

**Redaktion**

U. Müller-Ladner, Bad Nauheim  
 U. Lange, Bad Nauheim

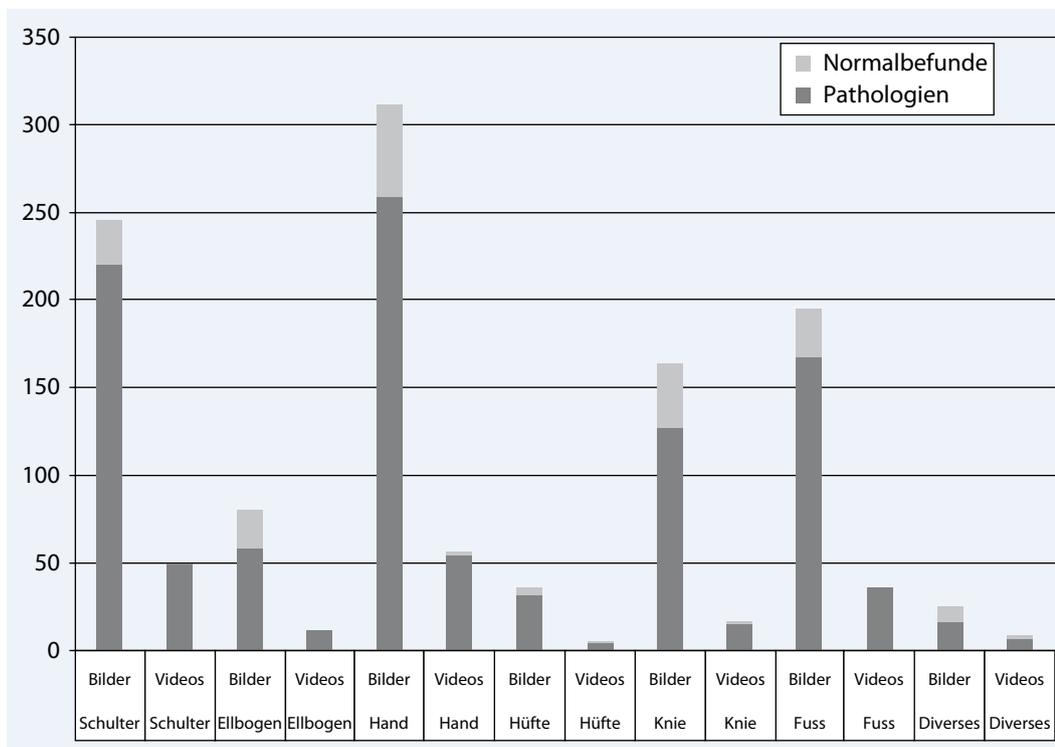
# Webbasiertes Lernen in der Sonographie des Bewegungsapparates

**Die hier vorgestellte Arbeit zeigt ein webbasiertes E-Learning-Werkzeug, welches in Anlehnung an international anerkannte Standards Normalbefunde und pathologische Befunde bei rheumatischen Krankheiten zusammenfasst. Das Lern-Tool ergänzt als E-Learning-Instrument die im Vordergrund stehende mehrjährige praktische Ausbildung und spiegelt häufig im Alltag anzutreffende sonographische Befunde wider. Es kann als Ausbildungsinstrument und für erfahrene Ultraschalluntersucher als rasch**

