

Ludwig von Rohden, Simone Pöttsch

Muskelultraschall bei Kindern

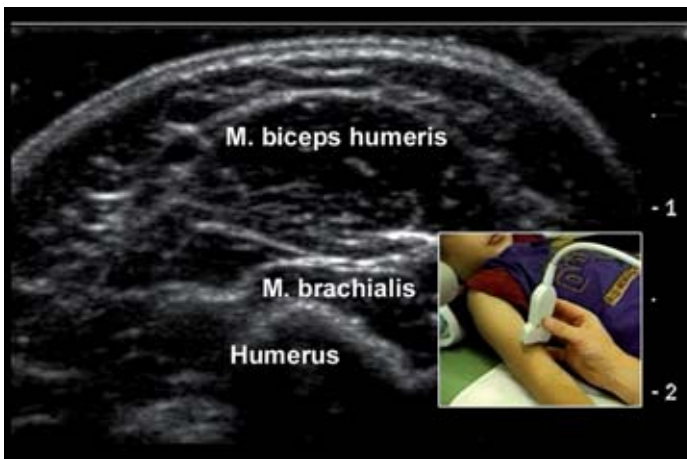
Ausschluss-, Vermutungs- und Differenzialdiagnose sowie Verlaufskontrolle bei neuromuskulären Erkrankungen

Unter dem Überbegriff 'Neuromuskuläre Erkrankungen' werden eine Vielzahl von bei Kindern meist erblichen, selten erworbenen Krankheitsbildern zusammengefasst. Anatomisch ist nicht nur das Muskelgewebe selbst betroffen, sondern auch das Bindegewebe (Mesenchym), die Gefäße, die zur Muskulatur führenden peripheren Nerven, die motorische Endplatte sowie schließlich die Vorderhornzellen des Rückenmarks.

Neuromuskuläre Erkrankungen haben oft sehr ähnliche Krankheitserscheinungen. Infolgedessen reichen die üblichen klinisch-neurologischen Untersuchungen, so wichtig sie auch sind, für eine sichere Diagnosestellung nicht aus. Daher sind diagnostisch eine

Reihe von Laboruntersuchungen, wie z. B. die Creatinkinase- und Laktatdehydrogenasebestimmung u. a. im Blut zusätzlich erforderlich. Herkömmlich wurden dann auch die Elektromyographie (EMG) und Nervenleitgeschwindigkeit durchgeführt. Das EMG jedoch akzeptie-

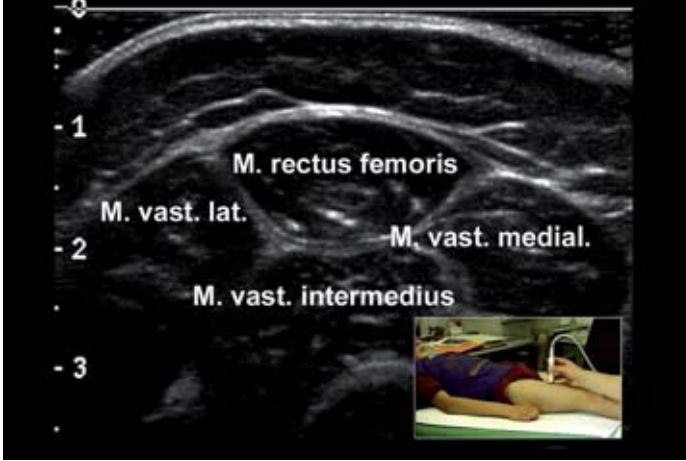
ren in aller Regel Kinder unterhalb von 10 Jahren nicht, weshalb wir in dieser Altersstufe hierauf verzichten. Schließlich konnte die zutreffende Diagnose meist erst durch Gewebeentnahme gestellt werden, was bei Kindern immer mit einer Operation in Narkose verbunden ist. In schwierigen Fällen ist selbst die Histologie nicht zielführend. Auf Grund der guten Zugänglichkeit der Muskulatur, vor allem an den Gliedmaßen, steht heute die Sonographie an ganz vorderer Stelle. Die Myosonographie ist hierbei, wie an anderen Organen, ein nicht invasives, beliebig oft reproduzierbares und ohne Verwendung von Kontrastmitteln, Sedierung und Narkose anwendbares Verfahren, ideal geeignet zur Anwendung bei Kindern.



■ Abb 1: Normalbefunde der Skelettmuskulatur im Querschnitt. Oberarmbeuger (12-jähriger Junge). Echoreiche doppelkonturierte Kutis. Mittlere Echogenität der Subkutis. Rundbogenartige schallkopfnaher Begrenzung des M. biceps humerus. Hervortretende schallkopferne intramuskuläre Septen mit hoher Echogenität. Dazwischen fokale sehr echoarme Muskelparenchym. Der schallkopferne M. brachialis ist durch reflektogenes Mesenchym einschließlich des Gefäßnervenbündels im Bizeps abgegrenzt und über der kräftigen Humerussichel erkennbar. Die Armbeuger gehören zu den reflexreichen Extremitätenmuskeln. Eingeblenndes Bild: Schallkopfführung am rechten Oberarm.

