

# СОНОГРАФСКА ОЦЕНКА НА ПАТОЛОГИЯ ИЗВЪН СТАВНИЯ АПАРАТ В РЕВМАТОЛОГИЯТА

През последните 20 години високочестотната сонография навлезе широко в практиката на ревматолозите в Европа и света поради предимствата на тази образна диагностична техника, като липса на йонизираща радиация, възможност за повторяемост (мониторинг на хода на болестта и самата терапия), динамичен ултразвук (оценка на структурите при движение на ставата), инвазивни процедури под ултразвуков контрол и др. Сонографията се реализира само с високочестотен трансдюсер (7.5-20 MHz).

новно каротидни и вертебрални артерии. Често се засяга и темпоралната артерия. При 20-30% от пациентите се засяга аортата и главните ѝ клонове. Критериите за диагноза са: възраст  $\geq 50$  год., нововъзникнало главоболие (постоянно, остро или подостро), промени в темпоралната артерия (болезнена, оточна, с намалени пулсации), повишена СВЕ, абнормна биопсия на темпоралната артерия. Диагнозата се поставя при наличие на три от изброените пет критерия. При над 50% от пациентите е налице придружаваща Polymyalgia Rheumatica. При съмнение за темпорален артериит сонографски трябва да се изследват темпорални и аксиларни артерии.



г-р Р. Несторова<sup>1</sup>,  
г-р П. Тодоров<sup>2</sup>,  
доц. г-р Цв.  
Петранова<sup>3</sup>,  
доц. г-р И.  
Шейтанов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ревматологичен център „Света Ирина“, гр. София

<sup>2</sup>Клиника по ревматология, УМБАЛ „Каспела“, гр. Пловдив

<sup>3</sup>Клиника по ревматология, МУ-София

Главна особеност на УЗ-вълните е високата им честота и малка дължина на вълната, благодарение на което могат да се излъчват във вид на тесен сноп лъчи, по чието разпространение и поглъщане от различни среди получаваме ценна информация за структурата на средата.

Широко дискутирана е ставната ехография, която промени изцяло практиката на съвременния ревматолог. Сравнително по-малко познато е приложението на сонографията извън ставния апарат в ревматологията, което е обект на настоящата публикация.

Основните анатомични региони, които оценяваме сонографски извън ставно-мускулния апарат, са кръвоносни съдове, нерви, слюнчени жлези, нокти, кожа.

## Сонографска оценка на васкулит

Системните васкулити са група заболявания, характеризирани се с възпаление на съдовата стена, което засяга големите, средни и малки съдове и може да доведе до сериозни органични увреди.

Ултрасонографията с цветен доплер е високочувствителна неинвазивна техника за диагноза на васкулит на големите артерии, а именно аортата и главните ѝ клонове. Тези васкулити са гигантоклетъчен артериит и артериит на Takayasu.

### Гигантоклетъчен артериит (темпорален артериит на Horton)

При този васкулит се засягат ос-

### Техника за оценка на темпоралната артерия

Пациентът е по гръб с глава, обърната на противоположната страна на артерията, която ще се оценява. Лекарят може да осъществява сонографския преглед пред или зад пациента, тъй като и в двата случая е налице добър достъп до темпоралната артерия. Темпоралните артерии са локализираны на около 4 mm под кожната повърхност, което ги



прави леснодостъпни за сонография. Прави се оглед на темпоралната артерия по цялата ѝ дължина и двата ѝ клона. Трансдюсерът се поставя лонгитудинално на предната част на ушната мида. След идентификацията на *a. temporalis superficialis* придвижваме сондата надлъжно, а после и напречно по хода на дължината ѝ с цел оглед по протежението ѝ. Следва придвижване на сондата нагоре за идентификация на париеталния ѝ клон. Сондата се поставя и напречно за оценка по протежението на съда. От бифуркацията надлъжно и напречно се проследява и фронталният клон на артерията. Поставя се повече гел на местата с коса и не се допуска компресия върху изследваните съдове. Честотата на линеарния трансдюсер трябва да е висока 9-15 MHz. PRF (Pulse Repetition Frequency) трябва да е около 2.5 kHz.

