

## POSSIBILITĂȚILE EXAMENULUI ULTRASONOGRAFIC AL ARTICULAȚIEI TEMPORO-MANDIBULARE

Zagnat Vasile, dr. șt. med., conf.univ. Catedra  
de Radiologie și Imagistică, USMF „Nicolae  
Testemițanu”

Zagnat Lilia, medic imagist, Clinica „ScanExpert”,  
Chișinău

Afecțiunile articulației temporo-mandibulare (ATM) se află frecvent în spatele acuzelor pacienților stomatologici. Cedând durerilor cronice de spate, afecțiunile articulației temporo-mandibulare sunt a doua cea mai răspândită afecțiune a sistemului musculo-scheletic. Simptomatologia este variată, începând de la disconfort în zona articulației și până la dureri însoțite de dereglarea cinematicii mandibulare. *Research Diagnostic Criteria for TMD (RDC/TMD)* stabilește trei grupuri de criterii de diagnostic pentru afecțiunile ATM: 1. cauză miogenă; 2. deplasare de disc; 3. cauză articulară. [3,10]

Se înregistrează o creștere a numărului de persoane afectate de modificări ale articulației temporo-mandibulare (ATM) sau disfuncții temporo-mandibulare (DTM), 1 din 6 copii și adolescenți prezentând manifestări clinice ale DTM. [2] Studii anterioare au sugerat o variație largă în prevalența DTM la adulți, cuprinsă între 1% și 75%, cu aproximativ o treime dintre aceștia prezentând cel puțin un simptom al DTM. Prevalența DTM în rândul adulților rămâne un subiect controversat. [11] Criteriul de diagnosticare a DTM (RDC/TMD) a fost revizuit, fiind propus un nou criteriu de diagnosticare (DC/TMD). Metodele imagistice de diagnosticare, chiar dacă nu fac parte din criteriile primare ale axei I DC/TMD, continuă să joace un rol important în îmbunătățirea detectării și înțelegerii DTM. [1]

Totodată, având în vedere că nu există tratamente care să inverseze leziunile cronice ale ATM odată ce acestea s-au instalat, diagnosticarea timpurie devine esențială în prevenirea disfuncțiilor articulare extinse și permanente. Diagnosticul actual, bazat pe Criteriile de Diagnostic pentru Disfuncțiile Temporo-Mandibulare (DC/TMD), confirmă faptul că degradarea ATM a avut deja loc, așa cum este documentat în protocoalele imagistice standard recomandate (tomografie computerizată, CT, și imagistică prin rezonanță magnetică). [10,12]

Semnele imagistice de afectare a ATM pot fi evidențiate chiar și în fazele incipiente ale bolii, chiar dacă tabloul clinic la acest moment poate fi complet asimptomatic, fiind binevenită posibilitatea prevenirii deteriorării ulterioare a ATM. [6,10]

Radiografiile și tomografiile convenționale oferă informații valoroase despre starea structurilor osoase, dar sunt limitate în capacitatea lor de a detecta leziunile precoce ale articulației temporo-mandibulare

## DIAGNOSTIC POSSIBILITIES OF ULTRASONOGRAPHY IN THE EXAMINATION OF THE EMPOROMANDIBULAR JOINT

Zagnat Vasile, PhD, assoc. prof., Department of  
Radiology and Imaging, „Nicolae Testemițanu”  
SUMPh

Zagnat Lilia, sonographer, „ScanExpert” Clinic,  
Chișinău

Temporomandibular joint (TMJ) disease is frequently behind the complaints of dental patients. Predicated on chronic pain in the region, TMJ disorders are the second most common musculoskeletal disorder. Symptomatology is varied, ranging from discomfort in the joint area to pain accompanied by dysregulation of mandibular kinematics. The Research Diagnostic Criteria for TMD (RDC/TMD) establishes three groups of diagnostic criteria for TMD: 1. myogenic cause; 2. disc displacement; 3. articular cause. [3,10]

There is an increase in the number of people affected by temporomandibular joint (TMJ) changes or temporomandibular dysfunction (TMD), with 1 in 6 children and adolescents showing clinical manifestations of TMD. [2] Previous studies have suggested a wide variation in the prevalence of TMD in adults, ranging from 1% to 75%, with approximately one third of adults showing at least one symptom of TMD. The prevalence of TMD in adults remains a controversial topic. [11] The diagnostic criterion for TMD (DRC/TMD) has been revised and a new diagnostic criterion (DC/TMD) has been proposed. Imaging methods, even though not a primary criterion on Axis I of DC/TMD, keep playing an important role in improving the detection and understanding of TMD. [1]

