

Otrzymano: 27.09.2019  
 Zaakceptowano: 10.02.2020  
 Opublikowano: 31.03.2020

## Internetowy cyfrowy atlas filmów z badań ultrasonograficznych dla celów klinicznych i edukacyjnych

### Internet-based digital video atlas of sonographic findings for clinical and educational purposes

Daniel Merkel<sup>1</sup>, Christoph Schneider<sup>1</sup>, Michael Ludwig<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Immanuel Krankenhaus, Rüdersdorf b. Berlin, Niemcy

<sup>2</sup> Bundeswehrkrankenhaus Berlin, Niemcy

Adres do korespondencji: dr Daniel Merkel M.D., Immanuel Klinik Rüdersdorf, Seebad 82/83, 15562 Rüdersdorf b. Berlin, Germany; tel.: +493363883309, fax: +493363883311, e-mail: merkel@gmx.com

DOI: 10.15557/JoU.2020.0005

#### Słowa kluczowe

atlas nagrań wideo,  
 edukacja internetowa,  
 e-learning,  
 portal wideo,  
 online

#### Keywords

video atlas,  
 internet-based learning,  
 e-learning,  
 video portal,  
 online

#### Abstract

**Introduction:** A professional and valid ultrasound examination is dependent upon an extensively experienced examiner. Recognition and classification of rare or minimally distinctive findings are a particular source of uncertainty on the part of the examiner. By creating an online-based video database of sonographic findings, we tried to share our own experience for clinical and educational purposes. **Material and methods:** More than a thousand video clips of documented ultrasound findings were anonymized and cut to a practicable length of between 10 and 25 sec. The findings were critically evaluated and labeled with a primary diagnosis. They were also classified by organ systems and various keywords. **Results:** An online portal that currently contains more than 1,000 video sequences of typical, non-typical, especially vivid or rare ultrasound findings has been created. The portal is free of charge and accessible for any Internet-capable PC. It is also optimized for use on mobile devices (smartphones, iPads, etc.). Search and location of relevant findings is performed using keywords or a diagnosis-based search function. The Internet address is [www.sono.gallery](http://www.sono.gallery). **Conclusions:** The video portal is a fast and universally accessible non-commercial platform. Its moving images can be used as an aid in resolving problematic differential diagnoses of typical, non-typical or especially rare ultrasound findings or in verifying one's own findings.

## Wstęp

Przeprowadzanie miarodajnych badań ultrasonograficznych (USG) wymaga ukończenia szczegółowych i ustrukturyzowanych kursów, dla których ściśle wytyczne opracują specjalne organy.

W celu przeprowadzania wartościowych badań ultrasonograficznych, poza odpowiednią techniką manualną, należy spełnić też inne wymagania. Aparat powinien spełniać najwyższe standardy, operator musi znać zasady optymalizacji obrazu (dostosowanie częstotliwości, ogniskowania, mocy wiązki itp.), a wiele problemów diagnostycznych wymaga odpowiedniej

współpracy pacjenta. Na wiele pytań można odpowiedzieć tylko wtedy, gdy badanie jest przeprowadzane starannie i zostanie mu poświęcona wystarczająca ilość czasu.

Technikę badania USG można opanować dzięki kursom opisanym w podręcznikach, kursom online, a także szkoleniom tradycyjnym w salach lekcyjnych. Stanowi to warunek niezbędny do przeprowadzenia udanego badania. Nauka techniki badania USG staje się także coraz ważniejsza w edukacji przedklinicznej<sup>(1,2)</sup>. Wykazano, że kursy internetowe są tak samo skuteczne jak szkolenia tradycyjne, prowadzone w sali lekcyjnej<sup>(3,4)</sup>. Wyzwanie stanowi jednak niezmiennie *interpretacja* obrazów USG.

Ocena kliniczna i klasyfikacja obrazu są często trudne i, w porównaniu z innymi metodami obrazowania, bardziej uzależnione od doświadczenia operatora. Doświadczenie to jest często gromadzone podczas długiego okresu nauki w czasie praktyki klinicznej. W idealnych warunkach bardziej doświadczony współpracownik będzie w tym czasie służył wsparciem w interpretacji nietypowych obrazów. Niestety w praktyce, i to nie tylko na uniwersytetach, takie rozwiązanie nie jest zwykle dostępne ze względu na brak czasu, dużą liczbę kursantów i małą ilość czasu poświęcanego zajęciom praktycznym.