### Сонографска характеристика на темпорален артериит

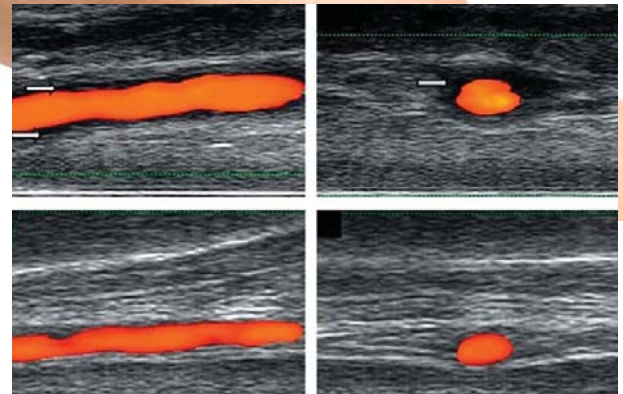
При остър темпорален артериит се идентифицира подобна на пръстен около съдовия лумен хипоехогенна хомогенна сянка, което е известно като „halo sign” и показва едематозната съдова стена (Фиг.

1). Тя е некомп्रेसибилна и изчезва от глюкокортикоидна терапия за 2-3 седмици. Дебелината на сянката е минимум 1 mm и корелира с висока специфичност (93%).

Лека компресия със сондата върху съда предизвиква контрастираща ехогенност между болната стена на артерията и околните тъкани при васкулит – „compression sign positive” (артериалната стена остава видима след компресията). При липса на васкулит луменът и стената на артерията са невидими след компресията („compression sign negative”).

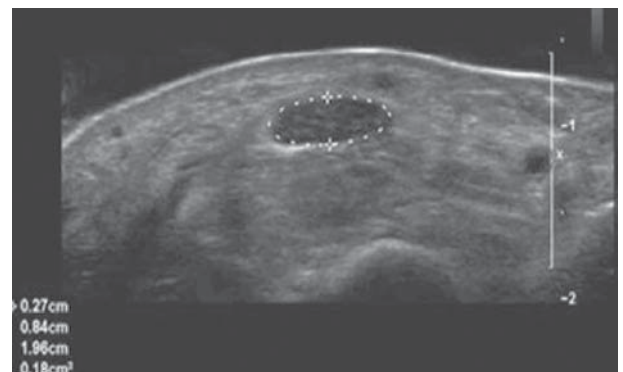
При стеноза на съда се визуализира редукция на лумена и повишена скорост на кръвния ток. В този случай цветният доплер показва смесица от цветове с персистиращи цветни сигнали в диастолната фаза. При оклузия на съда ултразвуковата находка на артерията показва липса на цветен доплер (липса на кръвоток).

Използването на Color box под ъгъл е препоръчително, за да може кръвният ток да не върви напълно паралелно на сондата. Също така Color box трябва изцяло да покрива съдовия лумен и не трябва да излиза извън съдовата стена. Ако контрастът е прекалено слаб, се визуализира само



**Фигура 1:**

Остър темпорален артериит – хипоехогенно хало в надлъжен и напречен срез, сравнено с нормална находка в двата среза<sup>[1]</sup>



**Фигура 2:**

Трансверзален срез на карпален канал – *n. medianus* е с увеличена площ, доказващо оток на нерва<sup>[9]</sup>

центърът на съдовия лумен и остава анехогенна сянка между лумена и стената, имитираща „halo sign”. Ако

контрастът е твърде силен, възпалената зона на съдовата стена е невидима и заболяването остава сонографски недиагностицирано.

Тъй като „halo sign“ при темпорален артериит изчезва бързо и може да се появи отново само при тежки кризи на болестта, рутинен сонографски преглед не се налага. Биопсията на темпоралната артерия остава златен стандарт при диагнозата на гигантоклетъчния артериит.

### Оценка на аксиларна артерия

Сондата се поставя в областта на аксилата, надлъжно на хумералната глава и шийка (подобно на скена за оценка на глено-хумералната става). Аксиларната артерия е локализирана на нивото на хумеруса или на 1-2 cm медиално от него и проксимално на а. circumflexa humeri. Нормалната съдова стена е с дебелина на интима-медия комплекса под 1 mm. При васкулит стената е с дебелина над 1 mm. Дебелина 1.5 mm е патогномонична за аксиларен васкулит. Сонографската находка е подобна на тази на темпоралната артерия.

При гигантоклетъчен артериит могат да се засегнат, макар и рядко артерии като а. subclavia, а. carotis communis и ветебралните артерии.