At the same time, given that there are no treatments to reverse chronic TMJ damage once it has set in, early diagnosis becomes essential in preventing extensive and permanent joint dysfunction. Current diagnosis, based on the Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD), confirms that TMJ degradation has already occurred, as documented in the standard recommended imaging protocols (computed tomography, CT, and magnetic resonance imaging). [10,12]

Imaging signs of TMJ damage may be evident even in the early stages of the disease, even though the clinical picture at this time may be completely asymptomatic. In this respect, imaging could play a role in the early assessment of TMJ changes, trying to prevent further deterioration of the TMJ. [6,10]

Conventional X-rays and CT scans provide valuable information about the condition of bone structures, but are limited in their ability to detect early

(ATM), nepermițând o analiză adecvată a țesuturilor moi, a modificărilor discului articular și a semnelor timpurii sau active ale artritei, concentrându-se mai degrabă pe leziunile avansate, oasoase ale artropatiei. Deși tomografia computerizată oferă detalii anatomiche precise, aceasta nu permite vizualizarea țesuturilor în dinamică. Luând în calcul și doza de radiații ionizante, aceasta nu poate fi considerată o metodă eficientă de screening. În prezent, imagistica prin rezonanță magnetică (IRM) este considerată standardul de aur pentru evaluarea patologiei inflamatorii ATM, fiind capabilă să identifice atât modificările active ale artritei, cât și sechelele acesteia. Astfel, IRM-ul poate detecta atât semne acute de afectare a ATM (ex. prezența sinovitei), cât și semne cronice (ex. modificări condiliene, eroziunea și anomalii de disc). Totuși, IRM are propriile sale dezavantaje, printre care se numără costul înalt, timpul ridicat de achiziție a imaginii (20-45 de minute), fiind deosebit de dificil din considerentele că această examinare se face cu gura în poziție deschisă la o categorie de pacienți, care deja suferă de dureri în ATM. În plus, IRM este contraindicat la pacienții cu pacemaker și implanturi metalice incompatibile cu câmpul magnetic. Aceste dezavantaje nu sunt întocmai compatibile cu noțiunea de *screening*. [1,5,6,8,10]

Un instrument de diagnostic promițător pare a fi ultrasonografie (US). Este o metodă relativ ieftină și accesibilă pentru instalare în majoritatea clinicilor ambulatorii. Examinarea durează 10-15 minute, ceea ce constituie un timp tolerabil. Nu prezintă riscuri cunoscute, precum radiații ionizante, fiind în același timp nedureroasă. Un avantaj semnificativ este posibilitatea evaluării dinamice în timp real, atât în poziția cu gura închisă, cât și deschisă, fiind posibilă comunicarea directă cu pacientul, care ar putea ghida clinicianul spre zonele dureroase. Demn de remarcat este și faptul că US poate fi repetată într-un interval scurt fără riscuri suplimentare, permițând monitorizarea frecventă a patologiei pe parcursul tratamentului. Printre dezavantaje se numără instruirea îndelungată a clinicianului sau tehnicianului care va îndeplini examinarea, precum și faptul că această metodă depinde în mare măsură de competențele operatorului. Totodată, examenul ultrasonografic al ATM este limitat, deoarece avem posibilitatea de a vizualiza doar spațiul articular în poziția postero-anterioară. Structurile mezo-laterale nu pot fi vizualizate din cauza particularităților anatomice ale articulației. [1,4-7,9,10]

Eficacitatea ultrasonografiei ca metodă de diagnostic pentru afecțiunile ATM este un subiect controversat. Au fost efectuate numeroase studii pentru a identifica sensibilitatea și specificitatea US în comparație cu IRM pentru diferite afecțiuni ale ATM. O meta-analiză din 2018 realizată de Su et al. a raportat sensibilitate de aproximativ 75-81% și specificitate în jur de 73-80% pentru diagnosticarea dislocării discului în poziția cu gura închisă, iar în evaluarea cu gura deschisă (dinamică), sensibilitatea a fost ușor mai scăzută (aproximativ 65-74%), dar specifici-