Alternatywą może być stosowanie podręczników w celu rozwiania wątpliwości w diagnostyce różnicowej. W praktyce jednak książki, które mogłyby stanowić odniesienie, nie są dostępne w danym ośrodku, a ich stosowanie jest kłopotliwe, ponieważ nawet niedawno opublikowane standardowe opracowania<sup>(5)</sup> zawierają tylko niewielkie i często przestarzałe obrazy.

W przypadku TK i MRI istnieją stale powiększające się bazy danych usprawniające poszukiwanie rozpoznania poprzez porównanie obrazów i za pomocą algorytmów oraz sztucznej inteligencji<sup>(6,7)</sup>. Ponieważ ultrasonografia jest metodą mniej standaryzowaną, opracowanie dla niej narzędzi diagnostycznych, opartych na sztucznej inteligencji, stanowi wyzwanie.

Jedno zdjęcie nie daje tyle informacji, jakie uzyskuje się przy obserwacji poruszającego się obrazu podczas badania w czasie rzeczywistym.

Wielu młodych operatorów, ze względu na wygodę, ucieka się do poszukiwania przykładowych obrazów z badań USG w Internecie, stosując ogólne wyszukiwarki. Jednak w tym przypadku nie można zagwarantować odpowiedniej jakości interpretacji znalezisk.

## Materiał i metody

Pięciu doświadczonych lekarzy z trzech niemieckich uniwersyteckich szpitali klinicznych w okresie ponad 5 lat wykonywało i zapisywało cyfrowe nagrania badań ultrasonograficznych w ramach rutynowej praktyki klinicznej. W tym celu stosowano wysokiej klasy aparaty USG najnowszej generacji. Co najmniej dwóch recenzentów z doświadczeniem na poziomie II lub III stopnia certyfikatu DEGUM krytycznie oceniło uzyskane nagrania ([www.degum.de](http://www.degum.de)). Otrzymano ponad 1000 cyfrowych nagrań badań USG dokumentujących typowe, rzadkie lub nietypowe znaleziska.

Następnie nagrania zostały pocięte na fragmenty o praktycznej długości wynoszącej 10–25 sek. i dla każdego z nich wybrano reprezentatywny obraz nieruchomy. Znalezione patologie oznaczono na obrazach za pomocą strzałek. Usunięto wszelkie informacje związane z pacjentem. Obrazy opisano i, w koniecznych przypadkach, dodano piktogram.

**Tab. 1.** Przydział nagrań do różnych kategorii z klasyfikacji układów i narządów (w kolejności alfabetycznej)

Drogi żółciowe
Jelita
Nerki
Wątroba
Układ chłonny
Trzustka
Śledziona
Klatka piersiowa
Tarczycza
Brak kategorii
Naczynia

**Tab. 2.** Różne słowa kluczowe przypisane nagraniom (w kolejności alfabetycznej)

Początkujący
Łagodne
CEUS*
Duplex
EUS**
Świetny
Ekspert
Zapalenie
Interwencja
Złośliwe
Prawidłowe
Wyraźne
Typowe
Nieswoiste
*USG ze wzmocnieniem kontrastowym, **USG endoskopowe
CEUS (contrast-enhanced ultrasound) – USG z zastosowaniem środka kontrastowego; EUS (endoscopic ultrasound) – ultrasonografia endoskopowa