### Артериит на Takayasu

При този васкулит възрастта на засягане е под 40 год. Най-често въввлечените съдове са а. subclavia (93%), аорта (65%) и а. carotis communis (58%). Тук никога не се засягат темпоралните артерии и рядко се засягат аксиларните артерии.

Сонографската оценка в този случай е важна за ранната диагноза, за мониториране на болестната прогресия и ефективността на

терапията. Ултразвуковата находка е подобна на тази при гигантоклетъчния артериит. Трябва да се прави диференциална диагноза с атеросклеротични лезии, които са хетерогенни и ирегуларни с калцификации.

При съмнение за васкулит на големите съдове сонографската оценка е особено важна в диагностиката на заболяването.

## Сонографска оценка на нерви при компресивна невропатия

Сред компресивните невропатии най-чест е синдромът на карпалния тунел. Срецаме го при възпалителните артрити (ревматоиден артрит и др.), но може да бъде и идиопатичен. Карпалният канал съдържа 9 сухожилия и п. medianus.

За сонографската оценка на п. medianus се използва високочестотен трансдюсер (10-15 MHz). Пациентът е с глани, обърнати нагоре (супинация). Сондата се поставя напречно на втората палмарна гънка на китката и се движи от проксималните към дисталните зони на карпалния канал. Следва оценка в надлъжен скен, като сондата се движи от латералната към медиалната част. Нервът е с по-ниска ехогенност от сухожилията и в напречен срез е с подобна на „пчелна пита“ структура: фасцикулите се визуализират като хипоехогенни зони, които са разделени от хиперехогенния периневриум (Фиг. 2). В надлъжен скен фасцикулите са хипоехогенни паралелни линии, разделени от хиперехогенни линии (периневриум).

Компресията на нерва се доказва с

класическата сонографска триада: оток на нерва в проксималната му част (напречно сечение над 11 mm<sup>2</sup>), сплескване на нерва в дисталната му част и воларен конвекситет на retinaculum flexorum. Характерна е ехотекстурата на нерва – загуба на нормална ехогенност и наличие на хипоехогенност, което се дължи на намаления брой фасцикули.

В областта на тарзалния тунел е п. tibialis, при компресията на който, също се развива оток в проксималната част и сплескване в дисталната, което се идентифицира сонографски. Промените са подобни на тези при синдрома на карпалния тунел.

В областта на лакътя се прави сонографска оценка на п. ulnaris (синдром на кубиталния тунел, синдром на Guyon). Нормално, в напречен срез нервът е овален и със зърниста текстура, подобно на останалите нерви. Възможна е дислокация на нерва, което води до неврит с функционален дефицит, заради повтаряща се фрикция. При динамична сонография по време на флексия на ставата се вижда как нервът отива върху медиалния епикондил, т.е. излиза от кубиталния канал. Идентифицира се също оток на нерва проксимално на компресията, загуба на нормалната фасцикуларна текстура и сплескване на нерва на нивото на компресията.

При съмнение за компресивна невропатия сонографията е диагностичен метод на избор.

## Сонографска оценка на слюнчени жлези при синдрома на Sjogren

### ФАКТ

Ноктите на краката и ръцете порастват от основата до върха за шест месеца.



Синдромът на Sjogren е възпалително аутоимунно заболяване, което се характеризира с лимфоцитна инфильтрация на екзокринните жлези, водещо до тяхната деструкция. Може да е първичен или вторичен (при ревматоиден артрит, системен лупус, прог्रेसивна системна склероза и др.).

Типичните клинични симптоми са сухота в очите и устата (намаление до липса на слъзна и слюнчена секреция), като тези белези са неспецифични. Допълнителни критерии са необходими за потвърждение на диагнозата, като положителен тест на Schirmer, типична сцинтиграфия на слюнчените жлези, сиалография на паротидни жлези, антители към Ro (SS-A) и La (SS-B) антигени (EULAR, 2016). Първата сонографска оценка на слюнчените жлези публикуват Bradus и съавт. през 1988 г. Днес ултразвуковата диагностика на жлезата е обещаващ метод, за който се приема, че ще влезе в диагностичните критерии на заболяването.

Сонографски преглед се прилага на три двойки слюнчени жлези – паротидни, субмандибуларни и сублингвални. Паротидните жлези се намират покрай и зад processus mandibularis, покривайки задната част на m. masseter. Приблизителният размер на жлезата е 46 mm вертикално и 37 mm хоризонтално. Субмандибуларните жлези се разполагат в задната част на триъгълника, формиран от тялото на мандибулата и двете коремчета на m. digastricus. Размерът на жлезата е около 33x35x14 mm. Сублингвалните жлези се намират на тялото на мандибулата, между мускулите на пода на оралната кухина.