Anatomische und untersuchungstechnische Grundlagen

Die quergestreifte Muskulatur ist das größte und schwerste Organ des Menschen. Muskeln setzen sich aus Muskelfasern zusammen, die



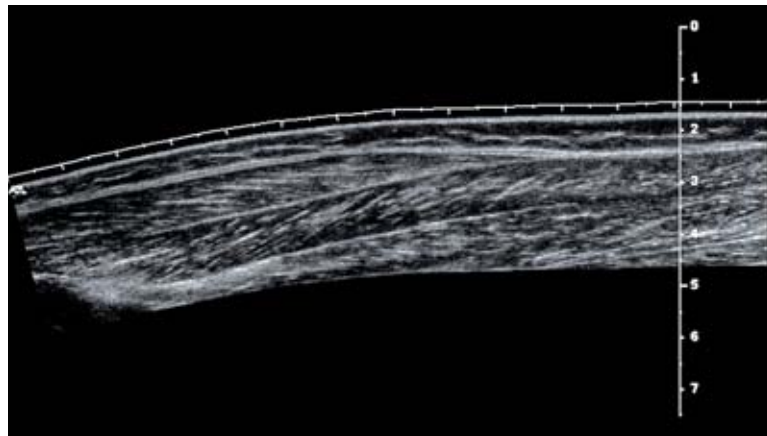
■ *Abb 2: Normalbefunde der Skelettmuskulatur im Querschnitt. M. quadriceps femoris rechts. Kutis und Subkutis sind echoärmer als am Oberarm. Der M. quadriceps femoris weist in allen 4 Köpfen eine ähnliche sehr grobgranuläre Zeichnung des Mesenchyms auf. Die schallkopfnahere Hälfte des M. rectus tritt besonders echoarm unter dem im lotrechten Schallstrahl aufleuchtenden Tractus ileotibialis hervor. Dieser subfasziale Anteil des Muskelbauches stellt eine hervorragende ROI zur Erkennung von Normabweichungen im Erkrankungsfall dar. Weiterhin finden sich durch Faszienechos deutlich segmentierte Muskellogen des M. quadriceps. Am unteren Bildrand ist die Femursichel zur Hälfte erkennbar. Einblendung: Schallkopfführung am rechten Oberschenkel.*

in Faszikel gebündelt sind, diese wiederum werden von Faszien, d. h. Bindegewebe umgeben. In diese Muskelfaserbündel gelangen Blutgefäße und die peripheren Nerven. Das gesunde Muskelparenchym zeigt sich sonographisch echoarm. Es wird von den echoreichen bindegewebigen Anteilen umgeben. In der Tiefe der Muskulatur finden sich helle oft sichelförmige Echos, die Knochen. Für die systematische sonographische Untersuchung werden folgende Muskeln empfohlen (Abb. 1 – 3):

- M. deltoideus
- Mm. biceps, brachialis und triceps humeris
- Mm. biceps quadriceps femoris und sartorius
- M. tibialis anterior
- M. triceps surae

wie einer Reduzierung des zeitlichen Aufwandes, wobei die gezielte Beurteilung weiterer oberflächlicher Muskeln natürlich je nach klinischer Symptomatik möglich ist.

