

286th ENMC International Workshop

in Hoofddorp, The Netherlands

Title: Muscle Imaging: Artificial Intelligence, Automatic Segmentation and Imaging Data Sharing in Neuromuscular Disease

Muskelbildung bei neuromuskulären Erkrankungen: Künstliche Intelligenz, automatische Segmentierung und Datenaustausch

Datum: 7-9 March 2025

Organisatorinnen und Organisatoren: Prof. V. Straub (Vereinigtes Königreich), Dr H. Kan (Niederlande), Dr J. Warman Chardon (Kanda), Prof. J. Vissing (Dänemark).

Nachwuchswissenschaftlerinnen: Dr Sarah Schläger (Deutschland), Dr Susi Rauh (Niederlande)

Participants: Prof. Volker Straub (Vereinigtes Königreich), Dr Hermien Kan (Niederlande), Dr Jodi Warman-Chardon (Kanda), Prof. John Vissing (Dänemark), Dr Francesco Santini, (Schweiz), Dr Harmen Reygoudt (Frankreich), Dr Lara Schläffke (Deutschland), Dr Mauro Monforte (Italien), Dr Glenn Walter (USA), Prof. Giorgio Tasca (Vereinigtes Königreich), Prof. Anna Pichiechio (Italien), Dr Martijn Froeling (Niederlande), Dr Jasper Morrow (Vereinigtes Königreich), Prof. John Thornton (Vereinigtes Königreich), Dr Pierre Carlier (Belgien), Prof. Kristl Claeys (Belgien), Dr Sarah Schläger (Deutschland), Dr Susi Rauh (Niederlande).

Hintergrund:

Bei neuromuskulären Erkrankungen (NMEs) können die Muskeln an Volumen verlieren, durch Fett ersetzt werden oder von Entzündungen betroffen sein. In unterschiedlichen NMEs sind verschiedene Muskeln unterschiedlich stark betroffen, was mitunter zu krankheitsspezifischen Mustern von Muskelveränderungen führen kann. Die quantitative Magnetresonanztomographie (qMRT) der Muskulatur ermöglicht es, Muskelvolumen, Fettanteil, entzündliche, nekrotische und dystrophische Veränderungen objektiv und nicht-invasiv zu messen. Deshalb gilt qMRT als ein zukunftssträchtiges, vielversprechendes bildgebendes Verfahren, um NMEs zu diagnostizieren, den Krankheitsverlauf zu beobachten und den Behandlungserfolg zu beurteilen.

Damit qMRT im klinischen Alltag sinnvoll eingesetzt werden kann, müssen sich Fachleute auf geeignete qMRT-Techniken, harmonisierte Methoden zur Datenextraktion aus den Bildern und deren standardisierte radiologische Beurteilung einigen. Eine große Herausforderung ist dabei die sogenannte „Muskel-Segmentierung“ – das eindeutige Markieren einzelner Muskeln oder Muskelgruppen in den MR-Bildern. Eine solche Segmentierung ist notwendig, um Daten aus den Bildern zu extrahieren und weiterführend Analysen durchzuführen. So kann man erkennen, welche Muskeln zu welchem Ausmaß betroffen sind und wie sich dies im Verlauf verändert. Manuelle Segmentierung ist jedoch sehr zeitaufwändig, weshalb inzwischen computergestützte Ansätze mit Künstlicher Intelligenz (KI) entwickelt wurden, um den Prozess zu automatisieren. Allerdings besteht derzeit noch kein Konsens darüber, welche Methode

oder Software sich zur Muskelsegmentierung am besten eignet. Hinzu kommt, dass für die Weiterentwicklung und Testung dieser KI-Tools große Datenbanken an MRT-Bildern aus unterschiedlichen Kliniken benötigt werden.

