. Kolbenstvedt (1992). "CT appearances of normal and obstructed submandibular duct." Acta Radiol **33**(5): 414-9.

Abd-el-Latif, Z. A. e.-S. (1994). "Diagnostic imaging modalities in parotid gland enlargement." Egypt Dent J **40**(3): 855-62.

Abrams, J. (1989). "Hypertrophy of the masseter muscle. Clinical aspects--etiology--therapy." Laryngorhinootologie **68**(7): 383-7.

Acton, V. J. (1989). "A helpful sialography technique." Australas Radiol **33**(2): 171-2.

Adam, E. J., S. A. Willson, et al. (1983). "The value of parotid sialography." Br J Surg **70**(2): 108-10.

Adams, A. M., R. I. Macleod, et al. (1994). "Symptomatic and asymptomatic salivary duct abnormalities in Darier's disease: a sialographic study." Dentomaxillofac Radiol **23**(1): 25-8.

Adolph, H. (1966). "Complications following sialography of the parotid gland." Dtsch Stomatol **16**(3): 175-80.

Afanas'ev, V. V. and G. N. Moskalenko (1990). "The outcomes of chronic parenchymatous parotitis in children." Stomatologija (Mosk)(4): 75-6.

Afanas'ev, V. V. and V. S. Nikiforov (1999). "The etiology of salivary calculi." Stomatologija (Mosk) **78**(5): 39-41.

Aframian, D. J., J. Lustmann, et al. (2001). "An unusual cause of obstructive sialadenitis." Dentomaxillofac Radiol **30**(4): 226-9.

Agaton-Bonilla, F. C. and C. Gay-Escoda (1996). "Diagnosis and treatment of branchial cleft cysts and fistulae. A retrospective study of 183 patients." Int J Oral Maxillofac Surg **25**(6): 449-52.

Akata, D., O. Akhan, et al. (2002). "Involvement of the thyroid and the salivary glands in childhood non-Hodgkin's lymphomas at initial diagnosis." Eur J Radiol **44**(3): 228-31.

Akhmedov, B. P. and I. E. Fuzailov (1971). "Roentgenologic studies of diseases of submandibular salivary glands." Stomatologiia (Mosk) **50**(1): 79-80.

Akhmedov, B. P., I. Z. Fuzailov, et al. (1967). "The role of the roentgenologic method in the diagnosis of salivary calculi." Stomatologiia (Mosk) **46**(6): 87-8.

Akin, I., N. Esmer, et al. (1991). "Sialographic and ultrasonographic analyses of major salivary glands." Acta Otolaryngol **111**(3): 600-6.

Akin, R. K., A. J. Kreller, 3rd, et al. (1975). "Sjogren's syndrome." J Oral Surg **33**(1): 27-33.

Akiner, M. N., M. R. Saatci, et al. (1991). "Intraglandular toxoplasmosis lymphadenitis of the parotid gland." J Laryngol Otol **105**(10): 860-2.

Akiyama, Y., T. Suzuki, et al. (1992). "A case of sarcoidosis associated with Sjogren's syndrome." Arerugi **41**(10): 1500-6.

Alamdari, A., F. Pierucci, et al. (1999). "The value of sialo-MRI in the study of salivary gland duct pathology." Rev Stomatol Chir Maxillofac **100**(4): 184-6.

Aleksandrova, E. A., V. S. Kolesov, et al. (1972). "The use of water-soluble x-ray contrast media in sialography." Stomatologiia (Mosk) **51**(6): 41-3.

Allen, W. R. (1968). "Sialography. A significant contribution in the diagnosis and surgical management of salivary gland disease." J Kans Med Soc **69**(11): 516-23.

Aluffi, P., N. Fonio, et al. (1997). "Doppler-color ultrasonography in the diagnosis of parotid tumors." Acta Otorhinolaryngol Ital **17**(1): 52-7.