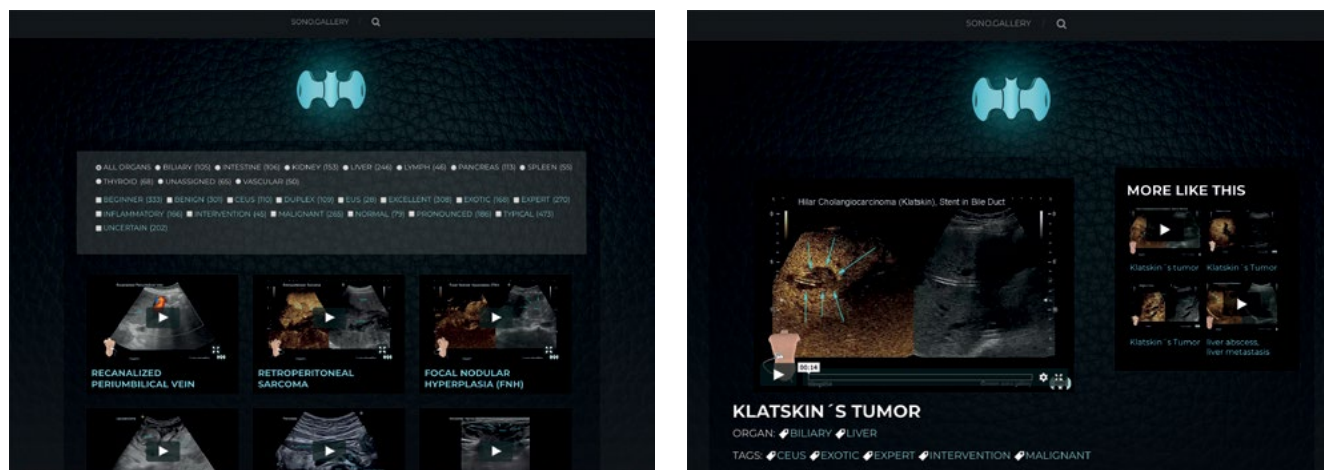
W końcu każde nagranie przypisano do odpowiedniej kategorii w klasyfikacji układów i narządów (Tab. 1) i opisano za pomocą stosownych słów kluczowych (tagów) (Tab. 2). Wszystkie nagrania zostały wyeksportowane do internetowej bazy danych i są dostępne nieodpłatnie.

Wykorzystano tylko nagrania, z których usunięto wszelkie dane związane z pacjentami oraz wnioski dotyczące konkretnych przypadków. Procedura ta została przeanalizowana i zatwierdzona przez właściwą komisję bioetyczną.

## Wyniki

Stworzono stronę internetową pod adresem [www.sono.gallery](http://www.sono.gallery), gdzie udostępniono 1220 nagrań z badań USG (stan na styczeń 2020 roku).

Przy projektowaniu strony duży nacisk kładziono na przejrzystość i łatwość użytkowania. Nie ma procedury logowania. Nie ma też wyskakujących okien, a strona działa bez reklam. W celu uproszczenia nawigacji strona nie zawiera zakładek podmenu.



Ryc. 1. Układ strony, gdzie nieruchome obrazy w postaci miniaturki funkcjonują jako linki do odtwarzania nagrań

Na stronie głównej nagrania są wyświetlane w postaci nieruchomych miniaturki funkcjonujących jak linki (Ryc. 1). Po kliknięciu odtwarza się nagranie w zoptymalizowanej rozdzielczości co najmniej 360 dpi. Logo strony (stylizowany nietoperz) pełni rolę ikonki „Strony głównej”, która zawsze wyświetla się w górnej części witryny. W celu zawężenia wyświetlanych nagrań pożądanego rozpoznania można wpisać w polu wyszukiwarki, co skutkuje wyświetleniem listy wszystkich nagrań związanych z wpisaną frazą. Innym sposobem nawigowania jest wybór kategorii w klasyfikacji układów i narządów oraz znaczników (tagów) (Tab. 1 i Tab. 2).

Stronę zoptymalizowano pod kątem różnych formatów odtwarzania nagrań wideo. W ten sposób nagrania można odtwarzać na tradycyjnych komputerach stacjonarnych, a także na komputerach przenośnych i telefonach komórkowych.

Strona została zaprojektowana z myślą o ciągłym powiększaniu zasobów bazy. W tym celu lekarze wykonujący badania USG mogą przesyłać swoje nagrania pocztą elektroniczną na adres: submit@sono.gallery. Nagrania znalezisk muszą spełnić wymienione powyżej kryteria i zostać zapisane z wykorzystaniem sprzętu wysokiej jakości. Po wstępnej selekcji nagrania będą oceniane i obrabiane w opisany powyżej sposób. Ponadto autor nagrania będzie ujawniony (nazwisko i miasto) po frazie „dzięki uprzejmości...” (*by courtesy of...*) umieszczonej na reprezentatywnym nieruchomym obrazie.