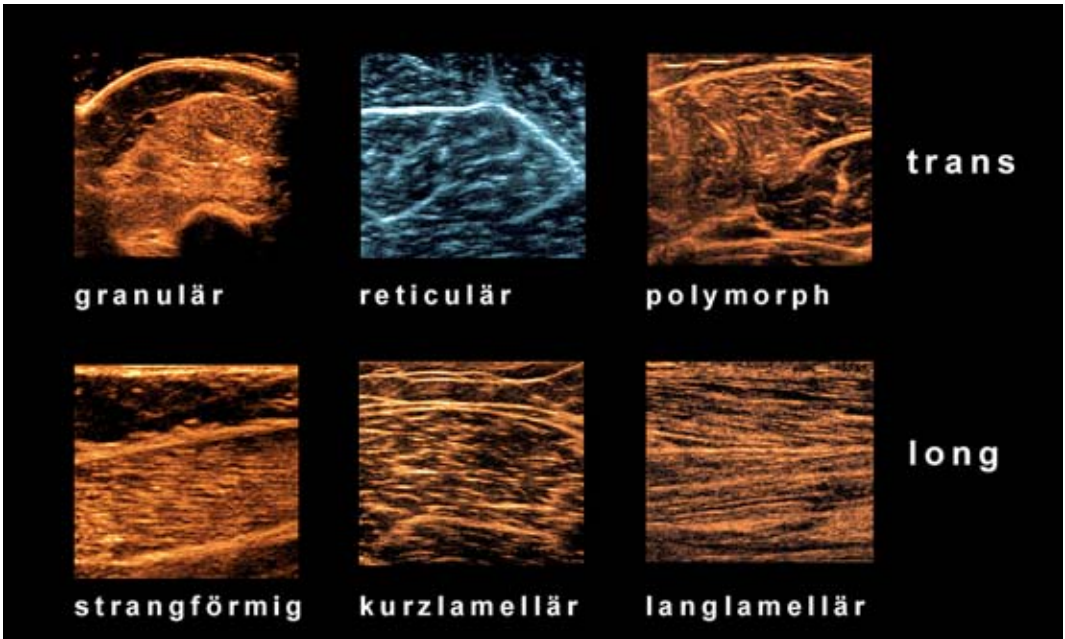
Seit Einführung der neuen Ultraschallgerätegeneration in den letzten 5 Jahren bietet die Myosonografie eine deutlich höhere diagnostische Qualität. Empfohlen wird ein Hochleistungsgerät mit einem breiten Parallelschanner von 7 - 15 MHz Schallfrequenz. Bei der Geräteeinstellung ist auf die strikte Einhaltung der Konstanz aller ultraschallphysikalisch relevanten Geräteparameter zu achten. Sie



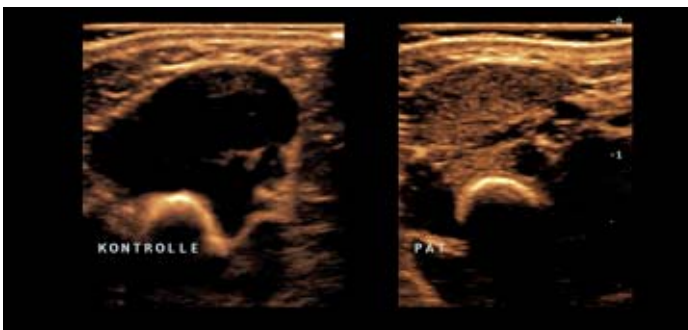
■ *Abb 3: Wade längs in Panoramatechnik (7-jähriger gesunder Junge), Darstellung der medialen Anteile der M. gastrocnemius et soleus und sogar Anteile des M. tibialis anterior, deren Fiederungen spitzwinklig entgegengesetzt zueinander verlaufen. Sie weisen das sogenannte Fischgrätenmuster der peripheren Skelettmuskulatur auf. Die Panoramatechnik eignet sich somit längs und quer zur übersichtsartigen Darstellung des normalen Skelettmuskels und möglichen oft nur lokal begrenzten pathologischen Veränderungen (vergl. Abb. 6).*

Diese topografische Begrenzung dient der Vereinfachung und Standardisierung der Untersuchung so-

ist Voraussetzung für eine einheitliche und standardisierte Untersuchung an der Muskulatur. Hierzu



■ *Abb 4: Myosonographische Muster: Die schachbrettartige Darstellung soll beispielhaft die sogenannten Texturen, d. h. die unterschiedlichen sonographischen Gewebearchitekturen bei verschiedenen Muskelerkrankungen darstellen. Diese unterschiedlichen Texturen ergeben für den methodisch Erfahrenen feindiagnostische Hinweise auf eine Krankheitsgruppe, bzw. z. T. sogar auf die definierte Erkrankung. Sie bildet den Kern der myosonographischen Untersuchung.*



■ *Abb 5: Drei Wochen alter Säugling mit gesicherter Muskeldystrophie Typ Duchenne. Links im Bild zeigt sich ein normaler Oberarmquerschnitt, wogegen der Befund rechts bereits die deutliche feingranuläre Transformation der Muskulatur bei Betroffenheit mit der schweren Erkrankung aufweist.*

wird ein spezielles Skelettmuskelprogramm (preset) installiert, welches im Gerät abrufbar ist. Dieses Programm ist bei allen Patienten unterschiedslos anzuwenden. Die wichtigsten Einstellungsparameter werden nachfolgend aufgeführt:

- hoher dynamischer Bereich (sehr viele Graustufen)
- nur mäßige Sendeintensität so wie Empfangsverstärkung
- absolute Konstanz des Tiefenausgleiches (TGC-Kurve)

- einheitliches Pre- und Postprocessing
- höchstmögliche Zahl der Foci für eine optimale Ortsauflösung
- Falsch-Farben-Sonografie ist sehr empfehlenswert (bessere visuelle Gewebedifferenzierung)
- Panorama-Bild-Option (Übersichtsbild im Längs- und zirkulären Querschnitt).