**zugängliches Nachschlagewerk dienen.**

Die Ausbildung in der Sonographie des Bewegungsapparates ist von Land zu Land unterschiedlich und wird von den jeweiligen Fachgesellschaften geregelt. Die EULAR („European League Against Rheumatism“) hat die Inhalte und den Aufbau von Ausbildungskursen für Rheumatologen erarbeitet und publiziert [1, 2, 3]. In den jeweiligen Kursen werden theoretische Inhalte vermittelt und praktische Übungen durchgeführt. Die

weitere praktische Ausbildung erfolgt in spezialisierten Kliniken und Praxen. Das Selbststudium erfolgt unter Anwendung empfohlener Lehrbücher bzw. aktueller Publikationen und in den letzten Jahren vermehrt mit Hilfe webbasierter Lern-Tools und Ultraschallatlanten [4, 5]. Das Ziel dieser Arbeit war es, ein webbasiertes Lernwerkzeug als Ultraschallatlas des Bewegungsapparates zu entwickeln. Dieses sollte Normalbefunde und pathologische Befunde beinhalten und sich an die Richtlinien international anerkannter Fachgesellschaften anlehnen. Die patho-



**Abb. 1** ◀ Anzahl der Bilder und Videos pro Gelenk aufgeschlüsselt in Normalbefunde und Pathologien

logischen Befunde sollten speziell die in einer Rheumatologiepraxis und -klinik anzutreffenden Befunde und Krankheiten enthalten. Wir erhoffen uns, durch dieses Lern-Tool die Ausbildung in der Sonographie des Bewegungsapparates zu verbessern.

### Beschreibung des Lern-Tools

In dieser prospektiven Arbeit wurden sonographische Normalbefunde und häufige pathologische Befunde des Bewegungsapparates dokumentiert und katalogisiert. Die überwiegende Mehrheit der Abbildungen wurde im Zeitraum Januar 2007 bis Dezember 2009 in der Rheumaklinik des Universitätsspitals Zürich angefertigt. Ein kleinerer Teil der Bilder wurde den Autoren freundlicherweise von Kollegen aus anderen Kliniken oder aus der Praxis zur Weiterverwendung zur Verfügung gestellt. Die Bilder wurden von 4 SGUM- (Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin, Sektion Bewegungsapparat) Experten unabhängig beurteilt und selektioniert. Einerseits wurden die von der SGUM [6, 7], der EULAR [1], der ESSR („European Society of Musculoskeletal Radiology“; [8]) und der Gruppe SONAR („Swiss Sonography Group in Arthritis and Rheumatism“; [5]) vorgeschlagenen Untersuchungen erfasst. Andererseits wurden die für den Rheumatologen wichtigsten pathologischen Ultraschallbefunde in Form von kommentierten Bildern oder Videos aufgenommen.

Insgesamt umfasst das webbasierte Programm 1240 Aufnahmen, welche aus 1057 Ultraschallbildern und 183 Videos bestehen. Von den 1240 Aufnahmen sind 179 (14,4%) Normalbefunde und 1061 (85,6%) Bilder oder Videos der Sonopathologie. ■ **Abb. 1** zeigt für jedes Gelenk die Anzahl der Bilder und Videos aufgeschlüsselt in Normalbefunde und Pathologien. 61% (756/1240) der Aufnahmen betreffen die obere Extremität und 39% (484/1240) die untere Extremität. Die meisten Aufnahmen der oberen Extremitäten betreffen die Hand (29,6%, 368/1240) und die Schulter (23,8%, 296/1240), während an der unteren Extremität Aufnahmen des Fußes (18,6%, 231/1240) und des Knies (14,4%,

Z Rheumatol 2011 · 70:154–159 DOI 10.1007/s00393-010-0740-z  
© Springer-Verlag 2011

G. Tamborini · A. Krebs · M. Michel · B.A. Michel · A. Ciurea

### Webbasiertes Lernen in der Sonographie des Bewegungsapparates

#### Zusammenfassung

Die Ausbildung in der Sonographie des Bewegungsapparates erfolgt durch das Besuchen von Kursen, durch praktisches Üben und durch Selbststudium. In den letzten Jahren wurde webbasiertes Lernen auch in der Sonographie untersucht. Die vorliegende Arbeit setzte sich zum Ziel, Normalbefunde und pathologische Befunde nach den Richtlinien international anerkannter Fachgesellschaften in einem webbasierten Tool zu erfassen. In einer Zeitspanne von 3 Jahren wurden im Rahmen einer prospektiven Arbeit Normalbefunde und häufige pathologische Befunde des Bewegungsapparates dokumentiert und katalogisiert. 1240 Aufnahmen, aus 1057 Ultraschallbildern und 183 Videos bestehend, wurden erfasst. Insgesamt waren 14,4% Normalbefunde und 85,6% der Bilder oder Videos pathologische Befunde. 61% der Aufnahmen betrafen die obere Extremität,