Nagrania wyświetlane są w kolejności, w jakiej zostały nadesłane, gdzie najnowsze przedstawiono jako pierwsze.

## Omówienie

Istnieje kilka uznanych metod nauczania przeprowadzania badania USG. Poza tradycyjnym systemem nauczania, opartym na standaryzowanych kursach, wydano też wiele podręczników, z których kilka jest dostępnych online bezpłatnie. Można też skorzystać z kursów internetowych,

polegających głównie na nagraniach z badań USG, do których dodano stosowne instrukcje. Niektóre z tych kursów zatwierdzono w badaniach porównawczych<sup>(4,11)</sup>, lecz nie stworzono dotąd ogólnie przyjętego, standaryzowanego szkolenia internetowego<sup>(12,13)</sup>.

Jeśli chodzi o pomoce w interpretacji obrazów USG, dostępnych jest znacznie mniej wspomaganych komputerowo narzędzi<sup>(12,14)</sup>.

Internetowe modele e-learningowe są opisane dla różnych dziedzin medycyny, np. dla reumatologii<sup>(15)</sup>, echokardiografii<sup>(16,17)</sup> czy badań USG gruczołu piersiowego<sup>(18)</sup>, lecz są albo odpłatne, albo niedostępne online, bądź nie są w wersji angielskiej. Na stronach internetowych EFSUMB i WFUMB udostępniono wyczerpujące podręczniki zawierające zarówno instrukcje dotyczące wykonywania badania, jak i opisy różnych znalezisk. Zbiór ten jest częściowo dostępny nieodpłatnie, a obrazy USG przedstawiono głównie w postaci nieruchomych zdjęć, a nie w formacie wideo<sup>(1,19,20)</sup>.

Tradycyjnie, zagadnienia dotyczące diagnostyki różnicowej opisane są w podręcznikach. Niektóre z nich są dość obszerne<sup>(5)</sup>, ale jakość obrazów jest czasem niska, a same zdjęcia wykonane, jak się wydaje, kilkanaście lub kilkadziesiąt lat temu. Alternatywę stanowią atlasy USG dostępne w Internecie. Niektóre z nich są również stosunkowo obszerne<sup>(21)</sup>, ale jakość ich zawartości nie zawsze jest weryfikowana.

Zarówno drukowane podręczniki, jak i dostępne online biblioteki zawierają głównie obrazy nieruchome, co nie odzwierciedla w pełni rzeczywistości ultrasonografii. Istnieje wiele przykładów świadczących o korzyściach płynących z ruchomych obrazów [np. torbieli vs. przeszczep naczyń, ruchomość jelit, USG płuc, USG duplex, USG z zastosowaniem środka kontrastowego (*contrast-enhanced ultrasound*, CEUS) i in.]. Ponadto obrazy ruchome dają pewien pogląd na trójwymiarowy obraz danej struktury i mogą przedstawić struktury lub zjawiska, które nie są zamknięte w jednej płaszczyźnie.

Szybkość dostępnego obecnie w wielu regionach świata Internetu umożliwia zastąpienie nieruchomych obrazów USG nagraniami o wysokiej jakości. Na omawianej stronie internetowej starsze nagrania mają rozdzielczość 600 × 800 pikseli, a nowe: 800 × 1200 pikseli. Rozdzielczość ta odzwierciedla jakość, jaką dopuszczają wbudowane w większość narzędzi do wykonywania badania USG opcje eksportowania nagrań. Omawiana internetowa baza danych jest zawsze aktualna, niezwykle rozległa i może być poszerzana. Nagrania można odtwarzać w każdym czasie, każdym miejscu i tak często, jak to potrzebne. To wyraźne zalety w porównaniu np. z tradycyjnym nauczaniem.

Przejrzystość odgrywa ważną rolę w akceptacji nowej usługi internetowej. Celowo pominięto rozwijane podmenu. Wyszukiwane frazy można wprowadzać na stronie głównej. Można też zawęzić poszukiwania w oparciu o słowa kluczowe i kategorie z klasyfikacji układów i narządów. Po kliknięciu ikonki strony głównej, która jest wyświetlana na każdej stronie, można wyszukać kolejne nagrania.

