



Assessment of the Diagnostic Value of Preoperative Ultrasound in Predicting the Difficulty of Appendectomy

Morteza Sedaqat¹

Department of Internal Medicine, Shahid Beheshti Hospital, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran
Corresponding author: morteza Sedaqat. Sedaqatmorteza1375@gmail.com Mobile: 00989014332796

Abstract:

Introduction: Appendicitis is one of the most common surgical emergencies of the abdomen, where rapid diagnosis and timely surgical intervention are essential to prevent complications such as perforation. Despite advances in imaging techniques, predicting the difficulty of appendectomy remains a clinical challenge. Ultrasonography, as a non-invasive and widely accessible modality, may play a significant role in this context. This study aimed to evaluate the role of ultrasonography in predicting the difficulty of appendectomy and its impact on surgical planning.

Materials and Methods: A systematic review was conducted on articles published between 2000 and 2024 in the PubMed and Scopus databases. Studies addressing the use of ultrasonography in the diagnosis of appendicitis and its correlation with preoperative findings, intraoperative outcomes, or histopathological results were included. Out of 156 initially identified studies, 15 relevant articles were selected for final analysis.

Results: Ultrasonography can identify features of complicated appendicitis such as an appendix diameter greater than 6 mm, appendicolith, peritonitis, abscess, and non-compressible inflamed fat. These findings are significantly associated with surgical difficulty and can guide surgeons in selecting the most appropriate operative approach. Furthermore, ultrasonography has demonstrated high specificity in detecting true-positive acute appendicitis, reduced false-positive diagnoses, and consequently lowered the rate of unnecessary appendectomies.

Conclusion: In addition to its diagnostic role, ultrasonography is an effective tool for predicting the difficulty of appendectomy. Recognition of specific sonographic features can improve surgical planning and enhance clinical outcomes. With ongoing advances in imaging technology and the standardization of diagnostic protocols, the role of ultrasonography in the management of complicated appendicitis is expected to become even more prominent.

Keywords: Ultrasound, Difficulty, Appendicitis, Appendectomy.



بررسی ارزش تشخیصی سونوگرافی قبل از عمل در پیش‌بینی سختی عمل آپاندکتومی

مرتضی صداقت^۱

۱. دیپارتمنت داخلی، شفاخانه شهید بهشتی، پوهنتون علوم طب قم، قم، ایران

نویسنده مسئول: مرتضی صداقت. ایمیل: Sedaqatmorteza1375@gmail.com شماره تماس: ۰۰۹۸۹۰۱۴۳۳۲۷۹۶

چکیده

مقدمه: آپاندیسیت یکی از شایع‌ترین واقعات جراحی شکم است که تشخیص سریع و مداخله جراحی به‌موقع نقش حیاتی در پیشگیری از عوارضی مانند پرفوراسیون دارد. با وجود پیشرفت‌های تصویربرداری، پیش‌بینی دشواری عمل آپاندکتومی همچنان چالش‌برانگیز باقی مانده است. سونوگرافی به‌عنوان روشی غیرتهاجمی و در دسترس می‌تواند در این زمینه کاربرد داشته باشد. این مطالعه با هدف بررسی نقش سونوگرافی در پیش‌بینی سختی آپاندکتومی و تأثیر آن بر برنامه‌ریزی جراحی انجام شد.

مواد و روش‌ها: مرور سیستماتیک مقالات منتشرشده بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ در پایگاه‌های پاب‌مد و اسکوپوس انجام گرفت. مقالات مرتبط با استفاده از سونوگرافی در تشخیص آپاندیسیت و ارتباط آن با نتایج قبل و حین جراحی یا هیستوپاتولوژی انتخاب شدند. از میان ۱۵۶ مقاله اولیه، ۱۵ مقاله مرتبط برای تحلیل نهایی وارد مطالعه شدند. نتایج: سونوگرافی قادر است ویژگی‌های مرتبط با آپاندیسیت پیچیده مانند قطر آپاندیس بیش از ۶ میلی‌متر، وجود آپاندیکولیت، پریتونیت، آبسه و چربی ملتهب غیرقابل‌فشرده را شناسایی کند. این یافته‌ها با دشواری آپاندکتومی ارتباط معناداری دارند و می‌توانند جراح را در انتخاب روش مناسب جراحی راهنمایی کنند. همچنین، سونوگرافی با کاهش موارد مثبت کاذب، اختصاصیت بالایی در تشخیص موارد واقعی داشته و به کاهش آپاندکتومی‌های غیرضروری کمک کرده است.