Размерът на слюнчените жлези е пропорционален на телесното тегло, т.е. при пациенти със затлъстяване размерът им е по-голям.

Техника на сканиране: пациентът е

по гръб с глава, обърната към противоположната страна (за паротидна жлеза) и шията е в екстензия (за субмандибуларна жлеза). Трансдюсерът е с честота 8-12 MHz. Паротидната и субмандибуларна жлези се сканират нагълъжно и напречно. Кос план се използва за преглед на дълбокия лоб на паротидната жлеза около ъгъла на мандибулата.

Ехотекстурата на слюнчените жлези е хомогенна, а ехогенността е сравнима с тази на щитовидната жлеза. Може да варира от подчертано хиперехогенност в сравнение с околната мускулатура. Тези вариации в хиперехогенността на жлезите зависят от количеството на мастната тъкан в тях.

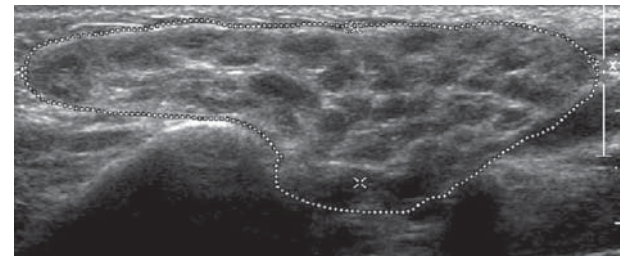
В паротидните жлези могат да се визуализират лимфни възли, локализирани най-често в горния и голем полус на жлезата. Нормалните лимфни възли сонографски са овални и хипоехогенни с хиперехогенен хилус. В напречен срез лимфният възел е не по-голям от 5-6 mm.

При синдрома на Sjogren възпалителният и деструктивен процес засяга всички големи слюнчени жлези.

В острата фаза се идентифицира оток и намалена ехогенност на жлезата. Важен сонографски белег е паренхимната нехомогенност на двете паротидни жлези, представляваща се с хипо/анехогенни зони и ехогенни линии. Хипо/анехогенните зони са зоните с лимфоцитна инфильтрация, увреден жлезен паренхим и дилатирани гуктуси, докато ехогенните линии представят фиброзата и акумулацията в мастна тъкан (Фиг. 3).

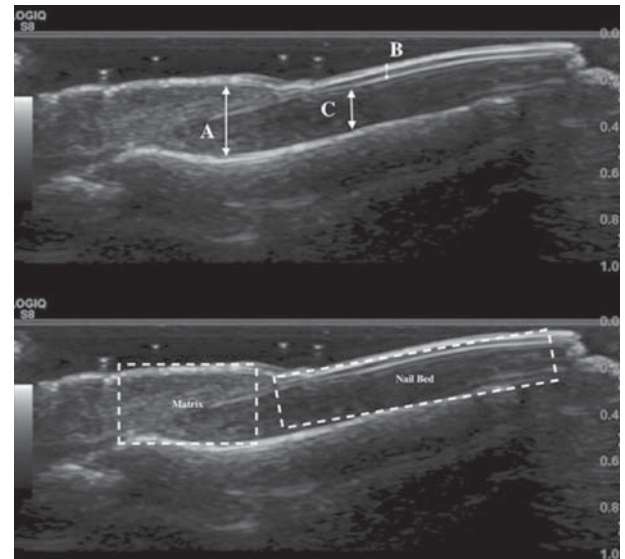
Приета е количествена скала за оценка на промените:

**Степен 0:** Нормална слюнчена жлеза.



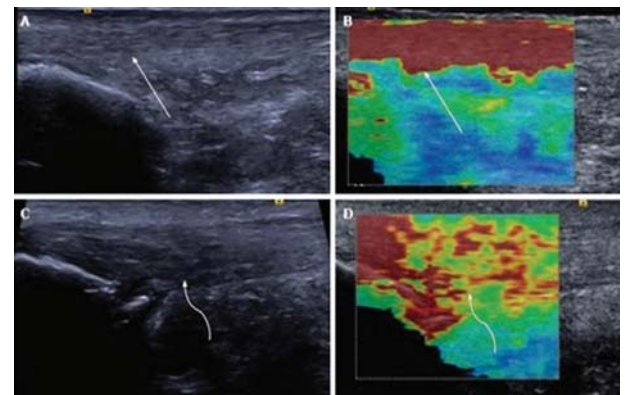
**фигура 3:**

Напречен срез на паротидна жлеза при остра фаза на синдром на Sjogren – паренхимна нехомогенност с анехогенни окръглени зони<sup>[14]</sup>