Ze względu na tę przejrzystość strona jest również odpowiednia i dostosowana do mniejszych urządzeń, takich jak tablety czy telefony komórkowe. Powinno to przypaść do gustu w szczególności młodszym lekarzom, ponieważ narzędzie to staje się użyteczne nawet w czasie obchodów lub konsultacji w przychodni.

Omawiana strona internetowa ma również kilka ograniczeń. Nie zastępuje ona podręcznika w aspekcie rozważań dotyczących diagnostyki różnicowej. Nie było to celem w czasie jej projektowania. Zasady przejrzystości i łatwego nawigowania oznaczają także, że szczegółowe opracowania dotyczące diagnostyki różnicowej nie mogą zostać zintegrowane w stronę.

W porównaniu z nieruchomymi zdjęciami nagrania umożliwiają zobrazowanie struktur i zjawisk nawet wówczas, gdy nie leżą one w jednej płaszczyźnie. W dostępnej obecnie kolekcji znaleziska oznaczono jedynie na obrazach nieruchomych. Dodanie strzałek i opisów na ruchomy obraz wymagałoby dużo większego wysiłku z technicznego punktu widzenia i z tego powodu nie zostało to wykonane.

Wiele wyników zostało wyjętych z kontekstu klinicznego. Podanie pełnej historii choroby wraz z wynikami badania histopatologicznego, okresem obserwacji itp. przyczyniłoby się do większej przejrzystości i byłoby pożądane, szczególnie w przypadku rzadkich znalezisk lub przy obrazowaniu zabiegu. Istotnie zwiększyłyby to jednak koszt i zakres przedsięwzięcia, a nie taki był zamysł i cel stworzenia zbioru znalezisk USG w postaci opisanej tu strony internetowej.

Wysoka rozdzielczość monitora w obrazowaniu w skali szarości jest szczególnie potrzebna przy udostępnianiu znalezisk z dziedziny gastroenterologii i hepatologii.

W naszym doświadczeniu jakość wyświetlaczy większości obecnie dostępnych tabletów i telefonów komórkowych jest wystarczająca do przedstawienia dobrej jakości obrazów USG, czego nie można powiedzieć o wielu komputerach stacjonarnych dostępnych w szpitalach; komputery szpitalne są dostosowane głównie do wyświetlania tekstu i często nie są wyposażone w kartę graficzną o odpowiednich właściwościach.

Prowadzenie strony internetowej bez reklam rodzi pewne ograniczenia wynikające z ograniczonego budżetu. Na przykład można by usprawnić optymalizację strony sonogallery pod kątem wyszukiwarek internetowych (*search engine optimization*, SEO).

Z drugiej strony prosta struktura i brak reklam to dokładne takie cechy, które sprawiają, że strona jest atrakcyjna dla użytkownika, zwiększając w ten sposób jej akceptację i oglądalność. Pomimo niskiego budżetu operacyjnego planuje się stałe powiększanie zasobów strony i wkrótce stworzenie samodzielnej aplikacji w popularnych sklepach internetowych, aby dotrzeć w szczególności do młodych lekarzy.

## Wnioski

Portal [www.sono.gallery](http://www.sono.gallery) to nieodpłatna strona internetowa przedstawiająca nagrania znalezisk w ultrasonografii. Strona jest stale aktualna i dostępna praktycznie wszędzie i w każdym czasie. Dzięki nagraniom wideo ma przewagę nad atlasami przedstawiającymi nieruchome obrazy. Nagrania można odtwarzać tak często, jak to potrzebne. W ten sposób strona staje się wydajnym narzędziem zarówno edukacyjnym, jak i wspomagającym diagnostykę różnicową w praktyce klinicznej.