39% die untere Extremität und andere Gelenke. Die hauptsächlich dokumentierten Pathologien beschreiben eine Arthritis (33,3%), gefolgt von mechanischen oder entzündlichen Pathologien der Sehnen (19,6%). Mit 20% ist die rheumatoide Arthritis die Krankheit, die am meisten vertreten ist. Weitere häufig vorkommende Krankheiten sind die Kalziumpyrophosphatarthropathie (CPPD) mit 8,2%, die Gicht mit 7,1% und die Arthrose mit 6,9%. Zudem werden ultraschallgesteuerte Infiltrationen dargestellt. Die Aufnahmen wurden beschriftet und in ein einfach zu bedienendes webbasiertes Lernwerkzeug zusammengefasst.

#### Schlüsselwörter

„E-learning“ · Ultraschall · Rheumatoide Arthritis · Kalziumpyrophosphatarthropathie · Gicht

### Web-based learning in musculoskeletal ultrasound

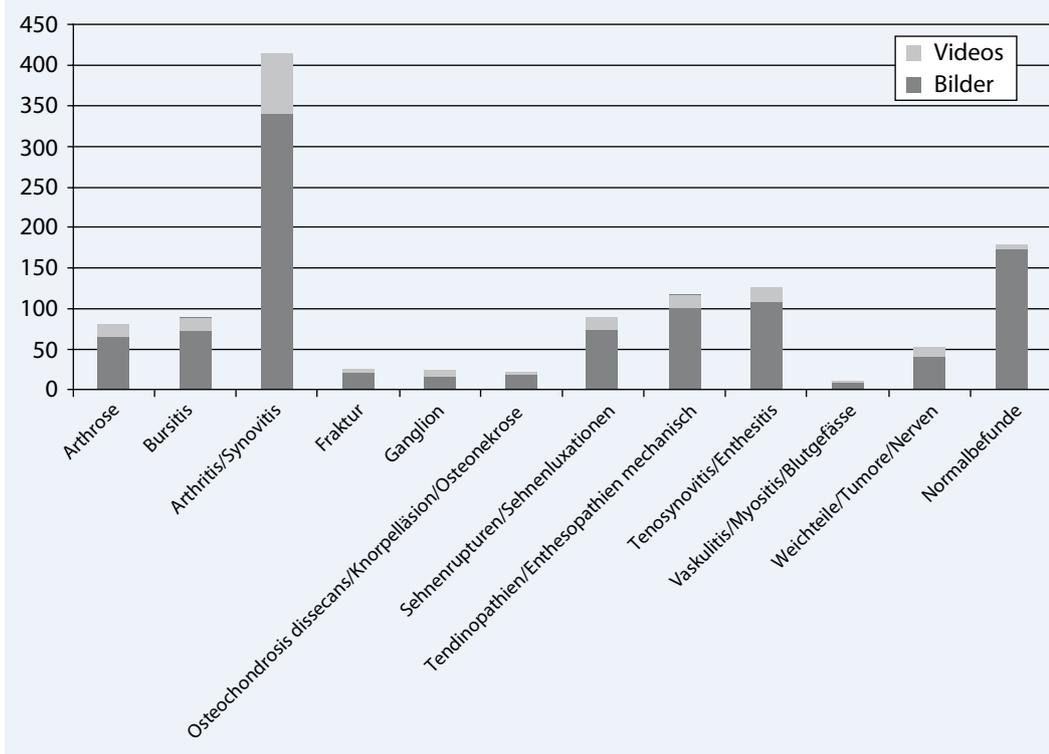
#### Abstract

Education and training in musculoskeletal ultrasound (MSUS) comprises attendance at theoretical and practical courses and independent study. Web-based learning as a novel teaching method has previously been described. The present study summarizes normal and pathological findings in a web-based approach using widely accepted guidelines. In a prospective study over a period of 3 years normal and pathological images of the musculoskeletal system have been documented and catalogued. Overall 1240 ultrasound images and 183 ultrasound videos were collected. A total of 14.4% were normal and 85.6% were pathological MSUS findings; 61% concerned the upper extremity, while 39% were

