

Isabelle Kajzar
Dr. med.

Strain-basierter Nachweis myokardialer Ischämie mittels Hyperventilations-Apnoe-Atemmanöver am Magnetresonanztomographen

Fach: Innere Medizin
Doktorvater: Prof. Dr. med. Evangelos Giannitsis

Bei Patient*innen mit koronarer Herzerkrankung ist der Nachweis einer induzierbaren myokardialen Ischämie mit dem Auftreten von kardiovaskulären Ereignissen, wie zum Beispiel einem akuten Myokardinfarkt, assoziiert. Ein myokardialer Ischämienachweis ist somit nicht nur ein essenzieller prognostischer Faktor, sondern auch fundamental für die gezielte Therapieplanung. Zur Diagnostik induzierbarer myokardialer Ischämien wird unter anderem die Stress-Perfusions-Magnetresonanztomographie eingesetzt, welche den nicht-invasiven Nachweis myokardialer Ischämien durch Detektion von Perfusionsdefekten erlaubt. Allerdings basiert diese Diagnostik auf dem Einsatz von Gadolinium-haltigen Kontrastmittel und pharmakologischer Stressoren. Die damit assoziierten strengen Kontraindikationen und potenzielle Nebenwirkungen limitieren somit einen umfangreichen klinischen Einsatz der Stress-Perfusions-Magnetresonanztomographie. Durch neu entwickelte Fast Strain-encoded (Fast-SENC) MRT-Sequenzen, welche regionale Strains innerhalb eines einzigen Herzschlages ermitteln und somit eine Quantifizierung der Myokarddeformation erlauben, könnte ein Ischämienachweis mittels Wandbewegungsstörungen ohne Zuhilfenahme von Kontrastmitteln ermöglicht werden. Darüber hinaus kann durch die Anwendung von Fast-SENC in Kombination mit Hyperventilations-Apnoe-Atemmanövern der Einsatz von pharmakologischen Stressoren umgangen werden. Die Atemmanöver-induzierten Änderungen der Kohlenstoffdioxidkonzentration im Blut führen hierbei zu einer myokardialen Hyperämie. Bei Vorhandensein signifikanter Koronarstenosen führt diese Hyperämie, über ein koronares Steal-Phänomen, zu einer Minderdurchblutung stenosierter Stromgebiete und nachfolgend zur funktionalen Beeinträchtigung des Myokards.

In der vorgelegten Arbeit wurde evaluiert, ob durch Kombination der Hyperventilations-Apnoe-Atemmanöver mit der Fast-SENC-Bildgebung, myokardiale Ischämien in Form von induzierbaren Wandbewegungsstörungen diagnostiziert werden können. Hierfür wurden prospektiv 122 Patient*innen mit Verdacht auf obstruktive koronare Herzerkrankung rekrutiert. Im Zuge der klinischen Routinediagnostik mittels Adenosin-Stress-Perfusions-MRT wurde ein erweitertes Scan-Protokoll mit zusätzlichen Fast-SENC-Sequenzen und Hyperventilations-Apnoe-Atemmanöver durchgeführt. Zur Ermittlung der diagnostischen Genauigkeit des kombinierten Verfahrens, wurden drei Ischämienachweise, 1. Adenosin-Stress-Perfusion, 2. Adenosin-Fast-SENC und 3. Atemmanöver-Fast-SENC, zur invasiven quantitativen Koronarangiographie verglichen. Hierbei zeigen Adenosin-Fast-SENC und Atemmanöver-Fast-SENC im Vergleich zur Adenosin-Stress-Perfusion eine signifikant bessere diagnostische Genauigkeit, sowohl auf Patientenebene als auch auf Stromgebietsebene. Jedoch gleicht sich die diagnostische Genauigkeit bei isolierter Betrachtung einer Untergruppe an, welche Patient*innen mit vorherigem

Myokardinfarkt oder Bypass-Operation ausschließt. Des Weiteren konnte bei Betrachtung des longitudinalen Strains festgestellt werden, dass sich dieser bei ischämischen Segmenten signifikant von nicht-ischämischen Segmenten unterscheidet, sowohl bei Adenosin- als auch bei Atemmanöver-Fast-SENC. Dieser Unterschied ist sowohl unter Ruhe- als auch unter Stress-Bedingungen ermittelbar. Des Weiteren ist die Straindifferenz zwischen Ruhe- und Stress-Bedingung ebenfalls signifikant unterschiedlich. Hervorzuheben ist, dass nicht-ischämische Segmente im Allgemeinen eine Erhöhung des Strains und ischämisch Segmente eine Verringerung des Strains zeigen. Mit Bezug auf die Implementierung in die klinische Routinediagnostik, hat Atemmanöver-Fast-SENC im Vergleich zur Adenosin-Stress-Perfusion ein um 65% verkürzte Untersuchungsdauer.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen grundlegend das Potenzial der Atemmanöver-Fast-SENC-basierten Diagnostik von induzierbaren myokardialen Ischämien. Einige Limitationen erlauben allerdings noch keine allgemeingültige Aussage und somit noch keine Übertragbarkeit in ein klinisches Setting. Hierzu gehören beispielsweise die geringe Größe der Studienkohorte, sowie fehlende Informationen zum Einfluss auf die klinische Prognose. Aufgrund des sehr hohen negativ prädiktiven Wertes könnte jedoch ein negativer Ischämienachweis mittels Atemmanöver-Fast-SENC als Ausschlusskriterium für weitere Diagnostik dienen. Vor der klinischen Implementierung sollte in einer multizentrischen Studie mit größerer Patientenkohorte die diagnostische Genauigkeit des Ischämienachweises überprüft werden. Eine solche Studie könnte als Goldstandard auch eine funktionelle Beurteilung der Koronarstenosen durch Messung der fraktionierten Flussreserve in der invasiven Koronarangiographie mit einbeziehen.

Die Daten der vorgelegten Arbeit zeigen, dass die kombinierte Anwendung von Fast-SENC und Hyperventilations-Apnoe-Atemmanöver den Nachweis von induzierbaren myokardialen Ischämien mit hoher diagnostischer Genauigkeit ermöglicht und dafür weder pharmakologische Stressoren noch Kontrastmittel benötigt. Somit konnte die Grundlage für eine zukünftige klinische Anwendung von kombinierten Fast-SENC und Hyperventilations-Apnoe-Atemmanövern gelegt werden, um einen schnelleren, nebenwirkungsärmeren und auch zuverlässigeren Ischämienachweis zu realisieren.