Praktische Untersuchungsdurchführung

Bei der Applikation dient der vorab einzustellende sehr echoarme Normalbefund des gesunden Probanden als Referenz. Er garantiert die Erfassung bereits minimaler Echo-genitäts- und Struktur-differenzen

bei Betroffenen. Das Aufsetzen des Schallkopfes sollte behutsam erfolgen, da bereits ein geringer Druck auf den Muskel zu einer Veränderung des Durchmessers und hierdurch zu einer iatrogenen Erhöhung der Echogenität führen kann. Ebenso ist auf eine senkrechte Applikation des Schallkopfes zur Hautoberfläche zu achten. Um die interindividuellen und Altersunterschiede genügend sicher zu erfassen, sollte vor allem bei pädiatrischen Patienten ein Vergleich mit einem gleichaltrigen, gleichgeschlechtlichen und konstitutionsidentischen muskelgesunden Kind erfolgen. Es empfiehlt sich immer, beim systemisch Betroffenen einen exemplarischen Seitenvergleich (kontralateraler Muskel) durchzuführen. Zur Dokumentation dient die digitale Aufzeichnung. Ein digitaler Videoclip ermöglicht die Erfassung pathologischer Muskelbewegungen (Faszikulationen und Fibrillationen). Zudem erleichtert sie im unklaren oder Kontrollfall eine rückwirkende Evaluation des Befundes.

Indikationen

Die wichtigsten klinischen Zeichen neuromuskulärer Erkrankungen, die Anlass geben, eine Muskelsonographie durchzuführen, sind: muskuläre Hypertonie, Hypotonie, Schwäche und Schmerzen, weiterhin klinisch erkennbare Verschmächtigungen (Atrophien) oder auffallende Verdickungen (Hypertrophien)

der Muskulatur sowie manchmal fragliche Hautveränderungen. Die unklare Erhöhung der Transaminasen (vor allem ASAT), Creatinkinase (CK) und Laktatdehydrogenase (LDH) muss weiter abgeklärt werden. Hier kann die Muskelsonographie vor Veranlassung weiterer

schon Gewebearchitektur der Muskulatur, den so genannten Texturen (Abb.4).

A) Myopathien

Bei den primären Myopathien ist neben einer verschiedenen starken Echogenitätserhöhung die aus-



■ *Abb 6: Muskeldystrophie Typ Duchenne (DMD). Oberschenkelquerschnitt eines siebenjährigen betroffenen Patienten in Panoramabild Darstellung im Vergleich zu einem gleichaltrigen Normalbefund (kleines Bild li. unten). Bildbestimmend für den Patienten ist die feingranuläre, nahezu homogene, stark hyperechogene, bereits sekundär atrophische Muskulatur des Patienten. Die Muskellogen sind infolge schwerster Fett-Bindegewebe-Einlagerung völlig verschleiert. Die Schallpenetration ist mit 5 mm stark vermindert. Rechts im Bild zeigen nur noch der M. sartorius und Teile der Adduktoren eine muskelähnliche, wenn auch bereits pathologisch veränderte Textur. Beurteilung: Altersentsprechend bereits fortgeschrittener Umbau der Muskulatur bei DMD und demzufolge amorphes Myosonogramm.*

invasiver Verfahren in besonderem Maße richtungsweisend sein. Nachfolgend wird eine Auswahl der sonomorphologischen Charakteristika klinisch bedeutungsvoller neuromuskulärer Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter unterschiedlicher Ätiologie dargestellt.

Eine Besonderheit der Myosonographie ist die Darstellung der spezifi-

geprägt granuläre Muskeltextur unterschiedlichster Abstufung charakteristisch und dominierend. Der Nachweis eines sog. „granulären Musters“ sollte eine weitere gezielte diagnostische Abklärung z. B. mittels Molekulargenetik nach sich ziehen. Eine starke Altersabhängigkeit der muskulären Texturveränderungen zeigt sich bei den X-chromosomal-rezessiven