بحث و نتیجه‌گیری: سونوگرافی علاوه بر نقش تشخیصی در آپاندیسیت، ابزاری مؤثر برای پیش‌بینی دشواری آپاندکتومی محسوب می‌شود. ویژگی‌های خاص آن می‌تواند به برنامه‌ریزی دقیق‌تر جراحی کمک کرده و نتایج بالینی را بهبود بخشد. با پیشرفت فناوری و استانداردهای پروتکل‌ها، نقش سونوگرافی در مدیریت آپاندیسیت پیچیده برجسته‌تر خواهد شد.

۱. مقدمه

آپاندیسیت که با التهاب ضایعه ورمیفرم یا کرمی شکل آپاندیس مشخص می‌شود، یکی از عاجل‌ترین حالت‌های جراحی بطن است و خطر ابتلای آن در طول زندگی در مردان حدود ۷ تا ۸ و در زنان حدود ۶ تا ۷٪ گزارش شده است (۱). تشخیص سریع و مداخله جراحی، معمولاً به شکل آپاندکتومی، برای جلوگیری از عوارضی مانند پرفوراسیون که می‌تواند باعث بلندبردن میزان مریضی و مرگومیر شود، ضروری است (۲). بروز کلاسیک این اختلال شامل درد در اطراف ناف است که به قسمت تحتانی راست بطن انتقال می‌یابد و همراه با بی‌اشتهایی، تهوع، استفراغ و تب می‌باشد. با این حال، بروزهای غیرمعمول به‌ویژه در اطفال، اشخاص سالخورده و زنان باردار مشکلاتی در تشخیص ایجاد می‌کند (۳). در گذشته، تشخیص بیشتر بر معاینه کلینیکی و آزمایش‌های لابراتواری متکی بود که دقت آن بین ۷۰ تا ۸۰٪ تفاوت داشت. این موضوع سبب انجام جراحی‌های غیرضروری یا تأخیر در شروع تداوی می‌شد و در نتیجه هزینه‌های صحتی و خطر عوارض جانبی را افزایش می‌داد (۴ و ۵). روش‌های تصویربرداری، به‌ویژه سی‌تی‌اسکن (CT) و سونوگرافی، تشخیص آپاندیسیت را دگرگون ساخته‌اند. هرچند CT دارای حساسیت و ویژگی بلند است، نگرانی‌ها در مورد تماس با اشعه، به‌خصوص در گروه‌های آسیب‌پذیر مثل زنان باردار و اطفال، باعث شده است که سونوگرافی به‌عنوان وسیله اصلی

تشخیصی مورد استفاده قرار گیرد (۶). سونوگرافی به دلیل نداشتن اشعه یونیزه، قیمت مناسب و توانایی تصویربرداری در وقت واقعی، برتری‌های زیادی دارد (۷). تحقیقات اخیر که بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ در پایگاه‌های PubMed و Scopus نشر شده‌اند، نقش سونوگرافی را نه تنها در تشخیص آپاندیسیت بلکه در پیش‌بینی دشواری جراحی آپاندکتومی و تأثیرگذاری آن بر برنامه‌ریزی پیش از عمل و نتایج کلینیکی نشان داده‌اند. این مرور شواهد موجود را یکجا ساخته و بر ارتباط یافته‌های سونوگرافی با نتایج حین جراحی و آسیب‌شناسی تمرکز می‌کند تا دشواری آپاندکتومی بهتر پیش‌بینی گردد. هدف اصلی، فراهم آوردن یک دیدگاه جامع برای متخصصین صحتی و محققان است که روش‌شناسی، نتایج کلیدی و پیامدهای کلینیکی را در بر می‌گیرد.