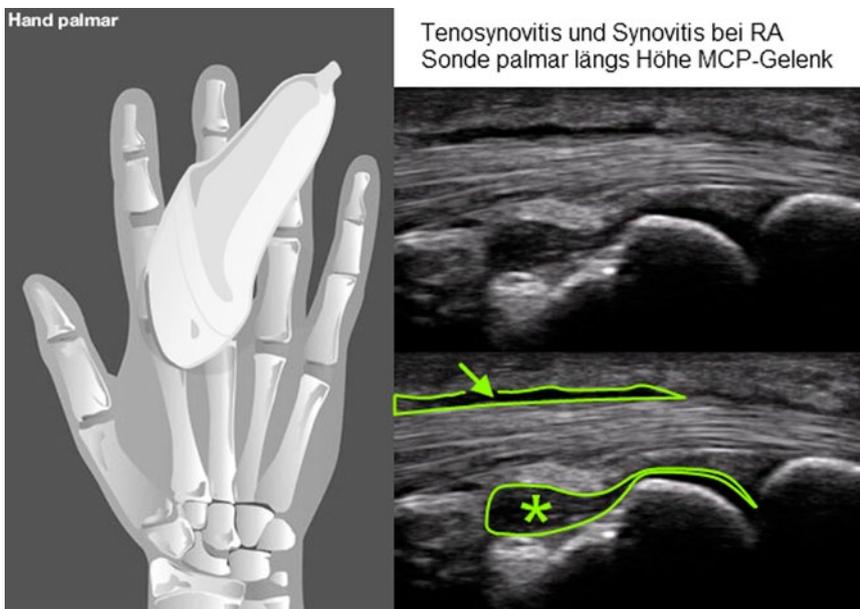
images and videos of the lower limbs. The most captured conditions included synovitis (33.3%), pathologies of the tendons e.g., tenosynovitis or tendinosis (19.6%) and normal findings (14.4%). The most represented diseases were rheumatoid arthritis (20%), calcium deposition disease (8.2%), gout (7.1%) and osteoarthritis (6.9%). The images and videos were edited and integrated in a web-based tool.

#### Keywords

E-learning · Ultrasound · Rheumatoid arthritis · Calcium pyrophosphate arthropathy · Gout



**Abb. 2** ◀ Anzahl der Bilder und Videos pro Befund



**Abb. 3** ▲ Metakarpophalangeal- (MCP-)Gelenk palmar längs mit Synovitis (Stern) und Tenosynovitis der Beugesehnen (Pfeil) bei rheumatoider Arthritis

179/1240) überwiegen. Der am meisten dokumentierte Befund ist eine Arthritis (33,3%, 414/1240) gefolgt von mechanischen oder entzündlichen Pathologien der Sehnen (19,6%, 244/1240) und von Normalbefunden (14,4%, 179/1240).

Die detaillierte Auflistung der enthaltenen Befunde ist in der **Abb. 2** zusammengefasst. Mit 20% (249/1240) ist

die rheumatoide Arthritis (**Abb. 3**) die Krankheit, die am meisten vertreten ist. Weitere häufig vorkommende Erkrankungen sind die Kalziumpyrophosphatarthropathie (CPPD) mit 8,2% (102/1240), die Gicht mit 7,1% (89/1240) und die Arthrose mit 6,9% (86/1240). Eine Zusammenstellung der erfassten Krankheiten findet sich in **Abb. 4**.