lesions of the temporomandibular joint (TMJ), not allowing adequate analysis of soft tissues, articular disc changes and early or active signs of arthritis, focusing instead on advanced, bone lesions of arthropathy. Although CT scans provide accurate anatomical detail, they do not allow for dynamic tissue visualization. Taking into account the dose of ionising radiation, it cannot be considered an effective screening method. Magnetic resonance imaging (MRI) is now considered the gold standard for assessing inflammatory TMJ pathology, being able to identify both active arthritic changes and sequelae. Thus, MRI can detect both acute signs of TMJ damage (e.g. presence of synovitis) and chronic signs (e.g. condylar changes, erosion and disc abnormalities). However, MRI has its own disadvantages, including high cost, high image acquisition time (20-45 minutes), and is particularly difficult because it is performed with the mouth open in a category of patients who already suffer from TMJ pain. In addition, MRI is contraindicated in patients with pacemakers and metallic foreign bodies. These disadvantages are not in line with the notion of a screening method. [1,5,6,8,10]

A promising diagnostic tool seems to be presented by ultrasonography. It is relatively cheap and accessible for installation in most outpatient clinics. The examination takes 10-15 minutes, which is a tolerable time. It carries no known risks, such as ionising radiation, while being painless. A significant advantage is the possibility of real-time dynamic assessment while the mouth is closed or open, making it possible to communicate directly with the patient, which could guide the clinician to painful areas. It is also worth noting that US can be repeated in a short interval without additional risk, allowing frequent monitoring of pathology during treatment. Disadvantages include the lengthy training of the clinician or technician who will perform the examination, and the fact that this method depends largely on the skills of the operator. At the same time, ultrasonographic examination of the TMJ is limited because we are only able to visualise the joint space in the postero-anterior position. The mesio-lateral structures cannot be visualised because of the anatomical peculiarities of the joint. [1,4-7,9,10]

The effectiveness of ultrasonography as a diagnostic method for TMJ disorders is a controversial topic. Numerous studies have been conducted to determine the sensitivity and specificity of ultrasound (US) compared to MRI for various TMJ conditions. A 2018 meta-analysis by Su et al. reported a sensitivity of approximately 75-81% and a specificity of around 73-80% for diagnosing disc displacement in the closed-mouth position. In the open-mouth (dynamic) assessment, sensitivity was slightly lower (approximately 65-74%), but specificity was higher (86-91%). One reason for false negatives is that ultrasound primarily visualizes the lateral aspect of the TMJ. Discs displaced in an anteromedial or fully medial direction may not be visible on the lateral ultrasound view. The sensitivity of ultrasound for

tatea a fost mai mare (86–91%). Unul dintre motivele rezultatelor fals-negative este faptul că ecografia vizualizează în principal aspectul lateral al ATM. Discurile care sunt deplasate în direcție anteromedială sau complet medială pot să nu fie vizibile în vederea ecografică laterală. Sensibilitatea ecografiei pentru efuziunea articulară a fost de 83%, iar specificitatea de 74%, comparativ cu IRM-ul. Printre concluzii se numără faptul că ecografia este considerată o metodă inițială de screening, iar în cazurile în care sunt necesare informații suplimentare pentru tratament, se recomandă IRM. [1,7,8,10] O meta-analiză publicată de Almeida et al. constată abateri metodologice la majoritatea studiilor care au studiat acești parametri la diverse populații. [1]

Examenul ultrasonografic al ATM este recomandat a fi efectuat în poziția culcată a pacientului, cu capul întors ușor în direcția opusă examinatorului. Pacientul este rugat să facă câteva mișcări de masticație pentru a localiza mai ușor ATM.

Metoda de examinare propusă de Asociația Europeană a Ultrasonografiștilor, utilizată pe larg de medicii practicieni, vizează examinarea în două planuri: transversal, sonda fiind poziționată orizontal, paralel planului Frankfurt, perpendicular pe arcada zigomatică; plan longitudinal, cu poziționarea sondei paralel cu ramul mandibulei, oferind vizualizarea coronară a condilului. În practică, se recomandă adoptarea unei poziții intermediare între cele două planuri, deci un plan oblic Prin mișcări angulare în sus-jos se examinează articulația. În dependență de varianta de examinare a pacientului cu cavitatea bucală deschisă ori închisă se va schimba și poziția sondei, adică sonda va fi întotdeauna fixată în poziția, când discul articular se va vizualiza simetric. Se evidențiază necesitatea unui protocol standardizat de examinare și poziționare a sondei, mai ales în condițiile când această tehnică depinde atât de mult de operator. De exemplu, poziționarea incorectă a sondei poate crea imaginea falsă a unei dislocări de disc articular. [1]