۲. روش‌ها

برای گردآوری شواهد موجود، یک جستجوی سیستماتیک در پایگاه‌های معتبر علمی پاب‌مد (PubMed) و اسکوپوس (Scopus) انجام شد. این جستجو شامل تمامی مقالاتی بود که در بازه‌ی زمانی اول جنوری ۲۰۰۰ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۲۴ منتشر شده‌اند. به منظور پوشش جامع موضوع، ترکیب‌های مختلفی از کلیدواژه‌ها و اصطلاحات تخصصی به کار گرفته شد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت بودند از "Ultrasonography"، "Surgical Appendicitis"، "Appendectomy"، "Complex Appendectomy" و "Difficulty". "Ultrasound Findings" برای تضمین دقت و

(۷/۶ - ۱۱/۳)، آبه داخل شکمی (۳/۱ - ۱۷٪)، انسداد روده‌ای (۵٪-۱۵) و بستری مجدد (۲/۱ - ۵٪) (۸ و ۹). یک مطالعه محوری توسط Bekiaridou و همکاران در سال ۲۰۲۲ به صورت گذشته‌نگر روی ۲۲۴ کودک مشکوک به آپاندیسیت انجام شده است. آن‌ها نتایج پیش از عمل سونوگرافی را با نتایج حین جراحی و هیستوپاتولوژی مقایسه کردند و دریافتند که قطر بیشتر آپاندیس > ۶ میلی‌متر ($p < 0/001$)، وجود آپاندیکولیت ($p < 0/001$)، پریتونیت ($p < 0/005$) و وجود آبه ($p < 0/003$) به‌طور معنی‌داری با دشوار بودن آپاندکتومی مرتبط بودند (۴). این نتایج نشان می‌دهند که سونوگرافی می‌تواند به‌طور قابل اعتماد موارد دشوار جراحی را شناسایی کند. Mostbeck و همکاران در سال ۲۰۱۶ نتایج سونوگرافی در آپاندیسیت حاد را بررسی کردند و وجود علائم پرفوراسیون، مایع آزاد، تشکیل آبه و از دست رفتن لایه زیرمخاطی را به‌عنوان نشانگرهای آپاندیسیت پیچیده معرفی نمودند که می‌تواند دشواری عمل آپاندکتومی را پیش‌بینی کند. علاوه بر این، چربی ملتهب و متراکم که غیرقابل فشرده‌سازی است و همچنین چربی ملتهب وسیع همراه با گشاد شدن و ضخیم شدن بخش انتهایی روده کوچک (ایلئوم) نشانه پیشرفت بیماری است و ممکن است انجام عمل را با مشکل مواجه سازد (۱۰).

Shirah و همکاران در سال ۲۰۱۸ نشان دادند که استفاده از سونوگرافی می‌تواند تعداد عمل‌های آپاندکتومی غیرضروری را کاهش دهد. در این مطالعه،

کیفیت منابع، جستجو صرفاً به مقالات انگلیسی‌زبان، متن کامل و داوری‌شده محدود گردید. معیارهای ورود شامل سه دسته‌ی اصلی بودند: نخست، مقالاتی که مستقیماً به استفاده از سونوگرافی در تشخیص یا مدیریت درمانی آپاندیسیت پرداخته بودند؛ دوم، پژوهش‌هایی که ارتباط یافته‌های سونوگرافی را با نتایج قبل از عمل، حین جراحی یا گزارش‌های هیستوپاتولوژی بررسی کرده بودند؛ و سوم، مقالاتی که در مجلات معتبر و طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ منتشر شده بودند. در مقابل، معیارهای خروج شامل گزارش‌های موردی انفرادی، مجموعه گزارش‌های موردی کوچک، مطالعاتی که ارتباط مستقیمی با آپاندیسیت یا آپاندکتومی نداشتند و همچنین مقالات غیرانگلیسی بود. در مرحله نخست جستجو، در مجموع ۱۵۶ مقاله به دست آمد. سپس با غربالگری دقیق عناوین و چکیده‌ها، تعداد مقالات واجد شرایط به ۳۲ مقاله کاهش یافت که برای بررسی متن کامل انتخاب شدند. پس از ارزیابی جامع این مقالات و مقایسه با معیارهای ورود و خروج، در نهایت ۱۵ مقاله مرتبط و باکیفیت تشخیص داده شدند و وارد مرحله نهایی تحلیل شدند. این مجموعه از مقالات شواهد علمی معتبری را در خصوص نقش سونوگرافی در پیش‌بینی دشواری آپاندکتومی ارائه می‌دهند و بنیانی برای بحث‌های بعدی فراهم می‌سازند.