Ziel des Workshops war es deshalb, sich auf einheitliche qMRT-Techniken, eine harmonisierte Auswertung der Bilddaten und eine standardisierte radiologische Befundung der Ergebnisse zu einigen. Das soll dabei helfen, qMRT von der Forschung in den klinischen Alltag zu übertragen, um so die Patientenversorgung zu verbessern.

Ziele des Workshops

1. **qMRT-Bilderfassung:** Ziel ist es, einheitliche Abläufe für die Durchführung von qMRT-Scans und die Speicherung der Daten festzulegen. An diesen Diskussionen waren Radiologen, Physiker und Neurologen beteiligt.
2. **qMRT-Datenanalyse:** Es sollen Standards geschaffen werden, um die Daten dieser qMRT-Untersuchungen zu verarbeiten, auszuwerten und zu beurteilen. Dazu gehört auch die Bestimmung eines geeigneten Formats für die Datenspeicherung und die Einbeziehung neuer Methoden des maschinellen Lernens.
3. **Automatische Segmentierung:** Hier ging es um gemeinsame Standards bei der automatischen Segmentierung von Muskeln in qMRT-Daten, also wie die Daten weiterverarbeitet und ausgewertet werden.
4. **Datenaustausch:** Es soll die Zusammenarbeit zwischen europäischen und weltweiten Zentren verbessert werden. Dabei werden Strategien erarbeitet, um Bilddaten besser zwischen Zentren zu teilen und ihre langfristige Verfügbarkeit zu sichern.

Ergebnisse des Workshops

Die Experten einigten sich auf einheitliche qMRT-Techniken in der Diagnosestellung von NMEs – die Messung des Fettanteils als Imaging Biomarker für muskuläre Verfettung und Messung des Wasser-T2-Wertes als Imaging Biomarker für Krankheitsaktivität. Die erhobenen qMRT-Daten sollen in einem standardisierten Format (ORMIR-MIDS) gespeichert werden. Das erleichtert den Vergleich von Ergebnissen zwischen verschiedenen Einrichtungen und Studien und vereinfacht die Auswertung und Weitergabe der qMRT-Daten. Für diagnostische Zwecke ist die Segmentierung einzelner Muskeln wichtig, während es für die Verlaufsbeobachtung sinnvoll sein kann, mehrere Muskeln in Gruppen zusammenzufassen. Weiterhin wurde entschieden, hier mehr in maschinelles Lernen zu investieren, damit automatische Muskel-Segmentierung in der klinischen Praxis umgesetzt werden kann. Nötig sind zusätzliche Studien, um verschiedene automatische Segmentierungsverfahren miteinander zu vergleichen und deren Genauigkeit bei verschiedenen NMEs zu prüfen. Aus diesem Grund soll auch ein internationaler Wettbewerb zu automatischer Muskel-Segmentierung ins Leben gerufen werden. Um qMRT-basierte Biomarker in den klinischen Alltag zu integrieren, wird außerdem eine Vorlage für einen strukturierten radiologischen Befund erstellt.

Bedeutung für Patientinnen und Patienten und ihre Angehörigen

Einheitliche und verbesserte Standards zur Durchführung und Auswertung von qMRT-Untersuchungen helfen Ärztinnen und Ärzten dabei, bestimmte NMEs schneller und genauer zu diagnostizieren und den Krankheitsverlauf besser einzuschätzen. Dadurch lässt sich auch die Wirksamkeit von Behandlungen optimaler verfolgen,

Krankheitsmechanismen können genauer verstanden und Studienergebnisse aus aller Welt leichter verglichen werden.

Nächste Schritte

- Ein Wettbewerb zur automatischen Muskel-Segmentierung wird veranstaltet, um verschiedene Methoden zum automatischen Markieren von Muskeln in qMRT-Aufnahmen zu testen und vergleichen.
- Ein strukturiertes radiologisches Befundungstemplate wird entworfen, um qMRT in die Routineversorgung zu integrieren.

Ein vollständiger Bericht wird in der Zeitschrift *Neuromuscular Disorders* (*PDF*) veröffentlicht.