Das hier vorgestellte Webprogramm wurde als einfach anzuwendendes Lern-Tool konzipiert. Die 1240 Ultraschallbilder und Videos wurden zunächst systematisch nach Gelenken sortiert. Die weitere Aufteilung wurde nach Normalbefund oder Pathologie vorgenommen. Bei jedem Bild wurden die dazugehörige Krankheit, die spezifische Diagnose, der sonomorphologische Befund, die Position bzw. Lagerung des Patienten und die Sondenlage beschrieben. Nach dem Einstieg in das Programm kann das gewünschte Gelenk gewählt werden. Der Benutzer kann im nächsten Schritt aus dem Menü (**Abb. 5**) des jeweiligen Gelenks die beschrifteten Anatomiebilder, Pathologiebilder oder Videos anschauen. Bei jedem Gelenk wird die Anatomie entsprechend den Vorgaben der oben genannten Gesellschaften strukturiert. Die Bilder sind animiert: Beim Bewegen des Mauszeigers über eine definierte beschriftete Struktur wird diese farblich hervorgehoben.

Ein zusätzlicher Schwerpunkt sind ultraschallgesteuerte Interventionen (z. B. „slicing“ und „needling“ bei der Kalkschulter) und intraartikuläre Injektionen. Unter „Diverses“ findet sich die Darstellung weniger häufig untersuchter Gelenke wie das Kiefergelenk, das Sakroiliakalge-

Hier steht eine Anzeige.