Amin, M. A., B. M. Bailey, et al. (2001). "Clinical and radiological evidence to support superficial parotidectomy as the treatment of choice for chronic parotid sialadenitis: a retrospective study." Br J Oral Maxillofac Surg **39**(5): 348-52.

Andretta, M., C. Botsios, et al. (2002). "Current opinion on diagnosis of primary Sjogren's syndrome." Acta Otorhinolaryngol Ital **22**(4): 235-44.

Andretta, M., P. Sfriso, et al. (2001). "Comparison of ultrasonography and sialography vs. magnetic resonance in the diagnosis of the primary Sjogren's syndrome." Acta Otorhinolaryngol Ital **21**(1): 22-31.

Angelopoulos, A. P., E. Kakarantza, et al. (1986). "Current diagnostic modalities for the evaluation of parotid tumors. Sialography, computerized tomography and CT-sialography." Hell Period Stomat Gnathopathoprosopike Cheir **1**(2): 43-51.

Anneroth, G., C. M. Eneroth, et al. (1975). "Morphology of salivary calculi. The distribution of the inorganic component." J Oral Pathol **4**(5): 257-65.

Arcelin, L. (1921). "Radiographie dun calcul salivaire de le glande sublinguale." Lyon Med **118**: 769-73.

Ariyoshi, Y. and M. Shimahara (1998). "Determining whether a parotid tumor is in the superficial or deep lobe using magnetic resonance imaging." J Oral Maxillofac Surg **56**(1): 23-6; discussion 26-7.

Armillotta, M., M. Cammisa, et al. (1986). "Present role of diagnostic imaging in the study of extensive pathology of the parotid gland." Radiol Med (Torino) **72**(5): 291-6.

Arriaga, M. A. and E. N. Myers (1990). "The surgical management of chronic parotitis." Laryngoscope **100**(12): 1270-5.

Asfar, S. K., M. R. Steitieh, et al. (1989). "Giant salivary calculi: an orocervical fistula caused by a submandibular gland calculus." Can J Surg **32**(4): 295-6.

Barsotti, J. B., P. L. Westesson, et al. (1994). "Superiority of magnetic resonance over computed tomography for imaging parotid tumor." Ann Otol Rhinol Laryngol **103**(9): 737-40.

Bates, D., C. J. O'Brien, et al. (1998). "Parotid and submandibular sialadenitis treated by salivary gland excision." Aust N Z J Surg **68**(2): 120-4.

Becker, M., F. Marchal, C.D. Becker, P. Dulguerov, G. Georgakopoulos, W. Lehmann, F. Terrier (2000). "Sialolithiasis and Salivary Ductal Stenosis: Diagnostic Accuracy of MR Sialography with a Three-dimensional Extended-Phase Conjugate-Symmetry Rapid Spin-Echo Sequence." Radiology **217**: 347-358.

Becker, M., F. Marchal, et al. (2000). "Sialolithiasis and salivary ductal stenosis: diagnostic accuracy of MR sialography with a three-dimensional extended-phase conjugate-symmetry rapid spin-echo sequence." Radiology **217**(2): 347-58.

Biscuola, G., M. Scabardi, et al. (1983). "A combined method of sialography and CT scan of the parotid gland." Radiol Med (Torino) **69**(5): 304-9.

Blanco, M., T. Mesko, et al. (2003). "Chronic sclerosing sialadenitis (Kuttner's tumor): unusual presentation with bilateral involvement of major and minor salivary glands." Ann Diagn Pathol **7**(1): 25-30.

Blitzer, A. (1987). "Inflammatory and obstructive disorders of salivary glands." J Dent Res **66 Spec No**: 675-9.

Bodner, L. and D. M. Fliss (1995). "Parotid and submandibular calculi in children." Int J Pediatr Otorhinolaryngol **31**(1): 35-42.

Boenninghaus (1996). Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Springer-Verlag.

Bogaert, J., R. Hermans, et al. (1993). "Pleomorphic adenoma of the parotid gland." J Belge Radiol **76**(5): 307-10.

