

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit erfolgt zur Einführung die übersichtsartige Darstellung der Grundlagen der intrakranialen und -soweit zum Verständnis dieser erforderlich- der intraspinalen Hirnwasserzirkulation unter Berücksichtigung aktueller Konzepte und die Darstellung magnetresonanztomographischer Techniken zur nichtinvasiven Darstellung von Liquor und Liquorzirkulation.

In systematischen Versuchen an einem dazu entwickelten hydrodynamischen Modell der intrakranialen Liquorzirkulation erfolgten quantitative und semiquantitative Liquorflussmessungen in Abhängigkeit von unterschiedlichen simulierten hämodynamischen und biomechanischen Zuständen mit einer zweidimensionalen, gespiegelt refokussierten Gradientenecho-Sequenz mit Spinechoauslese und einer zweidimensionalen Gradientenecho-Sequenz in Phasenkontrast-Technik jeweils ungetriggert (statisch) und retrospektiv kardial getriggert (dynamisch bzw. kinematographisch). Es wurde die reproduzierbar hohe Sensitivität der gespiegelt refokussierten Gradientenecho-Technik für langsame Flüssigkeitsbewegungen in der Größenordnung von in vivo denkbaren Liquormindestflussgeschwindigkeiten nachgewiesen. Es konnte gezeigt werden, dass mit dieser Technik Veränderungen intraventrikulärer Pulsationsmuster infolge von Veränderungen hämodynamischer Parameter und der simulierten biomechanischen Parameter Elastizität, Nachgiebigkeit und Abflusswiderstand semiquantitativ registriert werden können. Die diesbezüglich etablierte Phasenkontrast-Technik wurde nach im vorliegenden Modell erfolgter Re-Evaluation als Referenzmethode eingesetzt. Die Fehlermöglichkeiten der Bestimmungen werden unter Berücksichtigung des Schritttumes diskutiert, wobei hinsichtlich einer systematischen Evaluation der gespiegelt refokussierten Gradientenecho-Technik keine vergleichbaren Untersuchungen erkannt wurden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Modelluntersuchungen bezog sich auf die differierenden und kontrovers diskutierten Konzepte zu Ätiologie, Diagnostik und teilweise auch Therapie des kommunizierenden Hydrozephalus (Normaldruckhydrozephalus), denen eine Schlüsselrolle veränderter Nachgiebigkeit und Elastizität intrakranialer Kompartimente sowie des Liquorabflußwiderstandes gemein ist. Es konnte gezeigt werden, dass die evaluierten Techniken im gewählten Versuch Veränderungen

des intraventrikulären und transaquäduktalen Liquorflusses in Abhängigkeit von Veränderungen der intrakranialen Nachgiebigkeit und Elastizität deutlich und signifikant und Veränderungen des Abflusswiderstandes tendentiell wiedergeben. Einschränkend für Applikationen in vivo ist die Interferenz mit hämodynamischen Parametern, insbesondere dem systolisch-diastolischen Druckgradienten, und die konstruktionsbedingte teilweise Abweichung der Beträge von simulierten Parametern mit deren in vivo zu erwartenden Beträgen festzustellen, was durch die Aufstellung laborspezifischer Normwerte zumindest teilweise kompensierbar erscheint.

Bei der Bearbeitung klinischer Fragestellungen wurde in einem ersten Schwerpunkt geprüft, ob die gespiegelt refokussierte Gradientenecho-Technik einen wesentlichen Informationsgewinn im Vergleich zu konventionellen magnetresonanztomographischen Untersuchungen bei der funktionellen Beschreibung von raumfordernden intrakranialen Arachnoidalzysten und atypisch präformierten Liquorräumen impliziert und gegebenenfalls zum Ersatz invasiver Untersuchungsverfahren (Zisternographie) geeignet ist. Die teilweise komplexen Liquorflußmuster in Arachnoidalzysten, die mit konventionellen magnetresonanztomographischen Untersuchungsprotokollen in der Regel nicht ansatzweise zu erfassen sind, konnten mit der dynamischen flusssensitiven Technik überwiegend soweit funktionell charakterisiert werden, dass substantielle Aussagen zur Kommunikation mit dem angrenzenden Subarachnoidalraum möglich waren. Unter Berücksichtigung zisternographisch oder operativ erhobener Befunde erscheint die Methode als grundsätzlich geeignet für eine zunächst nichtinvasive Charakterisierung dieser Läsionen im Rahmen magnetresonanztomographischer Untersuchungen.

In einem weiteren Schwerpunkt wurde die Relevanz der gespiegelt refokussierten Gradientenecho-Technik für die funktionelle Diagnostik von Drittventrikulostomien im Zusammenhang mit Aquäduktstenosen untersucht. Dabei erwiesen sich gleichermaßen die statische und die dynamische flusssensitive Technik im Gegensatz zur konventionellen anatomischen Darstellungsweise als hochsensitiv für die Erkennung einer interkompartimentalen funktionellen Verbindung bzw. des Fehlens einer solchen bei in diesem Kollektiv weniger komplexer und von vornherein wesentlich genauer lokalisierbarer Liquorflussproblematik als bei den durch große individuelle Variabilität gekennzeichneten Arachnoidalzysten.

Im Hinblick auf die Liquordynamik raumfordernder intrakranialer Arachnoidalzysten und atypischer präformierter Liquorräume im Rahmen zerebraler Fehlbildungen sowie bei der Betrachtung segmental definierbarer Liquorzirkulationsveränderungen bei der Aquäduktstenose und Ventrikulostomie ergibt sich damit aus der nichtinvasiven Liquorfunktionsdiagnostik in der dargestellten Technik ein wesentliches, zu nutzendes Potential zur Vermehrung der diagnostischen Sicherheit vor Eingriffsplanungen und zur Reduzierung invasiver Untersuchungen, was von besonderem Interesse bei neuropädiatrischen Fragestellungen ist.