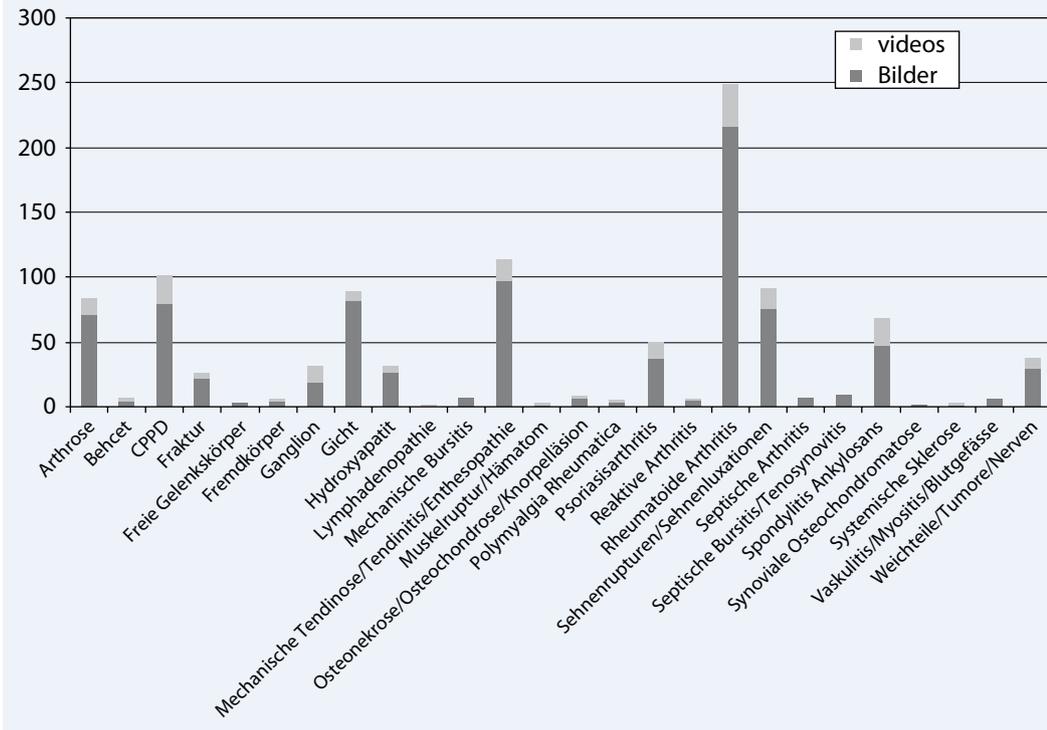


Abb. 4 ◀ Anzahl der Bilder und Videos pro Krankheit

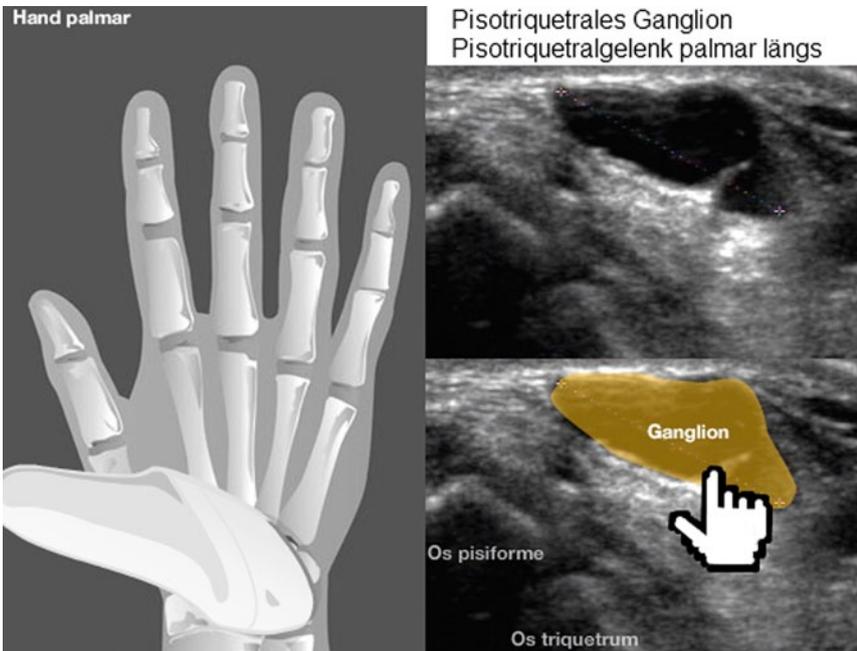


Abb. 5 ▲ Pisotriquetralgelenk palmar längs: Ganglion. Wird der Mauszeiger im Bild rechts über den Text oder den Befund bewegt, so leuchtet die entsprechende Struktur in der Aufnahme auf. Das obere Bild stellt den Befund naturgerecht statisch dar. Im Text oben werden die Einzelheiten der Aufnahme erläutert

lenk oder Ultraschallbefunde der A. temporalis.

### Diskussion

Webbasiertes Lernen im Fachgebiet der Sonographie des Bewegungsapparates ist

nicht neu: Filippucci et al. [9] haben zeigen können, dass webbasierte Tools das Lernen unterstützen können. Dutzende Websites mit dem Schwerpunkt auf muskuloskelettaler Sonographie sind heutzutage zugänglich [4]. Diese unterscheiden sich stark in der Qualität der Bilder und

vor allem im Inhalt. Zum einen fokussieren einzelne Lern-Tools auf bestimmte Gelenke (z. B. nur auf die Schulter), zum anderen auf bestimmte Krankheiten (z. B. ausschließliche Darstellungen von Pathologien bei der rheumatoiden Arthritis). Eine EULAR-Arbeitsgruppe hat ein Ausbildungskonzept für die Arthrosonographie vorgestellt, in dem auch das E-Learning eine bedeutende Rolle spielt [1]. Inhalte und Aufbau praktischer Kurse in der Ausbildung wurden publiziert [1, 2, 3].