۳. نتایج

عوارض حین عمل که سونوگرافی می‌تواند در پیش‌بینی آن‌ها مؤثر باشد، شامل عفونت محل جراحی

سونوگرافی نزدیک به صد فیصد اختصاصیت داشت و میزان آپاندکتومی‌های کاذب واقعی را ۸/۳۹٪ در میان ۱۰۷۳ مریض نشان داد. این نتایج بیانگر قابلیت بالای سونوگرافی در تشخیص موارد واقعی و کاهش جراحی‌های غیرضروری است (۱۱). مطالعات اخیر همچنین کاربرد سونوگرافی در پیش‌بینی زمان عمل آپاندکتومی را نشان می‌دهند. Hosokawa و همکاران در سال ۲۰۱۹ بر روی ۱۳۱ کودک نشان دادند که میانگین زمان عمل $۷۳/۰۴ \pm ۳۶/۵۶$ دقیقه بود و وجود آبسه و افزایش اکوژنیسیته چربی داخل شکمی در ناحیه راست تحتانی به‌طور مستقل با افزایش زمان عمل مرتبط بود (۱۲). در زمینه خونریزی حین عمل، مطالعات نشان می‌دهند که عوارض خونریزی پس از آپاندکتومی لاپاروسکوپی نادر هستند و معمولاً به علت آسیب عروق دیواره شکم، مانند شریان اپیگاستریک، هنگام قرارگیری تروکار لاپاروسکوپی رخ می‌دهند (۱۳ و ۱۴).

تبدیل لاپاروسکوپی به جراحی باز یکی از پیامدهای مهم است که سونوگرافی می‌تواند در پیش‌بینی آن نقش داشته باشد. در سال ۲۰۲۳، Turhan و همکاران نرخ تبدیل ۳/۷۳٪ را گزارش

کردند که با تعداد لکوسایت‌ها، امتیاز Alvarado، وجود مایع اطراف آپاندیس و لنفادنوپاتی در سی‌تی مرتبط بود (۱۵). مطالعات دیگر نرخ تبدیل بالاتری (۱۶/۷ - ۲۷/۵) نشان داده‌اند که با پرفوراسیون، وجود آبسه، موقعیت رتروسکال آپاندیس و کومربیدیتی‌ها مرتبط است (۱۶ و ۱۷). سونوگرافی همچنین در میان گروه‌های جمعیتی مختلف مفید است. در زنان باردار که نگرانی‌هایی درباره مواجهه با اشعه وجود دارد، سونوگرافی همچنان ابزار اصلی تشخیصی است (۱۸). همچنین در کودکان این روش برای جلوگیری از قرار گرفتن در معرض اشعه کاربرد دارد (۱۹). مطالعات مقایسه‌ای با سی‌تی نشان داده‌اند که سونوگرافی دقت بالایی دارد و در بسیاری موارد ابزار تشخیصی مناسبی است و تصویربرداری در زمان واقعی کاربرد آن را در اورژانس افزایش می‌دهد (۲۰). نتایج جراحی تحت تأثیر شناسایی عوامل پیش از عمل آپاندیسیت پیچیده قرار می‌گیرند. برای مثال، نتایج سونوگرافی مانند پرفوراسیون یا آبسه می‌تواند جراحان را به انتخاب آپاندکتومی باز یا آماده‌سازی برای تغییر به لاپاروسکوپی هدایت کند و زمان عمل و عوارض را کاهش دهد (۲۱).