■ *Abb 7: Progressive spinale Muskelatrophie vom Typ Werdnig-Hoffmann. 13 Monate altes Kleinkind, Oberschenkelquer- und -längsschnitt in Panoramatechnik. Befund: Links im Bild der hellwache Patient, der schlafend in der Sesseldecke platziert worden ist. Die scheinbar kräftigen Beinchen zeigen sonografisch eine mehr als 1 cm dicke Vakutfettschicht und lediglich noch 7 mm Muskeldicke bis zur Femuroberfläche (s. Markierung). In longitudinaler Schnittführung ist die Atrophie und monströse Vakutfettbildung noch eindrücklicher. Beide Schnittebenen zeigen die extreme Fokalität des Befundes mit den atrophierten „weißen“ Muskelfaserbündeln, die wellig-laminär im Längsschnitt dominieren, wogegen die wenigen noch unbeeinträchtigten Muskelfaserbündel nahezu echofrei spärlich zwischen denselben dargestellt werden. Beurteilung: Extrem fokale Betroffenheit mit wellig-laminären atrophischen Muskelfasergruppen und dazwischen liegenden spärlichen pseudohypertrophen Muskelsträngen. Die hochgradige Atrophie führt zu extremer Vakutfettbildung, so dass sich talgig dicke Extremitäten des Patienten entwickeln, die aber klinisch keinesfalls das Ausmaß der muskulären Atrophie erkennen lassen.*

Muskeldystrophien (Abb. 5 und 6). Hier wechselt die Echogenität von echoarm nach echoreich sowie inhomogen nach homogen vom Säuglings- bis zum Schulalter. Dies wird besonders bei der Duchenne' Muskeldystrophie (DMD) deutlich, wo bei sehr jungen Säuglingen oft erst nur eine partielle Betroffenheit der Muskulatur nachweisbar ist, welche der primären Detektion entgehen kann. Ähnlich verhält es sich bei der autosomal dominanten und rezessiven Schulter- und Beckengürtel-Muskeldystrophie.

Eine sehr feingranuläre, homogene, moderate Echogenitätserhöhung an allen Muskelgruppen findet sich auch bei der Myotonia congenita Typ Becker.

B) Neuropathien und Stoffwechselerkrankungen mit überwiegend neurogenem Befallsmuster

Den neurogenen Erkrankungen entspricht ein sog. „lamelläres“ Muster im Sonogramm. Daneben findet sich die unterschiedlich stark ausgeprägte Muskelatrophie.

Bei den spinalen Muskelatrophien kann der sonografische Nachweis einer meist extremen Atrophie bereits in einem sehr frühen Krankheitsstadium diagnostisch wegweisend sein, wie hier bei einem Kleinkind mit spinaler Muskelatrophie Typ Werdnig-Hoffmann dargestellt (Abb. 7). Die Kombination von lokal erhöhter Echogenität mit muskulären Zuckungen (Faszikulationen) sind zudem typische sonografische Merkmale neurogener Erkrankungen. Mit zunehmendem Alter und Fortschreiten der Erkan-

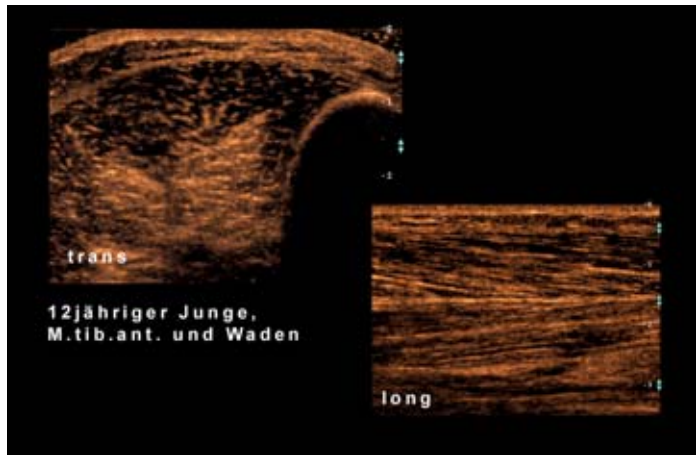
kung wird jedoch eine Beurteilung aufgrund der konstitutionsbedingten Zunahme der Fettschicht schwieriger. Die hereditären sensorischen Neuropathien (HSMN) zeichnen sich sonografisch durch eine deutlich erhöhte muskuläre Echointensität aus, welche in Form fokal streifenförmiger und retikulärer hyperechogener Strukturen zur Darstellung kommt (Abb.8). Atrophien sowie Faszikulationen können nachgewiesen werden. Die Abb. 9 und 10 zeigen Myosonogramme von Patienten mit einer Glykogen-speichererkrankung (Glykogenose Typ 1, v. Gierke) und mit Smith-Lemli-Opitz-Syndrom als Beispiele für metabolisch bedingte neuromuskuläre Erkrankungen.

C) Erkrankung der motorischen Endplatte

Charakteristisch für die Myasthenia gravis ist die belastungsabhängige muskuläre Schwäche. Die Myosonografie kann bei dieser Erkrankung die muskuläre Betroffenheit dokumentieren. Kennzeichnend, jedoch nicht spezifisch, ist eine nur leicht erhöhte Echogenitätssteigerung der Muskulatur, wobei deren Textur extrem polymorph verändert ist (Abb. 11).