Neu ist, dass mit dem nun entwickelten Lern-Tool ein – unter Anwendung international anerkannter Richtlinien (SGUM, EULAR, ESSR, OMERACT-Definitionen und SONAR) für Schweizer Ärzte in Aus- oder Weiterbildung – die anatomischen Leitstrukturen und häufig anzutreffende Pathologien [12, 13, 14, 15, 16] umfassendes Lernprogramm zusammengestellt wurde. Zudem kann dieser Atlas als Referenz beim Scoring im Rahmen klinischer Studien benutzt werden (z. B. Synovitis-Score bei rheumatoider Arthritis). Die im hier vorgestellten Webprogramm enthaltenen anatomischen Ultraschallbilder sämtlicher Gelenke entsprechen den von oben genannten Fachgesellschaften empfohlenen Standardebenen. Die Befunde und die am meisten vorkommenden Krankheiten wie die rheumatoide Ar-

thritis, die Gicht, die CPPD, die Arthrose oder mechanische Sehnenpathologien spiegeln das Patientengut in einer rheumatologischen Klinik wider, in der die Arthrosographie zur Diagnose, zum Therapiemonitoring oder für Interventionen eingesetzt wird. Das Tool erlaubt zudem eine Darstellung der Befunde zu einer bestimmten Krankheit (■ Tab. 1) und kann somit die fazettenreichen Erscheinungen einer Krankheit am Bewegungsapparat hervorheben.

Die Benutzung dieses Lern-Tools ist einfach. Der Benutzer ist in kurzer Zeit mit der Bedienung der Programmoberfläche vertraut, und auch ein unerfahrener Computerbenutzer wird sich rasch zurechtfinden. Der Aufbau ist für alle Gelenke gleich gestaltet (→ Gelenk, → Auswahl von Anatomie oder Pathologie, → Auswahl eines sonomorphologischen Befundes und zuletzt → Auswahl der Krankheit). Dank eingebautem Hilfefmodus werden dem Benutzer bei Bedarf die wichtigsten Funktionen erklärt. Das Programm ist so konzipiert, dass es wenig Computerressourcen benötigt: Ein Computer mit „flash-tauglichem“ Browser und eine Internetverbindung genügen. Eine zusätzliche Softwareinstallation ist nicht notwendig.

Einen großen Vorteil dieses Lern-Tools sehen wir in der Möglichkeit der stetigen Weiterentwicklung und der einfachen und praktisch endlosen Ergänzung mit neuen Bildern und Videos. Untersucher, die das Lernprogramm benutzen und Bilder anfertigen, die nicht enthalten oder qualitativ höherstehend sind, können den Autoren die Bilder zukommen lassen. Nach einem Review-Verfahren durch bis zu 4 SGUM-Experten werden diese Aufnahmen ins Programm eingefügt.

Den Nutzen des Programms sehen wir als zusätzliches Lernwerkzeug zu den wichtigen und im Vordergrund stehenden praktischen Kursen und zum Selbststudium mit Lehrbüchern und aktuellen publizierten Artikeln. Das Programm kann beispielsweise auf einem parallel zum Ultraschallgerät laufenden Computer benutzt werden und ist somit bei der Untersuchung als Referenzatlas von Normalbefunden und von pathologischen Befunden hilfreich. Nicht nur im Selbst-

studium, sondern auch innerhalb von praktischen Kursen in der Schweiz wird das Programm seit 2010 erfolgreich angewendet: Zum Beispiel werden Rheumatologen in der Durchführung des Synovitis-Scoring bei der rheumatoiden Arthritis geschult und wurden somit zu Scoring-Experten ausgebildet.