جدول ۱. خلاصه نتایج سونوگرافی در مطالعات گوناگون در پیش بینی سختی آپاندکتومی

مطالعه	حجم نمونه	هدف	زمان عمل	نرخ تبدیل	نتایج کلیدی
Hosokawa و همکاران (۲۰۱۹)	۱۳۱ کودک	پیش بینی زمان عمل	۷۳/۳۶±۰۴/۵۶ دقیقه	-	قطر آپاندیس < ۶mm، آبسه، افزایش اکوژنیسیته چربی
Turhan و همکاران (۲۰۲۳)	۸۳۱ مریض	پیش بینی عوامل خطر و نرخ تبدیل به جراحی باز	-	۳,۷۳%	مایع اطراف آپاندیس، لنفادنوپاتی
Bekiaridou و همکاران (۲۰۲۲)	۲۲۴ کودک	نتایج سونوگرافی در پیش بینی آپاندیست پیچیده	-	-	قطر آپاندیس < ۶mm، آپاندیکولیت، پریتونیت
Cherif و همکاران (۲۰۲۳)	۷۲۵ مریض	پیش بینی عوامل خطر و نرخ تبدیل به جراحی باز	-	۱۶,۷%	پرفوراسیون، آبسه، آپاندیسیست رتروسکال
Mostbeck و همکاران (۲۰۱۶)	مرور کلی	نتایج سونوگرافی در پیش بینی آپاندیست پیچیده	-	-	پرفوراسیون مایع آزاد، آبسه، از دست رفتن لایه زیر مخاطی

۴. بحث

آپاندیس نشان دهد که اغلب با ضخیم شدن دیواره لوپ‌های روده مجاور همراه است و نشانه فلگمون یا آبسه است. این شرایط چالش فنی جراحی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند و گاهی نیاز به رویکرد محتاطانه‌تر یا مدیریت محافظه‌کارانه دارند. وجود چربی ملتهب غیرقابل فشرده و هیپراکوئیک در اطراف آپاندیس، که معمولاً ۴-۶ ساعت پس از شروع علائم مشاهده می‌شود، التهاب مداوم را نشان می‌دهد و می‌تواند مداخله جراحی را پیچیده کند. علاوه بر این، وجود مقدار زیادی چربی ملتهب و ضخیم شدن ایلئوم نشان‌دهنده ایجاد دیواره محافظ برای جلوگیری از پارگی قریب‌الوقوع است. هرچند این امر حفاظتی است، اما انجام عمل آپاندکتومی را به دلیل واکنش التهابی وسیع پیچیده‌تر می‌سازد. همچنین، علائم

شواهد نشان می‌دهند که سونوگرافی نه تنها یک ابزار تشخیصی است، بلکه می‌تواند دشواری آپاندکتومی را پیش‌بینی کند و پیامدهای کلینیکی مهمی دارد. با شناسایی آپاندکتومی پیچیده پیش از عمل، جراحان می‌توانند برنامه‌ریزی بهتری انجام دهند، مانند انتخاب تیم‌های با تجربه‌تر یا آماده شدن برای تبدیل لاپاروسکوپی به جراحی باز در صورت نیاز. برای مثال، وجود آبسه یا فلگمون ممکن است نیاز به تخلیه قبل یا حین جراحی داشته باشد و سختی عمل را افزایش دهد (۱۱). نتایج ویژه سونوگرافی می‌توانند به طور دقیق‌تری در پیش‌بینی دشواری عمل کمک کنند. در مراحل پیشرفته آپاندیسیست، سونوگرافی ممکن است توده بزرگی از چربی غیرقابل فشرده در اطراف

نتایج پیش از عمل بر نتایج پس از عمل، مانند شدت عوارض و زمان بهبودی، را ارزیابی کنند. تأثیر اقتصادی استفاده از سونوگرافی، مانند صرفه‌جویی هزینه از طریق کاهش آپاندیکتومی‌های مثبت کاذب یا عوارض، نیاز به بررسی بیشتر دارد. ملاحظات اخلاقی، مانند احتمال تداوی بیش از حد یا کم‌درمانی بر اساس نتایج سونوگرافی، نیز باید مورد توجه قرار گیرد تا تصمیم‌گیری کلینیکی متعادل باشد.