Bohndorf, K., I. Lonneck, et al. (1987). "Value of sonography and sialography in the diagnosis of salivary gland diseases." ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed **147**(3): 288-93.

Botsios, C., P. Sfriso, et al. (2001). "Imaging in major salivary gland diseases." Reumatismo **53**(3): 235-243.

Bottcher, H. D., W. Wagner, et al. (1983). "Value of sialography in the diagnosis of parotid and submandibular gland tumors." Röntgenblätter **36**(4): 114-7.

Bradley, M. J., A. Ahuja, et al. (1991). "Sonographic evaluation of the parotid ducts: its use in tumour localization." Br J Radiol **64**(768): 1092-5.

Brezina, K. and A. Czadilek (1978). "The significance of sialography in tumors of the parotid gland (author's transl)." Radiologe **18**(12): 475-81.

Brown, A. L., D. Shepherd, et al. (1997). "Per oral balloon sialoplasty: results in the treatment of salivary duct stenosis." Cardiovasc Intervent Radiol **20**(5): 337-42.

Browne, R. F., S. J. Golding, et al. (2001). "The role of MRI in facial swelling due to presumed salivary gland disease." Br J Radiol **74**(878): 127-33.

Bruneton, J. N., D. Fenart, et al. (1980). "Ultrasonic findings of parotid tumours in 40 patients." J Radiol **61**(3): 151-4.

Bruneton, J. N. and M. Y. Mourou (1993). "Ultrasound in salivary gland disease." ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec **55**(5): 284-9.

Bruneton, J. N., M. Sicart, et al. (1983). "Indications for ultrasonography in parotid pathologies." ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed **138**(1): 22-4.

Bruno, E., L. Paini, et al. (1994). "The US-CT contribution to the diagnosis of salivary gland neoplasms." Minerva Stomatol **43**(1-2): 57-62.

Buckenham, T. and P. Guest (1993). "Interventional sialography using digital imaging." Australas Radiol **37**(1): 76-9.

Buckenham, T. M., C. D. George, et al. (1994). "Digital sialography: imaging and intervention." Br J Radiol **67**(798): 524-9.

Bühling, K. J. (1995). "Intensivkurs: Allgemeine und spezielle Pathologie.", Urban-und-Schwarzenberg-Verlag.

- Chilla, R., R. Casjens, et al. (1983). "Malignant salivary gland tumors. Effect of histology and site on prognosis." Hno **31**(8): 286-90.
- Cockrell, D. J. and P. G. Rout (1993). "An adverse reaction following sialography." Dentomaxillofac Radiol **22**(1): 41-2.
- Dailiana, T., D. Chakeres, et al. (1997). "High-resolution MR of the intraparotid facial nerve and parotid duct." AJNR Am J Neuroradiol **18**(1): 165-72.
- Golder, W. and W. Riffeser (1992). "The digitalized sialo- and dacryocystogram." Rontgenpraxis **45**(5): 135-41.
- Hebert, G., D. Ouimet-Oliva, et al. (1993). "Imaging of the salivary glands." Can Assoc Radiol J **44**(5): 342-9.
- Heverhagen, J. T., M. Kalinowski, et al. (2000). "Prospective comparison of magnetic resonance sialography and digital subtraction sialography." J Magn Reson Imaging **11**(5): 518-24.
- Jager, L., F. Menauer, et al. (2000). "Sialolithiasis: MR sialography of the submandibular duct--an alternative to conventional sialography and US?" Radiology **216**(3): 665-71.
- Kalinowski, M., J. T. Heverhagen, et al. (2002). "Comparative study of MR sialography and digital subtraction sialography for benign salivary gland disorders." AJNR Am J Neuroradiol **23**(9): 1485-92.
- Kalinowski, M., J.T. Heverhagen, E. Rehberg, K.J. Klose, H.-J. Wagner (2001). "Comparative Study of MR Sialography and Digital Subtraction Sialography for Benign Salivary Gland Disorders." AJNR Am J Neuroradiol **23**: 1485-1492.
- Landwehr, P., D. Hohmann, et al. (1992). "The value of digital subtraction sialography compared to conventional sialography, salivary gland sonography and surgical findings." Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr **156**(5): 437-42.
- Lomas, D. J., N. R. Carroll, et al. (1996). "MR sialography. Work in progress." Radiology **200**(1): 129-33.