D) Entzündliche Erkrankungen

Bei der Dermatomyositis findet man eine von den kleinen Blutgefäßen ausgehende Inflammation von Haut und Muskeln. Neben dem MRT, der Muskelbiopsie und dem



■ *Abb 8: Zwölfjähriger Junge mit hereditärer sensorischer Neuropathie vom Typ Charcot-Marie-Tooth. Links im Bild Querschnitt des M. tibialis anterior, rechts Längsschnitt durch den medialen Gastrocnemius und Soleus. Befund: Erhebliche herdförmige Betroffenheit im M. tibialis anterior, wobei schallkopfnah nur zarte Musterveränderungen, schallkopffern dann kompakte hyperechogen-granuläre bis grobretikuläre inhomogene Muster vorliegen. Longitudinal zeigen sich diese Veränderungen als fokal streifige Überbetonung des Fischgrätenmusters mit Pseudohypertrophie, d. h. die dunklen, breiten Straßen sind noch wenig betroffene Muskelfaserbündel. Beurteilung: Die hereditäre sensorische Neuropathie zeigt sich verhältnismäßig einheitlich als fokale, streifige Hyperechogenität im Längsschnitt und kurz- oder grobretikuläre inhomogene Reflektogenität im Querschnitt der Skelettmuskeln. Nahezu pathognomonisch für die neurogene Ätiologie sind Faszikulationen und Fibrillationen, die in Echtzeittechnik zu beobachten sind.*

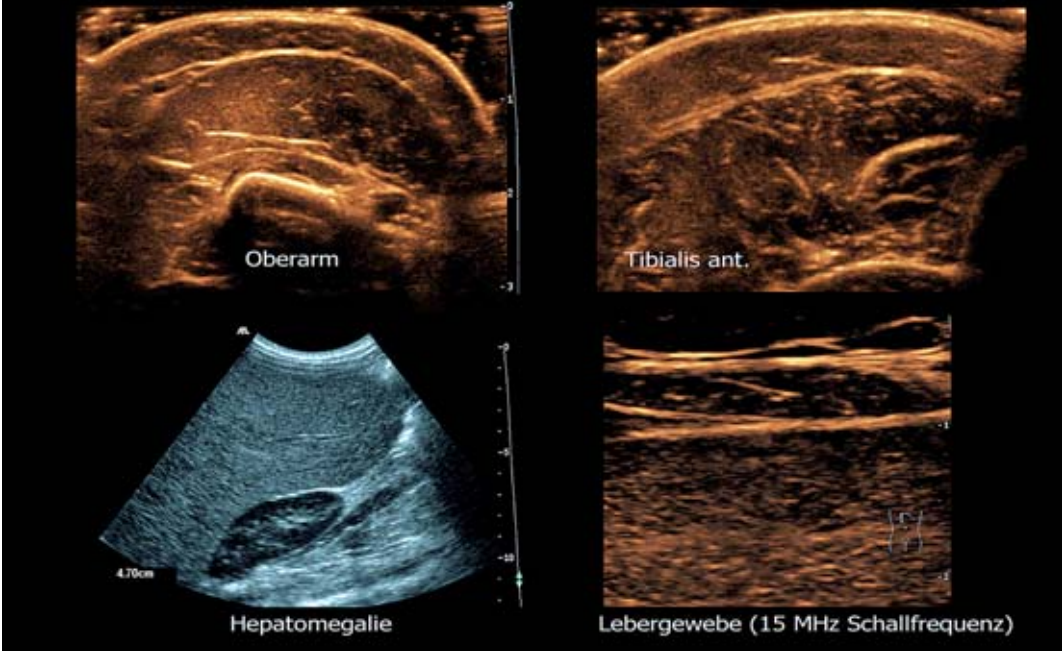
EMG bietet die Myosonografie die Möglichkeit einer sensitiven morphologischen Untersuchung zur Beurteilung des Befallsmusters. Bei der akuten Dermatomyositis ist die Echogenität nur mäßig fokale erhöht (Abb. 12). Nekrosen sind zu finden. Bei chronischen Verlaufsformen der Dermato- bzw. Polymyositis nimmt die Echointensität stark zu und ist herdförmig ausgebildet (Abb. 13). Bei einigen Patienten lassen sich Kalzifikationen nachweisen (Myositis ossificans). Aufgrund der unmittelbaren Vergleichbarkeit mit dem Vorbefund und der sofortigen Verfügbarkeit ist die Myosonografie gegenüber anderen bildgebenden

Verfahren nach übereinstimmender Auffassung als schnellste, mit Abstand preiswerteste und sensibelste Methode zur Verlaufskontrolle der inflammatorischen Muskelerkrankungen anzusehen.