## Konflikt interesów

*Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść niniejszej publikacji oraz rościć sobie do niej prawo.*

## Podziękowania

*Serdecznie dziękujemy Nabilowi Ammourahowi, który jest odpowiedzialny za edytowanie nagrań. Jesteśmy szczególnie wdzięczni Robertowi Bölkowi, dr. Sievertowi Weissowi oraz całej załodze niemieckiej firmy Amboss GmbH z Berlina za pomoc w stworzeniu strony. W końcu pragniemy serdecznie podziękować wszystkim niewymienionym z nazwiska lekarzom zaangażowanym w gromadzenie zasobów strony.*

## Piśmiennictwo

1. Dietrich CF, Rudd L, Saftiou A, Gilja OH: The EFSUMB website, a great source for ultrasound information and education. *Med Ultrason* 2017; 19: 102–110.
2. Mouratev G, Howe D, Hoppmann R, Poston MB, Reid R, Varnadoe J *et al.*: Teaching medical students ultrasound to measure liver size: comparison with experienced clinicians using physical examination alone. *Teach Learn Med* 2013; 25: 84–88.
3. Lian A, Rippey JCR, Carr PJ: Teaching medical students ultrasound-guided vascular access – which learning method is best? *J Vasc Access* 2017; 18: 255–258.
4. Edrich T, Stopfkuchen-Evans M, Scheiermann P, Heim M, Chan W, Stone MB *et al.*: A comparison of web-based with traditional classroom-based training of lung ultrasound for the exclusion of pneumothorax. *Anesth Analg* 2016; 123: 123–128.
5. Schmidt G, Greiner L, Nürnberg D: *Differential Diagnosis in Ultrasound Imaging*. 2nd Edition. Georg Thieme Verlag, 2014.
6. Gore JC: Artificial intelligence in medical imaging. *Magn Reson Imaging* 2019; DOI:10.1016/j.mri.2019.12.006.
7. Strona internetowa: [www.statdx.com](http://www.statdx.com).
8. Favot M, Courage C, Mantouffel J, Amponsah D: Ultrasound training in the emergency medicine clerkship. *West J Emerg Med* 2015; 16: 938–942.
9. Boncyk CS, Schroeder KM, Anderson B, Galgon RE: Two methods for teaching basic upper airway sonography. *J Clin Anesth* 2016; 31: 166–172.
10. Rosen H, Windrim R, Lee YM, Gotha L, Perelman V, Ronzoni S: Simulator based obstetric ultrasound training: a prospective, randomized single-blinded study. *J Obstet Gynaecol Can* 2017; 39: 166–173.
11. Maloney E, Hippe DS, Paladin A, Chew FS, Ha AS: Musculoskeletal ultrasound training for radiology residents: Lecture versus interactive learning module. *Acad Radiol* 2016; 23: 789–796.
12. Weber MA, Delorme S: [Ultrasound training in the professional development of radiological specialists: Concepts and challenges]. *Radiologe* 2017; 57: 967–972.
13. Kahr Rasmussen N, Andersen TT, Carlsen J, Østergaard ML, Konge L, Albrecht-Beste E, Nielsen MB: Simulation-based training of ultrasound-guided procedures in radiology – a systematic review. *Ultraschall Med* 2019; 40: 584–602.
14. Smalley CM, Thiessen M, Byyny R, Dorey A, McNair B, Kendall JL: Number of weeks rotating in the emergency department has a greater effect on ultrasound milestone competency than a dedicated ultrasound rotation. *J Ultrasound Med* 2017; 36: 335–343.
15. Filippucci E, Meenagh G, Ciapetti A, Iagnocco A, Taggart A, Grassi W: E-learning in ultrasonography: a web-based approach. *Ann Rheum Dis* 2007; 66: 962–965.
16. Shrestha B, Dhungel S: Experience of newly constructed echocardiography-database with video clips and color still images at the Echocardiography Lab of Nepal Medical College Teaching Hospital. *Nepal Med Coll J* 2008; 10: 180–183.
17. Muller M, Duperrret S, Viale JP: E-learning in medicine: appraisal and perspectives. Example of an educational website about echocardiography in anaesthesia, intensive care and emergencies: [www.echorea.org](http://www.echorea.org). *Ann Fr Anesth Reanim* 2008; 27: 832–839.
18. Piotrkowska-Wróblewska H, Dobruch-Sobczak K, Byra M, Nowicki A: Open access database of raw ultrasonic signals acquired from malignant and benign breast lesions. *Med Phys* 2017; 44: 6105–6109.
19. Strona internetowa: <http://www.efsumb.org/blog/ecb-2edition>.
20. Strona internetowa: <http://wfumb.info/webinars>.
21. Strona internetowa: <http://www.sonographiebilder.de>.