În mod normal vizualizăm componentele osoase, care delimitează articulația, adică condilul articular al mandibulei în partea inferioară și tuberculul osului temporal. Medial, fosa este semnificativ îngustată și închisă de o placă osoasă, care împiedică deplasarea condilului în direcția medială. Se va vizualiza discul articular, capsula, spațiile capsulo-condiliene, ligamentele intraarticulare, zona de atașare ale mușchiului pterigoidian lateral și mușchiul în sine, ca și mușchiul maseter. Avantajul metodei ultrasonografice este posibilitatea examinării articulației în dinamică. Anume în examenul în dinamică, în timpul deschiderii și închiderii cavității bucale putem vizualiza mai distinct unele structuri articulare. Este important de menționat că nu întotdeauna avem posibilitatea de a vizualiza toate structurile articulare descrise mai sus. Din cauza caracteristicilor anatomice individuale, unele structuri sunt vizualizate parțial ori nu este posibilă examinarea lor.

joint effusion was found to be 83%, with a specificity of 74%, compared to MRI. Among the conclusions, it is noted that ultrasound is acceptable as an initial rapid screening method to exclude certain patients, with MRI subsequently recommended if treatment is necessary. A meta-analysis published by Almeida et al. identified methodological inconsistencies in most studies that examined these parameters in different populations. [1,7,8,10]

Ultrasonographic examination of the TMJ is recommended to be performed in the supine position of the patient, with their head facing slightly away from the examiner. The patient is asked to make a few chewing movements to locate the TMJ more easily.

The examination method proposed by the European Association of Ultrasonographers, widely used by practicing physicians, involves assessment in two planes: transverse, with the probe positioned horizontally, parallel to the Frankfurt plane, and perpendicular to the zygomatic arch; longitudinal, with the probe positioned parallel to the mandibular ramus, providing a coronal view of the condyle. In practice, it is recommended to adopt an intermediate position between the two planes, meaning an oblique plane. By performing angular up-and-down movements, the joint is examined. Depending on whether the patient is being examined with the oral cavity open or closed, the position of the probe will also change, meaning the probe will always be fixed in a position where the articular disc is symmetrically visualized. The need for a standardized examination and probe positioning protocol is emphasized, especially given that this technique is highly operator-dependent. For example, incorrect probe positioning may create the false appearance of an articular disc displacement. [1]

In a normal examination, the bony components that delineate the joint can be visualized, specifically the mandibular condyle in the lower part and the articular tubercle of the temporal bone. Medially, the fossa is significantly narrowed and enclosed by a bony plate that prevents the condyle from displacing in the medial direction. The articular disc, joint capsule, capsulo-condylar spaces, intra-articular ligaments, the attachment area of the lateral pterygoid muscle, and the muscle itself, as well as the masseter muscle, can also be visualized. The advantage of ultrasonographic examination is its ability to assess the joint dynamically. It is precisely during dynamic examination, while opening and closing the oral cavity, that certain joint structures can be more distinctly visualized. However, it is evident that not all the aforementioned joint structures can always be visualized. Due to individual anatomical variations, some structures may only be partially visible, or their examination may not be possible at all.

Using both examination techniques, it is possible to visualise anatomical joint structures such as: articular condyle, disc, tubercle, capsule, capsulo-condylar space, posterior capsulo-cervical space, bilaminar area, intra-articular ligaments, attachment area of

Utilizând ambele tehnici de examinare, este posibil să se vizualizeze structurile anatomice articulare, inclusiv condilul articular, discul, tubercul, capsulă, spațiul capsulo-condilian, spațiul capsulo-cervical posterior, zona bilaminară, ligamentele intraarticulare, zona de atașare a celor două capete ale mușchiului pterigoidian lateral și mușchiul în sine. Totodată, poate fi apreciată starea țesuturilor moi adiacente, precum glandele salivare parotide și mușchii maseteri.