**фигура 4:**

Нагълъжен скен на нокът: нокътна плочка (B), нокътно ложе (C), матрикс (A)<sup>[19]</sup>



**фигура 5:**

Лонгитудинална еластография на Ахилесово сухожилие. А – нормална хомогенна ехотекстура на сухожилието В – нормална хомогенна еластограма с червено оцветяване на сухожилието С – пациент с Ахилесова тендинопатия с региони на хипоехогенност и калцификации на калканеусната ентеза D – хетерогенна еластограма с региони на синьо и жълто оцветяване, показващи намален еластичитет на сухожилието<sup>[22]</sup>

**Степен 1:** Лека, дребнозърнеста паренхимна нехомогенност – дифузна микроареоларна структура, границите на ареолата са хипоехогенни и размазани, а размерът ѝ е под 2 mm в диаметър. Тази степен е предупредителен сигнал за възможен синдром на Sjogren.

**Степен 2:** Ясна, среднозърнеста паренхимна нехомогенност – дифузно хипоехогенни зони с ясни граници и размер на зона от 2 до 6 mm.

**Степен 3:** Груба, едрозърнеста паренхимна нехомогенност – хипоехогенните зони са с размери над 6 mm.

Втора и трета степен на скалата са с висока доплер активност (поради хиперемията, до която води възпалителният процес). Тези степени са категорични в подкрепа на диагнозата и корелират с резултатите от сиалография, сцинтиграфия, магнитно-резонансна томография (МРТ) и хистология. В зависимост от методологията и кохортите пациенти в различни проучвания, сензитивността на ултрасонографията на слюнчените жлези е между 59 и 90%, а специфичността ѝ е между 73 и 100%.

В хроничната фаза на синдрома на Sjogren жлезите са малки, хипоехогенни, нехомогенни и с едва забележими граници. На този етап сонографията на слюнчените жлези е доказан образен метод на първа линия, който обаче не може да замени нуждата от биопсия с хистология на жлезата. Пациентите с първичен синдром на Sjogren са с повишен риск от развитие на лимфом. В жлезата се формира хипоехогенна, лобулирана лезия с патологични кръвоносни съдове, белег на малигнена трансформация. В тези случаи диагностично средство на избор е МРТ и биопсия на формацията.

## Сонографска оценка на кожа и нокти при псориазис

### КОЖА

За първи път сонография на кожа описват *Meuer и сътр.* през 1951 г. Дебелината на кожата варира в различните части на тялото, напр. в областта на предмишницата е около 1.3 mm. За сонография се използва трансдюсер с висока честота (18-20 MHz). Епидермисът в неокосмената част на кожата се визуализира като хиперехогенна линия, а в областта на палмарната и плантарна кожа е биламинарен хиперехогенен слой, което се дължи на високото количество кератин в него.

Дермисът също е хиперехогенен слой, но с по-малка ехогенност от епидермиса, заради по-голямото количество колаген в него. С възрастта в горната част на епидермиса се визуализира хипоехогенен слой, който е известен като субепидермален слой с ниска ехогенност (ССНЕ), което се дължи на отлагането на глюкозаминогликани в кожата от излагането на ултравиолетови лъчи.

Хиподермисът (подкожна тъкан) е с хипоехогенна текстура, което се дължи на мастните лобули. Те са разделени с хиперехогенни септи. Тук често се срещат артериални и венозни съдове с бавен кръвоток, за разлика от дермиса, в който кръвоносни съдове може да се видят много рядко.

### НОКТИ

Ноктите са ентезни органи, защото са в комплекс с дисталните интерфалангеални стави и дисталната инсерция на екстензорните сухожилия. Нокътната единица е разделена на

унгвална и периунгвална зона. Унгвалната зона се състои от хипоехогенно нокътно легло, чиято ехогенност нараства в проксималната му част, където е локализиран матриксът. Над нокътното легло е нокътната плочка, визуализираща се като хиперехогенна биламинарна структура, която се състои от твърд кератин и има два слоя (дорзално и вентрално плато), разделени от хипоехогенно пространство. Под нокътното легло е дисталната фаланга, визуализираща се като хиперехогенна линия. Периунгвалната зона е представена от кожа без мастни лобули и е разделена на латерална и проксимална нокътни гънки. Към нея е хиперехогенният контур на дисталната фаланга (Фиг. 4).