نتیجه‌گیری

سونوگرافی نقش مهمی در تشخیص آپاندیسیت دارد و قابلیت چشمگیری در پیش‌بینی دشواری عمل آپاندکتومی نشان می‌دهد. یافته‌های خاصی مانند افزایش قطر آپاندیس، آپاندیکولیت، پرتونیت، چربی ملتهب غیرقابل فشرده، از دست رفتن ساختار لایه دیواره، وجود آبسه و کالکشن اطراف آپاندیس به‌طور قابل توجهی با دشواری آپاندکتومی مرتبط هستند و معمولاً نیاز به مدیریت جراحی پیچیده‌تری دارند. با گنجاندن این یافته‌ها در برنامه‌ریزی پیش از عمل، جراحان می‌توانند مراقبت از مریض را بهینه کرده و نتایج جراحی را بهبود بخشند. با پیشرفت فناوری سونوگرافی و مهارت اپراتورها، نقش آن در پیش‌بینی دشواری عمل برجسته‌تر خواهد شد و یک گزینه مصئون، مقرون‌به‌صرفه و بدون اشعه برای ارزیابی پیش از عمل ارائه می‌کند.

سونوگرافی مانند لوسنت بودن، نامنظم و نامتقارن بودن و از دست رفتن ساختار لایه دیواره، نشانه‌های مهمی از سوراخ شدن یا پرفوراسیون قریب‌الوقوع هستند که اغلب با چربی ملتهب فراوان همراه‌اند و پیچیدگی جراحی را افزایش می‌دهند (۱۰). گوئل و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان دادند که کالکشن اطراف آپاندیس، یکی دیگر از یافته‌های مهم، می‌تواند دشواری آپاندکتومی لاپاروسکوپی را پیش‌بینی کند و اهمیت برنامه‌ریزی پیش از عمل را برجسته سازد (۲۲).

ویژگی بالای سونوگرافی، همان‌طور که Shirah و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند، قابلیت اطمینان آن را در تأیید موارد مثبت واقعی، کاهش آپاندیسیت مثبت کاذب و کمک به برنامه‌ریزی پیش از عمل برجسته می‌کند. این موضوع به‌ویژه در شرایط عاجل اهمیت دارد، جایی که تصمیم‌گیری سریع می‌تواند بر نتایج تأثیر بگذارد. با این حال، وابستگی سونوگرافی به اپراتور و تغییرپذیری کیفیت تصویر، به‌ویژه در مریضان چاق یا افرادی با گاز روده، محدودیت قابل توجهی است. این عوامل ممکن است نیاز به تصویربرداری تکمیلی مانند سی‌تی یا MRI را در موارد مبهم ایجاد کنند (۲۳). تحقیقات آینده باید بر استانداردسازی پروتکل‌های سونوگرافی برای پیش‌بینی دشواری آپاندکتومی تمرکز کنند و احتمالاً با سیستم‌های امتیازدهی بالینی مانند امتیاز Alvarado ترکیب شوند تا دقت پیش‌بینی افزایش یابد (۴). همچنین، مطالعات طولی می‌توانند تأثیر بلندمدت