În mod normal, dimensiunea fosei glenoide este semnificativ mai mare decât cea a condilului maxilarului inferior. Dimensiunea sa sagitală medie fiind de aproximativ 13.0 mm. Raportul discului și a condilului articular al maxilarului inferior în timpul mișcării repetate în pozițiile corespunzătoare ale gurii deschise, este posibil ca structurile articulației să devină mai distinse. Condilul mandibular este acoperit de un strat subțire de țesut osos subcondral și cartilaj fibros, care se vizualizează pe partea laterală superioară a condilului și se identifică pe ecografie ca un contur uniform, hiperecogen, omogen și continuu, cu o grosime de aproximativ 0,5 – 0,7 mm.

Discul articular, alcătuit din cartilaj fibros, prezintă adesea o formă asemănătoare unei gantere la examinarea ecografică. Diametrul său în plan sagital este de aproximativ 12,5 mm. Grosimea sa de-a lungul marginii frontale variază între 1,6 – 1,8 mm, în timp ce marginea posterioară a discului este mult mai groasă, ajungând la 4,0 mm. Grosimea marginilor laterale și mediale ale discului sunt aproape aceiași și au în jur de 2,5 mm, iar în centru discul este considerabil mai subțire, până la 1,5 mm. Partea sa inferioară este concavă și urmează conturul capului rotunjit al condilului. În timp ce grosimea și forma discului pot fi evaluate cu ajutorul US, perforațiile și aderențele nu pot fi identificate.

Capsula articulară se vizualizează ca o bandă continuă, convexă, omogenă, cu ecogenitate crescută, care rulează paralel cu semnalul hiperecogen de la condil, având grosimea de 0,7 – 0,9 mm.

Lichidul articular se vizualizează sub forma unei benzi anecogene subțiri, care înconjoară discul articular și zona bilaminară.

#### **Criteriile ecografice pentru afecțiunile ATM.**

##### **Leziuni degenerative:**

- Reducerea dimensiunii spațiului capsulo-condilian
- Modificări patologice în sectoarele marginale ale condilului
- Modificări ale formei, structurii, dimensiunii, și ecogenității discului articular.
- Modificări ale mărimii și ecogenității zonei bilaminare.
- Creșterea dimensiunii capsulei ATM.

##### **Leziuni inflamatorii:**

- Creșterea dimensiunii spațiului capsulo-cervical.
- Creșterea dimensiunii spațiului capsulo-condilar.

the two heads of the lateral pterygoid muscle and the muscle itself. The condition of adjacent soft tissues such as the parotid salivary glands and masseter muscles may also be assessed.

Normally the size of the glenoid fossa is much larger than the size of the condyle of the lower jaw. Its average sagittal dimension being approximately 13.0 mm. The ratio of the disc and condyle of the lower jaw joint during repeated movement in the appropriate open mouth positions, it is possible that the joint structures become more distinct. The mandibular condyle is covered with a thin layer of subcondral bone tissue and fibrous cartilage, which is visualized on the upper lateral aspect of the condyle and is identified on ultrasound as a homogeneous, hyperechogenic, continuous, uniform thickness contour of 0.5 – 0.7 mm.

The disc is often visualized in a dumbbell shape. The articular disc consists of fibrous cartilage. Its diameter in the sagittal plane is approximately 12.5 mm. Its thickness along the frontal margin is 1.6 – 1.8 mm. The posterior edge of the disc is much thicker, 4.0 mm. The thickness of the lateral and medial edges of the disc are almost the same and are around 2.5 mm. In the centre, the disc is much thinner, up to 1.5 mm. The underside of the disc is concave and follows the contour of the rounded head. While the thickness and shape of the disc can be assessed using US, perforations and adhesions cannot be assessed.

The joint capsule is visualized as a continuous, convex, homogeneous band of increased echogenicity running parallel to the hyperechogenic signal from the condyle, 0.7 – 0.9 mm thick.

The joint fluid is visualized as a thin anechoic band surrounding the articular disc and bilaminar area.

#### **Ultrasound criteria for TMJ disorders.**

##### **Degenerative lesions:**

- Reduction in the size of the capsulo-condylar space
- Pathological changes in the marginal sectors of the condyle
- Changes in the shape, structure, size, and echogenicity of the articular disc.
- Changes in the size and echogenicity of the bilaminar area.
- Increased size of the TMJ capsule.

##### **Inflammatory lesions:**

- Increased capsulo-cervical space.
- Increased size of the capsulo-condylar space.
- Hypervascularisation
- Increased thickness, altered echogenicity and structure, of synovial membrane.
- Changes in the size, shape, structure and echogenicity of the articular disc.
- Changes in the echogenicity of the soft tissues around the joint.