## Fazit für die Praxis

**Zusammengefasst sehen wir webbasiertes Lernen als zusätzliches E-Learning-Instrument zur im Vordergrund stehenden mehrjährigen praktischen Ausbildung [10 - 16]. Das Lern-Tool erlaubt einen ergänzenden Zugang zur Ausbildung und dient als rasch zugängliches Nachschlagewerk.**

## Korrespondenzadresse

**G. Tamborini**  
Rheumaklinik, UniversitätsSpital Zürich  
Gloriastr. 25, 8091 Zürich  
Schweiz  
giorgio.tamborini@sec.usz.ch

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehung hin: Es besteht eine Referententätigkeit für die Firma UCB-Pharma AG. Der Beitragsinhalt wird dadurch nicht beeinflusst.

## Literatur

1. Naredo E, Bijlsma JWJ, Conaghan PG et al (2008) Recommendations for the content and conduct of European League Against Rheumatism (EULAR) musculoskeletal ultrasound courses. *Ann Rheum Dis* 67:1017–1022
2. Naredo E, Bijlsma JWJ (2009) Becoming a musculoskeletal ultrasonographer. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 23:257–267
3. Backhaus M, Burmester GR et al (2001) Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis* 60:641–649
4. Irheuma, Ultraschall im Internet: [http://www.irheuma.ch/rii\\_ultraschall.html](http://www.irheuma.ch/rii_ultraschall.html)
5. Schweizerische Gruppe für Sonographie in Arthritis und Rheumatismus: <http://www.sonar.irheuma.com/>
6. Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin, Sektion Bewegungsapparat: <http://www.sgum.ch> und <http://www.locomo.ch>
7. Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin, Sektion Bewegungsapparat: [http://www.sgum.ch/weiterbildung\\_fa/tutoren\\_kursleiter/tutoren\\_kursleiter.htm](http://www.sgum.ch/weiterbildung_fa/tutoren_kursleiter/tutoren_kursleiter.htm)
8. European Society of Musculoskeletal Radiology: [http://www.essr.org/cms/website.php?id=en/index/educational\\_material.htm](http://www.essr.org/cms/website.php?id=en/index/educational_material.htm)
9. Filippucci E, Meenagh G, Ciapetti A et al (2007) E-learning in ultrasonography: a web-based approach. *Ann Rheum Dis* 66:962–965

**Tab. 1** Dargestellte Aspekte am Beispiel der rheumatoiden Arthritis

Arthrose (sekundär)
Arthritis
OMERACT-Definitionen
Synovitisdefinition
Synovitis-Scoring MCP
Synovitis-Scoring PIP
Powerdoppier
Erosionen
Knorpelveränderungen
Kunstgelenke
Bursitis
Karpaltunnelsyndrom
Rheumaknoten
Tenosynovitis
OMERACT „Outcome Measures in Rheumatoid Arthritis Clinical Trials“, MCP Metakarpophalangealgelenk, PIP proximales Interphalangealgelenk.

10. Brown AK, O'Connor PJ, Wakefield RJ et al (2004) Practice, training, and assessment among experts performing musculoskeletal ultrasonography: toward the development of an international consensus of educational standards for ultrasonography for rheumatologists. *Arthritis Rheum* 51:1018–1022
11. Appendix 12 (2008) Minimum training requirements for the practice of medical ultrasound in Europe. *Ultraschall Med* 29:94–97
12. Grassi W, Salaffi F, Filippucci E et al (2005) Ultrasound in rheumatology. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 19:467–485
13. Brown AK (2009) Using ultrasonography to facilitate best practice in diagnosis and management of RA. *Nat Rev Rheumatol* 5:698–706
14. Kane D, Balint PV, Sturrock R, Grassi W (2004) Musculoskeletal ultrasound – a state of the art review in rheumatology. Part 1: Current controversies and issues in the development of musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Rheumatology (Oxford)* 43:823–828
15. Kane D, Grassi W, Sturrock R, Balint PV (2004) Musculoskeletal ultrasound – a state of the art review in rheumatology. Part 2: Clinical indications for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Rheumatology (Oxford)* 43:829–838
16. Bruyn GA, Schmidt WA (2009) How to perform ultrasound-guided injections. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 23:269–279