Stellenwert der Myosonografie

Die Myosonografie ist mit hochentwickelter Gerätetechnik und bei erfahrenem Untersucher ein wichtiges Instrument in der Früh- und Differenzialdiagnostik neuromuskulärer Erkrankungen. An der gesunden Muskulatur sind geschlechts-, konstitutions- und vor allem altersbedingte Eigenschaften in großer Variabilität sono-

Glykogenose Typ I v. Gierke



■ Abb 9: Zweijähriges Kleinkind mit einer Glykogenose Typ I (v. Gierke). Im Bild der linken unteren Quadrant (grüne Darstellung) zeigt die stark vergrößerte Leber und darunter liegend echoarme Niere. Es besteht die bekannte Lebervergrößerung. Das Lebergewebe ist aber nur scheinbar homogen, wie der rechte untere Quadrant zeigt. Mikrosonographisch ist das Lebergewebe tatsächlich inhomogen zu sehen. Das Gleiche trifft für die Oberarm- und M. tibialis anterior-Muskulatur zu, die in der oberen Bildhälfte zu sehen ist. Hier zeigen einerseits feingranuläre andererseits auch streifige Strukturen eine unregelmäßige Anordnung.

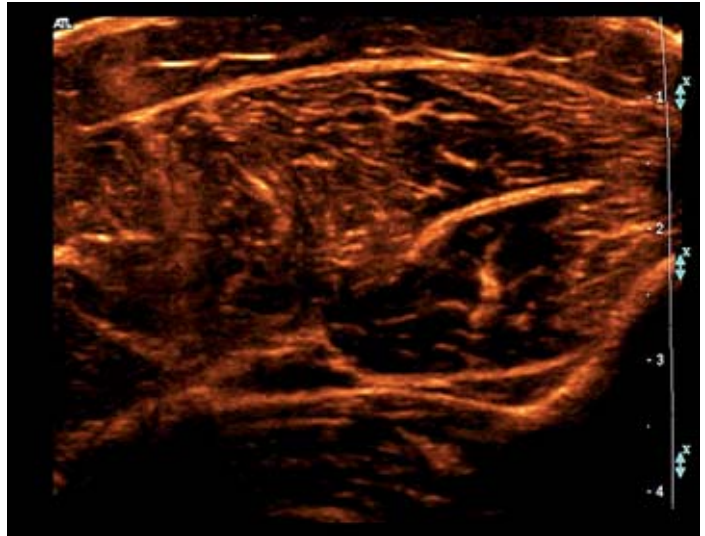


■ Abb 10: Ein Säugling und zehnjähriges Mädchen mit einem Smith-Lemli-Opitz Syndrom, einem seltenen Cholesterolsynthesedefekt. Man sieht am Oberarm und an der Wade eigenartige feingranuläre und andererseits fleck- bis netzförmige Abweichungen der Muskeltexur von normalen Befunden. Beurteilung: Sehr unterschiedlicher Befall der Skelettmuskulatur beim SLO-Syndrom.

grafisch darstellbar. Basierend auf deren genauer Kenntnis kann pathologische Muskulatur erfolgreich beurteilt werden. Problematisch sind demgegenüber vor allem der vorwiegend subjektive Charakter des Verfahrens und die Notwendigkeit, über längere Zeit auf diesem speziellen Gebiet Erfahrungen zu sammeln. Auch ist die Effektivität der Untersuchung an das Vorhandensein eines Hochleistungsgerätes gebunden. Im Einzelnen können Patienten mit folgenden neuromuskulären Erkrankungen sonographisch differenziert werden: Duchenne-, Becker-Kiener-, Schulter- und Beckengürtel-, fazio-

skapulothorale und myotone Dystrophie und weitere seltene Erkrankungen wie kongenitale Struktur anomalies. Spinale Muskelatrophien, hereditäre sensomotorische und andere Neuropathien werden frühzeitig detektiert. Die inflammatorischen Muskelerkrankungen sind auch im Anfangsstadium der Sonografie besonders gut zugänglich. Zunehmend rücken Stoffwechseldefekte mit Beteiligung des Skelettmuskelsystems in das diagnostische Blickfeld. Myogene und neurogene Erkrankungen sind scharf voneinander trennbar. Eine besonders wichtige Gruppe für die Myosonografie sind Säuglinge und Kleinkinder, welche in ihrer körperlichen und geistigen Entwicklung zurückbleiben.