##### **Traumatic injuries:**

- In TMJ dislocations and contusions we notice:
  - Various variants of articular disc displacement.

- Hipervascularizare
- Creșterea grosimii, modificarea ecogenității și structurii, membranei sinoviale.
- Modificări ale dimensiunii, formei, structurii și ecogenității discului articular.
- Schimbări ale ecogenității țesuturilor moi din jurul articulației.

#### Leziunile traumatice:

- În luxații și contuzii ale ATM:
  - Diverse variante de deplasare a discului articular.
  - Creșterea distanței capsulo-cervicale posterioare din cauza acumulării de lichid.
  - Schimbările ecogenității țesuturilor moi din jurul articulației.
- În traume:
  - Simptomul pragului hipoeogenic
  - Modificări ale dimensiunii, formei, structurii și ecogenității discului articular.
  - Schimbări ale ecogenității țesuturilor moi din jurul articulației.

#### Patologii tumorale:

- În sinovialome:
  - Prezența de țesut suplimentar
- În osteoame:
  - Margini osoase neregulate
  - Simptomul „cozorocului”

#### Dislocații:

- Deplasarea discului în direcția dislocării
- Deformarea centrală a discului din cauza acțiunii traumatice a condilului

#### Perforarea discului:

- Reducerea dimensiunii spațiului capsulo-condilian
- Dispariția spațiului articular în momentul mișcării

#### Concluzii

1. Metoda ultrasonografică de examinare este una de *screening*, dar care permite vizualizarea structurilor anatomice ale ATM în statică și în timpul funcției articulare.
2. Metoda ultrasonografică de imagistică ATM permite diferențierea stărilor normale de cele patologice ale ATM.
3. Metoda de examinare ultrasonografică are valoare diagnostică în evaluarea diferitelor variante de luxații ale ATM, modificări degenerative ale discului articular, efuziune articulară, hemartroză, ceea ce îi permite să fie utilizată ca metodă eficientă de diagnostic primar al stărilor patologice de degenerare, geneza inflamatorie, traumatică și unele stări disfuncționale.

#### Bibliografie

1. Almeida FT, Pacheco-Pereira C, Flores-Mir C, Le LH, Jaremko JL, Major PW. Diagnostic ultrasound assessment of temporomandibular joints: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2019 Feb;48(2):20180144.

- Increased posterior capsulo-cervical distance due to fluid accumulation.
- Changes in soft tissue echogenicity around the joint.
- In trauma:
  - Hypoechogenic threshold symptom.
  - Changes in the size, shape, structure and echogenicity of the articular disc.
  - Changes in echogenicity of soft tissues around the joint.

#### Tumours:

- In synovialomas:
  - Extra tissue
- In osteomas:
  - Irregular bone margins
  - Symptom of eaves

#### In dislocations:

- Displacement of the disc in the direction of dislocation
- Deformation of the disc in the centre due to traumatic action of the condyle

#### In disc perforation:

- Reduction in the size of the capsulo-condylar space
- Disappearance of the joint space during movement

#### Conclusions

1. Ultrasonography is a screening method, but it allows visualization of anatomical structures of the TMJ in both a static aspect and during joint function.
2. Ultrasound method of imaging TMJ allows the differentiation of some normal and pathological states of the TMJ.
3. Ultrasonography has diagnostic value in the evaluation of different variants of TMJ dislocations, degenerative changes of the articular disc, joint effusion, hemarthrosis, which allows it to be used as an effective method of primary diagnosis of pathological states of degeneration, inflammatory genesis, traumatic and some dysfunctional states.

#### Bibliography

1. Almeida FT, Pacheco-Pereira C, Flores-Mir C, Le LH, Jaremko JL, Major PW. Diagnostic ultrasound assessment of temporomandibular joints: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2019 Feb;48(2):20180144.
2. Da Silva CG, Pachêco-Pereira C, Porporatti AL, Savi MG, Peres MA, Flores-Mir C, et al. Prevalence of clinical signs of intra-articular temporomandibular disorders in children and adolescents. *J. Am. Dent. Assoc.* 2016 Jan;147(1):10-18.e8.
3. Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J. Cranio-mandib. Disord. Facial Oral Pain.* 1992;6(4):301-355.
4. Emshoff R, Jank S, Rudisch A, Bodner G. Are high-resolution ultrasonographic signs of disc