- Lomas, D. J., N.R. Carroll, G. Johnson, N.M. Antoun, C.E.L. Freer (1996). "MR Sialography." Radiology 1996 **200**: 129-133.
- Lorenz, J., F. Menauer, N. Holzknacht, V. Scholz, G. Grevers, M. Reiser (2000). "Sialolithiasis: MR Sialography of the Submandibular Duct - An Alternative to Conventional Sialography and US?" Radiology 2000 **216**: 665-671.
- Murakami, R., Y. Baba, et al. (1998). "MR sialography using half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo (HASTE) sequences." AJNR Am J Neuroradiol **19**(5): 959-61.
- Murakami, R., Y. Baba, R. Nishimura, T. Baba, N. Matsumoto, Y. Yamashita, T. Ishikawa, M. Takahashi (1998). "MR Sialographie Using Half-Fourier Acquisition Single-Shot Turbo Spin-Echo (HASTE) Sequences." AJNR Am J Neuroradiol **19**: 959-961.
- Niemela, R. K., E. Paakko, et al. (2001). "Magnetic resonance imaging and magnetic resonance sialography of parotid glands in primary Sjogren's syndrome." Arthritis Rheum **45**(6): 512-8.
- Niemela, R. K., R. Takalo, et al. (2004). "Ultrasonography of salivary glands in primary Sjogren's syndrome. A comparison with magnetic resonance imaging and magnetic resonance sialography of parotid glands." Rheumatology (Oxford) **43**(7): 875-9.
- Rabinov, K. (1981). "Improved instruments for sialography." Radiology **141**(1): 245-6.
- Reimers, M. (2003). "Salivary calculi--diagnosis and therapy." Ther Umsch **60**(2): 119-22.
- Sakamoto, M., T. Sasano, et al. (2001). "Evaluation of pulse sequences used for magnetic resonance sialography." Dentomaxillofac Radiol **30**(5): 276-84.
- Sakamoto, M., T. Sasano, S. Higano, S. Takahashi, M. Iikubo, S. Kakehata (2003). "Usefulness of heavily T2 weighted magnetic resonance images for the differential diagnosis of parotid tumors." Dentomaxillofacial Radiology 2003 **32**: 295-299.
- Schroder, U., M. Jungehulsing, et al. (1998). "Magnetic resonance sialography. A new diagnostic method for imaging salivary duct patency." Hno **46**(1): 38-43.

- Schröder, U., M. Jungehülsing, R. Fischbach, B. Krug (1998). "Die Kernspintomographie." HNO 1998 **46**: 38-43.
- Shah, G. V. (2002). "MR imaging of salivary glands." Magn Reson Imaging Clin N Am 2002 **10**: 631-662.
- Siewert, J. R. (1998). Chirurgie: 471-474, Springer-Verlag.
- Som, P. M. and J. M. Shugar (1981). "Parotolymphatic backflow: a new sign of malignancy." Ann Otol Rhinol Laryngol **90**(1 Pt 1): 64-6.
- Som, P. M., J. M. Shugar, et al. (1981). "Manifestations of parotid gland enlargement: radiographic, pathologic, and clinical correlations. Part II: The diseases of Mikulicz syndrome." Radiology **141**(2): 421-6.
- Szanto, P. A., M. A. Luna, et al. (1984). "Histologic grading of adenoid cystic carcinoma of the salivary glands." Cancer **54**(6): 1062-9.
- Szolar, D. H., R. Groell, et al. (1995). "Three-dimensional processing of ultrafast CT sialography for parotid masses." AJNR Am J Neuroradiol **16**(9): 1889-93.
- Takagi, S., et al. (2005). "Fast and High-Resolution MR Sialography Using a Small Surface Coil." Journal of Magnetic Resonance Imaging **22**: 29-37.
- Tonami, H., K. Higashi, et al. (2001). "A comparative study between MR sialography and salivary gland scintigraphy in the diagnosis of Sjogren syndrome." J Comput Assist Tomogr **25**(2): 262-8.
- Tonami, H., Y. Ogawa, et al. (1998). "MR sialography in patients with Sjogren syndrome." AJNR Am J Neuroradiol **19**(7): 1199-203.
- Vogl (2002). "Handbuch diagnostische Radiologie Kopf-Hals." 291-326, Springer-Verlag.
- Wiley, T. E., 3rd, F. C. Taylor, et al. (1994). "Sialography: a simple cannulation method." AJR Am J Roentgenol **162**(1): 165-6.
- Yousem, D. M., M. A. Kraut, et al. (2000). "Major salivary gland imaging." Radiology **216**(1): 19-29.