Sie sind entweder schlaff oder zeigen eine erhöhte Muskelspannung. Das gezielte Screening auf neuromuskuläre Erkrankungen ist bei dieser Gruppe lohnend, weil ethisch unbedenklich, effektiv, praktikabel und sehr ökonomisch. Es bestehen keine Kontraindikationen. Wir fanden bei Hundert solcher Kinder in fast einem Drittel eine breite Palette myosonographischer Normabweichungen bis hin zu schweren Muskelveränderungen. Im engen klinischen Kontext erlaubte dies eine unkomplizierte, frühzeitige diagnostische Weichenstellung. Hier zählten vor allem der Großteil der Kinder, die wir zur Erleichterung der Eltern als sicher muskelgesund



■ *Abb 11: 15-jähriges Mädchen mit Myasthenia gravis. Befund: Das Muskelbild wird von sonographisch sehr differenten polymorphen Veränderungen bestimmt. Einerseits finden sich fein- bis grobgranuläre, teils schleierartige, teils netzförmige und wellige Texturen in der Muskulatur. Auf der anderen Seite werden wie hier, im M. tibialis anterior, auch großvolumige Areale weitgehend ausgespart von sonographisch erkennbaren Veränderungen.*



■ *Abb 12: 12-jähriges Mädchen mit akuter Dermatomyositis. Befund: Die vergrößerte Darstellung der Oberarmbeuger zeigt unter der herdförmig-hyperechogenen Kutis und Subkutis zum Teil echoarme, nahezu echofreie Areale (Ödem), sowie andererseits grobgranulär bis netzförmig hyperechogene Bezirke. Sie sind herdförmig angeordnet. Die normale Anordnung der mesenchymalen Strukturen ist verändert. In der farb-kodierten Darstellung ist eine vermehrte Vaskularisation des M. deltoideus nachweisbar. Beurteilung: Die akute Myositis zeigt stark herdförmige, granuläre bis verwaschene Echogenitätsdifferenzen der Muskulatur sowie mesenchymale Deformationen. Die echoarmen Areale dürften Ausdruck des Ödems, möglicherweise von Nekrosen sein.*



■ *Abb 13: Vierzehnjähriges Mädchen mit chronischer Myositis. Man erkennt ein stark herdförmig-hyperechogenes Muster. Der Pfeil zeigt auf einen 5 mm großen, besonders hervortretenden Herd im M. rectus femoris. Dieser Herd eignet sich besonders zur sonographisch gestützten Gewebeentnahme und Sicherung der Diagnose. Beurteilung: Die chronische Myositis zeigt ein vielfältiges Bild von landkartenartig veränderten, pathologisch transformierten hyperechogenen Arealen der betroffenen Skelettmuskulatur.*

einzustufen vermochten. Während die elektrophysiologischen Verfahren eine funktionelle Einschätzung der Muskulatur zulassen, erlaubt die Myosonografie ihre morphologische Beurteilung. Somit ergänzen sich beide Verfahren bei Verdacht auf das Vorliegen einer neuromuskulären Erkrankung. Bei Notwendigkeit der Durchführung einer Muskelbiopsie muss die Sonografie zur präoperativen Lokalisation herangezogen werden, weil andernfalls, viel häufiger als bislang angenommen, infolge Fokalität der Läsion aussagearme Gewebeproben die zutreffende Diagnosestellung erschweren oder unmöglich machen.

Fazit

Die Anwendung der Myosonografie als einfaches, in seiner Effektivität bislang unterschätztes und kostengünstiges Untersuchungsverfahren bei neuromuskulären Erkrankungen wird, speziell im Kindes- und Jugendalter, empfohlen und sollte noch vor Einsatz invasiver Maßnahmen (z. B. EMG) als Screeningmethode angewandt werden. Auch wenn vielfach eine endgültige Diagnose allein anhand der myosonografischen Befunde nicht gestellt werden kann, so hilft die Methode doch, Symptome besser einzuordnen. Sie ist ein unerlässlicher Schritt, um die weitere Diagnostik neuromuskulärer Erkrankungen

effizient durchzuführen. In der Praxis ergibt sich hieraus ein besonders enges Zusammenwirken von Klinik und Bildgebung.

Literatur

1. Reimers CD, Gaulrapp H, Kele H. Sonographie der Muskeln, Sehnen und Nerven. Untersuchungstechniken und Befundinterpretation. Köln: Deutscher Ärzteverlag; 2004
2. Rohden L von, Wiemann D. Neuromuskuläre Erkrankungen. In: Hofmann V et al. (Hrsg.): Ultraschalldiagnostik in Pädiatrie und Kinderchirurgie. Stuttgart, New York: Thieme, 2005: 631-649
3. Rohden L von, Wien F, Pöttsch S. Myosonographie neuromuskulärer Erkrankungen unter besonderer Berücksichtigung des Kindes- und Jugendalters. Klin Neurophysiol 2007; 38: 141-154

▶ PD Dr. med. Ludwig von Rohden
 Dr. med. Simone Pöttsch
 Otto-von-Guericke-Universität
 Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin - Kinderradiologie
 Leipziger Straße 44
 D - 39120 MAGDEBURG