Псориазисът е аутоимунно заболяване, което засяга кожа, нокти, ентези и стави.

Кожните псориаитични плаки сонографски се визуализират като уплътнение на епидермиса, който е с намалена ехогенност. Дермисът е с удебелен горен слой и при активен псориазис е с повишен кръвен ток.

От най-ранната до най-късната фаза псориаитичната онихопатия се представя като удебеление на нокътя, което сонографски се визуализира като:

- Повишено разстояние между вентралното плато на нокътната плочка и дисталната фаланга.
- Намалена ехогенност на нокътното легло.
- Загуба на очертанията на вентралното плато.
- Хиперехогенни депозити във вентралното плато.
- Загуба на очертанията на дорзално и вентрално плато.
- Вълнообразни и удебелени дорзално и вентрално плато.

По време на активен стадий на болестта често се идентифицира хиперваскуларизация на проксималната част на нокътното легло.

## Сонографска оценка на кожа, кожна еластичност и нокти при прогресивна системна склероза

Системната склероза е мултисистемна прогресираща аутоимунна болест, характеризираща се с увреждане на микроциркулацията и отлагане на съединителна тъкан в кожата и вътрешните органи. Екцесивното отлагане на колаген води до намаление на дермалната еластичност, заради уплътнението и фиброзата на тъканта. Склеродермия може да има по крайниците, лицето, шията, торса. Морфеята е кожна форма на склеродермията, която може да засегне дерма, хиподерма и фасции. Фасциалната форма е известна като еозинофилен фасциит. По време на инфламаторната фаза на морфея се визуализира удебеление на дермиса, който е с намалена ехогенност, а подлежащият хиподермис е с повишена ехогенност. По време на атрофичната фаза е налице изтъняване на дермис и хиподермис, възможна е липса на мастни лобули, което прави контакта между мускул и дерма директен.

Най-сензитивните сонографски белези на активна морфея са повишеният регионален кръвоток и хиперехогенният хиподермис. При склеродермия може да има изместване на нокътната плочка, която е с повишена дебелина, както и

намалена ехогенност на нокътното легло, поради едем.

За оценка на кожната еластичност при склеродермия се прилага модерна сонографска техника – компресионна еластография, която се базира на мануална компресия върху тъканите с трансдюсер (палпация със сонографската сонда) (Фиг. 5).

Познати са няколко техники на приложение, от които най-използваната е компресионната еластография.

Методът сравнява еластичността на две съседни структури с различна еластичност, което се визуализира на цветна карта на монитора. След поставяне на трансдюсера върху изследваната структура следва прилагане на компресионна сила с натиск не повече от 2 mN и честота 1-2 компресии в секунда. Основният принцип на тази техника включва деформация в отговор на компресията, която се анализира в две фази (преди и след компресията). Еластографията се прилага само в зони, където има голямо количество дерма и където костната хиперрефлексия е минимална. Визуализацията на степента на еластичност е в цветната гама, като меките тъкани с най-висока еластичност са в червен цвят, а плътните тъкани с най-ниска еластичност са в син цвят. Междинни цветове показват степените между най-високата и най-ниска еластичност.

Публикувани са обещаващи резултати от приложението на еластография на ахилесово сухожилие, пателарно сухожилие, общо екстензорно сухожилие (латерален епикондилит), сухожилието на m. supraspinatus, плантарна фасция, корако-акромиален лигамент, m. biceps brachii, миозит, p. medianus. На този етап липсва общоприета стандартизация на приложението на метода в

ревматологията.