9. Danksagung

Mein Dank geht an Prof. Dr. Gerhard Adam für seine Geduld und Beharrlichkeit bis zur Fertigstellung dieser Arbeit und für die Möglichkeit diese in seiner Abteilung durchführen zu dürfen.

Danken möchte ich insbesondere PD Dr. Christian Habermann, nicht nur für seine liebe und unkomplizierte Betreuung als mein Doktorvater, sondern wie auch Miriam Cramer für unsere Zusammenarbeit im Rahmen der MR-Sialographie.

Dank gilt auch meiner Familie und Freunden für ihre seelische Unterstützung und den hard- und softwarespezifischen Support sowie den vielen Kollegen, die sich bereitwillig als Probanden zur Verfügung gestellt haben.

10. Curriculum vitae

Persönliche Daten	Name:	Daniela Aldefeld	
	Geburtsdatum	13. November 1975	
	Geburtsort:	Dessau	
	Familienstand:	ledig	
Ärztliche Tätigkeit			
Assistenzärztin	Seit Oktober 2004	Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie UKE	Hamburg
Ärztin im Praktikum	Juli 2003 bis September 2004	Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie UKE	Hamburg
Studium der Medizin	April 2002 bis Juni 2003	Universität Hamburg	Hamburg
Praktisches Jahr	Innere Medizin AK Wandsbek	Pulmologie/Kardiologie und internistische Notaufnahme	
	Radiologie UK Eppendorf	Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie Abteilung für Neuroradiologie	
	Chirurgie AK Wandsbek	Traumatologie, Gefäßchirurgie und chirurgische Notaufnahme	
Klinik	Oktober 1998 bis März 2002	Universität Rostock	Rostock
	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung Juni 2003		
	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung März 2002		
	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung September 1999		
	Famulaturen		
	Radiologie AK St. Georg	Februar/März 2001	Hamburg
	Innere Medizin AK Eilbek	September/Oktober 2000	Hamburg
	Neurologie AK Wandsbek	Juli/August 2000	Hamburg
	Ambulante Chirurgie Dr. Bossow, Schwerin	Februar/März 1999	Schwerin

MR-Sialographie: Entwicklung und Optimierung einer ultraschnellen Sequenz und ein Vergleich unterschiedlicher Feldstärken

Vorklinik	September 1998	Universität Rostock	Rostock
	Ärztliche Vorprüfung September 1998		
	Krankenpflege- Praktikum Chirurgie	März /August 1996	Schwerin
Schule Gymnasium	September 1991 bis Juni 1994	Herder-Gymnasium	Schwerin
	Abschluss: Abitur		
	September 1990 bis Juni 1991	Wirtschaftsgymnasium	Schwerin
Oberschule	September 1982 bis Juni 1990	Friedrich-Wolf-Oberschule	Schwerin
Auslands- aufenthalt	August 1994 bis August 1995	Au Pair	New York

11. Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Daniela Aldefeld