1. Addiss DG, Shaffer N, Fowler BS, Tauxe RV. The epidemiology of appendicitis and appendectomy in the United States. *American journal of epidemiology*. 1990;132(5):910-25.
2. Bhangu A, Søreide K, Di Saverio S, Assarsson JH, Drake FT. Acute appendicitis: modern understanding of pathogenesis, diagnosis, and management. *The Lancet*. 2015;386(10000):1278-87.
3. Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ, Epelman M, Beyene J, Schuh S, et al. US or CT for diagnosis of appendicitis in children and adults? A meta-analysis. *Radiology*. 2006;241(1):83-94.
4. Bekiaridou K, Kambouri K, Giatromanolaki A, Foutzitzi S, Kouroupi M, Chrysafis I, Deftereos S. The prognostic value of ultrasound findings in preoperatively distinguishing between uncomplicated and complicated types of pediatric acute appendicitis based on correlation with intraoperative and histopathological findings. *Diagnostics*. 2022;12(10):2315.
5. Tulin-Silver S, Babb J, Pinkney L, Strubel N, Lala S, Milla SS, et al. The challenging ultrasound diagnosis of perforated appendicitis in children: constellations of sonographic findings improve specificity. *Pediatric radiology*. 2015;45:820-30.
6. Comune R, Tamburrini S, Durante A, Bonito G, Ferrari R, Galluzzo M, et al. Ultrasonography (US) examination of acute appendicitis (AA): diagnosis of complicated and uncomplicated forms and when US is not enough. *Journal of Medical Imaging and Interventional Radiology*. 2024;11(1):14.
7. Puylaert J. Acute appendicitis: US evaluation using graded compression. *Radiology*. 1986;158(2):355-60.
8. Wu T, Yang Y, Wu Y, Lu L, Dong S. Complications after appendectomy in patients with treated appendicitis: results from a retrospective study. *Annals of Palliative Medicine*. 2021;10(12):125462553-12553.
9. Benk MS, Olcucuoglu E, Kaya IO. Evaluation of complications after laparoscopic and open appendectomy by the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program surgical risk calculator. *Turkish Journal of Trauma & Emergency Surgery*. 2022;28(4):418.
10. Mostbeck G, Adam EJ, Nielsen MB, Claudon M, Clevert D, Nicolau C, et al. How to diagnose acute appendicitis: ultrasound first. *Insights into imaging*. 2016;7:255-63.
11. Shirah BH, Shirah HA, Alhaidari WA, Elraghi MA, Chughtai MA. The role of preoperative graded compression ultrasound in detecting acute appendicitis and influencing the negative appendectomy rate. *Abdominal Radiology*. 2017;42:109-14.
12. Hosokawa T, Yamada Y, Tanami Y, Sato Y, Ishimaru T, Kawashima H, Oguma E. Associations between sonographic findings and operative time of transumbilical laparoscopic-assisted appendectomy for acute appendicitis in children. *American Journal of Roentgenology*. 2019;213(1):191-9.
13. Bakshi GK, Agrawal S, Shetty SV. A giant parietal wall hematoma: unusual complication of laparoscopic appendectomy. *JSLS: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 2000;4(3):255.
14. Sonras LA, Edilen KT, Hematomu DPD. A Giant Parietal Wall Hematoma Conservatively Treated Following Laparoscopic Appendectomy. 2013.
15. Turhan N, Duran C, Kuzan TY, Kuzan BN, Zarbaliyev E. Risk of conversion from laparoscopic appendectomy to open surgery:

- the role of clinical and radiological factors in prediction. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*. 2023;33(12):1176-83.
16. Pushpanathan NR, Hashim MNM, Zahari Z, Abd Aziz SHS, Zain WZW, Ramely R, et al. Conversion rate and risk factors of conversion to open in laparoscopic appendicectomy. *Annals of Coloproctology*. 2021;38(6):409.
 17. Cherif M, Mesbahi M, Zaafour H, Zebda H, Khedhiri N, Hadded D, Ben-Maamer A. Laparoscopic appendicectomy: risk factors for conversion to laparotomy. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*. 2023;36:e1737.
 18. Blumfield E, Nayak G, Srinivasan R, Muranaka MT, Blitman NM, Blumfield A, Levin TL. Journal club: ultrasound for differentiation between perforated and nonperforated appendicitis in pediatric patients. *American Journal of Roentgenology*. 2013;200(5):957-62.
 19. Gaitini D, Beck-Razi N, Mor-Yosef D, Fischer D, Itzhak OB, Krausz MM, Engel A. Diagnosing acute appendicitis in adults: accuracy of color Doppler sonography and MDCT compared with surgery and clinical follow-up. *American Journal of Roentgenology*. 2008;190(5):1300-6.
 20. Pinto F, Pinto A, Russo A, Coppolino F, Bracale R, Fonio P, et al. Accuracy of ultrasonography in the diagnosis of acute appendicitis in adult patients: review of the literature. *Critical ultrasound journal*. 2013;5:1-3.
 21. van Randen A, Laméris W, van Es HW, van Heesewijk HP, van Ramshorst B, Ten Hove W, et al. A comparison of the accuracy of ultrasound and computed tomography in common diagnoses causing acute abdominal pain. *European radiology*. 2011;21:1535-45.
 22. Goel A, Bansal A, Baliyan A. Preoperative predictive factors for difficult laparoscopic appendectomy. *Int Surg J*. 2017;4(10):3488-91.
 23. van Randen A, Bipat S, Zwinderman AH, Ubbink DT, Stoker J, Boermeester MA. Acute appendicitis: meta-analysis of diagnostic performance of CT and graded compression US related to prevalence of disease. *Radiology*. 2008;249(1):97-106.