Сонографията на зоните извън ставните тъкани в ревматологията се прилага по-рядко в ревматологичната практика. Въпреки това тя има важно място в диагнозата и проследяването на хода на болестта и терапията на сериозни ревматични заболявания, като васкулити, синдром на Sjogren, компресивни невропатии, псориазис, склеродермия и др. ■

### Книгопис:

- Schmidt WA. Role of ultrasound in the understanding and management of vasculitis. *Ther Adv Musculoskel Dis.* 2014;6(2):39-47.
- Ness T, Bley TA, Schmidt WA, Lamprecht P. The Diagnosis and Treatment of Giant Cell Arteritis. *Dtsch Arztebl Int* 2013; 110(21): 376–86.
- Schmidt WA. Ultrasound in the diagnosis and management of giant cell arteritis. *Rheumatology* 2018;57(2):22–31.
- Oliveira MA, Ciechomska A, Miedany Y. Inflammatory Allied Conditions. *Musculoskeletal Ultrasonography in Rheumatic Diseases* 2015 (271–313), Springer.
- Schäfer VS et al. Assessing Vasculitis in Giant Cell Arteritis by Ultrasound: Results of OMERACT Patient-based Reliability Exercises. *J Rheumatology* 2018;45(9):1289–1295.
- Aschwanden M. et al. Temporal Artery Compression Sign – A Novel Ultrasound Finding for the Diagnosis of Giant Cell Arteritis. *Ultraschall in Med* 2013; 34(1): 47–50.
- Рашков Р, Шейтанов Й, Калинова Д. Практическо ръководство по ревматология 2017.
- Рашков Р. Практическо ръководство по ревматология 2016.
- Miedany Y. Carpal Tunnel Syndrome. *Musculoskeletal Ultrasonography in Rheumatic Diseases* 2015 (207–338), Springer.
- Choi SL et al. Ultrasonography for nerve compression syndromes of the upper extremity. *Ultrasonography* 2015; 34(4): 275–291.
- Peer S, Gruber H, Loizides A. Sonography of carpal tunnel syndrome: why, when and how. *Imaging Med.* 2012;4(3):287–297.
- Zengel P, Schrotzlmair F, Reichel C, Paprotka P, Clevert DA. Sonography: the leading diagnostic tool for diseases of the salivary glands. *Semin Ultrasound CT MR.* 2013;34(3):196–203.
- Takagi Y, Kimura Y, Nakamura H, Sakaki M, Eguchi K, Nakamura T. Salivary gland ultrasonography: can it be an alternative to sialography as an imaging modality for Sjogren's syndrome. *Rheumatology (Oxford)*. 2012;51(6):1081–5.
- Jousse-Joulin S, Devauchelle-Pensec V, Cornec D, et al. Brief Report: Ultrasonographic Assessment of Salivary Gland Response to Rituximab in Primary Sjogren's Syndrome. *Arthritis Rheumatol* 2015;67:1623–8.
- Jousse-Joulin S, et al. Salivary gland ultrasound abnormalities in primary Sjogren's syndrome: consensual US-SG core items definition and reliability. *Rheumatic&Musculoskeletal Diseases* 2017; 3:e000364. doi:10.1136/rmdopen-2016-000364.
- Kang T, Horton L, Emery P, Wakefield RJ. Value of Ultrasound in Rheumatologic Diseases. *J Korean Med Sci* 2013; 28: 497–507.
- Wolfsman X, Miedany Y. Skin, Nail, and Hair in Rheumatology. *Musculoskeletal Ultrasonography in Rheumatic Diseases* 2015 (169–186), Springer
- Wolfsman X. Common applications of dermatologic sonography. *J Ultrasound Med.* 2012;31:97–111.
- Cunha J, Qureshi A, Reginato A. Nail Enthesis Ultrasound in Psoriasis and Psoriatic Arthritis: A Report from the 2016 GRAPPA Annual Meeting.
- Klauser AS, Faschingbauer R, Jaschke WR. Is sonoelastography of value in assessing tendons? *Semin Musculoskel Radiol* 2010;14:323–33.
- Drakonaki E, Allen G, Wilson D. Ultrasound elastography for musculoskeletal applications. *BJR* 2012;85:1435–45.
- Каралиова Р. Диагностични възможности на нови ултрасонографски техники за оценка на кожно, ставно, периферно и белодробно ангажиране при системна склероза. Автореферат на дисертационен труд с научен ръководител проф. Анастас Балмаев. 2017г, Пловдив.
- Martins-Rocha T, Azzolin I, Serban T, Massazza G, Iagnocco A. New applications of sonoelastography in rheumatology: where are we now? *Rheumatology* 2018, <https://doi.org/10.1093/rheumatology/key296>.
- Winn N. et al. Sonoelastography in the musculoskeletal system: Current role and future directions. *World J Radiol.* Nov 28, 2016; 8(11): 868–879.