2. Da Silva CG, Pachêco-Pereira C, Porporatti AL, Savi MG, Peres MA, Flores-Mir C, et al. Prevalence of clinical signs of intra-articular temporomandibular disorders in children and adolescents. *J. Am. Dent. Assoc.* 2016 Jan;147(1):10-18.e8.
3. Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J. Cranio-mandib. Disord. Facial Oral Pain.* 1992;6(4):301-355.
4. Emshoff R, Jank S, Rudisch A, Bodner G. Are high-resolution ultrasonographic signs of disc displacement valid? *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2002 Jun;60(6):623-628.
5. Erturk AF, Yelken Kendirci M, Ozcan I, Gokcen Rohlig B. Use of ultrasonography in the diagnosis of temporomandibular disorders: a prospective clinical study. *Oral Radiol.* 2023 Apr;39(2):282-291.
6. Friedman SN, Grushka M, Beituni HK, Rehman M, Bressler HB, Friedman L. Advanced Ultrasound Screening for Temporomandibular Joint (TMJ) Internal Derangement. *Radiol. Res. Pract.* 2020 May 4;2020:1-10.
7. Kim J-H, Park J-H, Kim J-W, Kim S-J. Can ultrasonography be used to assess capsular distention in the painful temporomandibular joint? *BMC Oral Health.* 2021 Dec;21(1):497.
8. Klatkiewicz T, Gawriolek K, Pobudek Radzikowska M, Czajka-Jakubowska A. Ultrasonography in the Diagnosis of Temporomandibular Disorders: A Meta-Analysis. *Med. Sci. Monit. Int. Med. J. Exp. Clin. Res.* 2018 Feb 8;24:812-817.
9. Manfredini D, Guarda-Nardini L. Ultrasonography of the temporomandibular joint: a literature review. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2009 Dec;38(12):1229-1236.
10. Maranini B, Ciancio G, Mandrioli S, Galiè M, Govoni M. The Role of Ultrasound in Temporomandibular Joint Disorders: An Update and Future Perspectives. *Front. Med.* 2022 Jun 20;9:926573.
11. Nassif NJ, Al-Salleeh F, Al-Admawi M. The prevalence and treatment needs of symptoms and signs of temporomandibular disorders among young adult males. *J. Oral Rehabil.* 2003 Sep;30(9):944-950.
12. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet J-P, et al. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: Recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network\* and Orofacial Pain Special Interest Group†. *J. Oral Facial Pain Headache.* 2014 Jan;28(1):6-27.
- displacement valid? *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2002 Jun;60(6):623-628.
5. Erturk AF, Yelken Kendirci M, Ozcan I, Gokcen Rohlig B. Use of ultrasonography in the diagnosis of temporomandibular disorders: a prospective clinical study. *Oral Radiol.* 2023 Apr;39(2):282-291.
6. Friedman SN, Grushka M, Beituni HK, Rehman M, Bressler HB, Friedman L. Advanced Ultrasound Screening for Temporomandibular Joint (TMJ) Internal Derangement. *Radiol. Res. Pract.* 2020 May 4;2020:1-10.
7. Kim J-H, Park J-H, Kim J-W, Kim S-J. Can ultrasonography be used to assess capsular distention in the painful temporomandibular joint? *BMC Oral Health.* 2021 Dec;21(1):497.
8. Klatkiewicz T, Gawriolek K, Pobudek Radzikowska M, Czajka-Jakubowska A. Ultrasonography in the Diagnosis of Temporomandibular Disorders: A Meta-Analysis. *Med. Sci. Monit. Int. Med. J. Exp. Clin. Res.* 2018 Feb 8;24:812-817.
9. Manfredini D, Guarda-Nardini L. Ultrasonography of the temporomandibular joint: a literature review. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2009 Dec;38(12):1229-1236.
10. Maranini B, Ciancio G, Mandrioli S, Galiè M, Govoni M. The Role of Ultrasound in Temporomandibular Joint Disorders: An Update and Future Perspectives. *Front. Med.* 2022 Jun 20;9:926573.
11. Nassif NJ, Al-Salleeh F, Al-Admawi M. The prevalence and treatment needs of symptoms and signs of temporomandibular disorders among young adult males. *J. Oral Rehabil.* 2003 Sep;30(9):944-950.
12. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet J-P, et al. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: Recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network\* and Orofacial Pain Special Interest Group†. *J. Oral Facial Pain Headache.* 2014 Jan;28(1):6-27.