

A masseter izom echointenzitása temporomandibularis diszfunkcióban: pilotvizsgálat

Mihályi Szilvia dr.^{1, 2} ■ Wágner Ákos² ■ Vaszilkó Mihály dr.³
Simonffy László dr.⁴ ■ Hermann Péter dr.⁵

¹Semmelweis Egyetem, Doktori Iskola, Budapest

²Dentideal Kft., Dentideal Szájsebészeti és Fogászati Rendelő, Budapest

³Semmelweis Egyetem, Fogorvostudományi Kar, Arc-, Állcsont-, Szájsebészeti és Fogászati Klinika, Budapest

⁴Semmelweis Egyetem, Fogorvostudományi Kar, Oktatási Centrum, Kihelyezett Dentoalveolaris Sebészeti Részleg, Budapest

⁵Semmelweis Egyetem, Fogorvostudományi Kar, Fogpótlástani Klinika, Budapest

Bevezetés: A temporomandibularis diszfunkciók a krónikus orofaciális fájdalom gyakori okai, amelyek diagnosztikája nagyrészt szubjektív tüneteken – például fájdalom és annak oldaliságán – alapul. A rágóizmok ultrahangvizsgálata eddig elsősorban morfológiai paraméterekre – például az izomvastagság mérésére – fókuszált, amelyek hasznos információt nyújtanak, önmagukban azonban nem minden esetben tükrözik teljes mértékben az izomszövet funkcionális és szerkezeti állapotát. Az echointenzitás kvantitatív meghatározása lehetőséget nyújthat egy objektív, reprodukálható mérőszám bevezetésére, amely alkalmas lehet a strukturális eltérések objektív jellemzésére és a klinikai állapot nyomon követésére.

Célkitűzés: A jelen pilotvizsgálat célja a masseter izom echointenzitásának kvantitatív ultrahangvizsgálati elemzése temporomandibularis diszfunkcióban szenvedő fiatal felnőttek körében, különös tekintettel az objektív mérhetőségre és a kétoldali különbségek vizsgálatára.

Módszer: Pilotvizsgálatunkba 10 fiatal felnőttet (5 temporomandibularis diszfunkcióval diagnosztizált, 5 kontroll) vontunk be. A temporomandibularis diszfunkció diagnózisának megállapítása a rendellenességek diagnosztikai kritériumai (DC/TMD) alapján történt. A masseter izom bilaterális ultrahangvizsgálata során az echointenzitást standardizált módon, ImageJ szoftver segítségével határoztuk meg.

Eredmények: A temporomandibularis diszfunkciós csoport teljes echointenzitása szignifikánsan nagyobb volt a kontrollcsoportéhoz képest ($65,64 \pm 9,87$ vs. $50,39 \pm 5,68$; $p = 0,022$). Kétoldali szignifikáns különbség nem volt kimutatható.

Megbeszélés: Eredményeink arra utalnak, hogy a masseter izom echointenzitása érzékeny lehet az izomszövet szerkezeti változásainak kimutatására temporomandibularis diszfunkcióban. A kétoldali különbség hiánya arra enged következtetni, hogy az izomadaptáció nem feltétlenül korlátozódik a klinikailag domináns oldalra.

Következtetés: A masseter izom echointenzitásának kvantitatív ultrahangvizsgálata ígéretes, noninvazív módszer lehet a temporomandibularis diszfunkció objektív jellemzésére. Az echointenzitás mint kvantitatív paraméter hozzájárulhat a diagnosztika objektivizálásához, valamint lehetőséget nyújthat a betegség lefolyásának és a terápiás válasznak a követésére.

Orv Hetil. 2026; 167(25): 991–996

Kulcsszavak: temporomandibularis diszfunkció, masseter izom, echointenzitás, ultrahangvizsgálat, izomminőség

Echo intensity of the masseter muscle in temporomandibular disorders: a pilot study

Introduction: Temporomandibular disorders are common causes of chronic orofacial pain, and their diagnosis is largely based on subjective symptoms, such as pain and its laterality. Ultrasonographic evaluation of the masticatory muscles has traditionally focused on morphological parameters, such as muscle thickness, which provide valuable information; however, these measures alone may not fully reflect the functional and structural condition of muscle tissue. Quantitative assessment of echo intensity may provide an objective and reproducible metric for characterizing structural changes and monitoring clinical status.

Objective: The aim of this pilot study was to quantitatively assess masseter muscle echo intensity using ultrasonography in young adults with temporomandibular disorders, with particular emphasis on objective measurability and inter-side differences.

Method: 10 young adults (5 patients with temporomandibular disorders and 5 healthy controls) were included in this pilot study. Diagnosis was established according to the Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD). Bilateral ultrasonographic examination of the masseter muscle was performed, and echo intensity was determined in a standardized manner using ImageJ software.

Results: Total echo intensity was significantly higher in the temporomandibular disorder group compared to the control group (65.64 ± 9.87 vs. 50.39 ± 5.68 ; $p = 0.022$). No statistically significant inter-side difference was detected.

Discussion: Our findings suggest that masseter muscle echo intensity may be sensitive to structural alterations in temporomandibular disorders. The lack of inter-side difference indicates that muscle adaptation may not be limited to the clinically dominant side.

Conclusion: Quantitative ultrasonographic assessment of masseter muscle echo intensity may represent a promising non-invasive method for the objective characterization of temporomandibular disorders. As a quantitative parameter, echo intensity may complement symptom-based diagnostics and provide a tool for monitoring disease progression and treatment response.

Keywords: temporomandibular disorders, masseter muscle, echo intensity, ultrasonography, muscle quality

Mihályi Sz, Wágner Á, Vaszilkó M, Simonffy L, Hermann P. [Echo intensity of the masseter muscle in temporomandibular disorders: a pilot study]. *Orv Hetil.* 2026; 167(25): 991–996.

(Beérkezett: 2026. március 18.; elfogadva: 2026. április 5.)

Rövidítések

DC/TMD = (Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders) a temporomandibularis rendellenességek diagnosztikai kritériumai; MSK = musculoskeletal; ROI = (region of interest) vizsgálati régió

A temporomandibularis diszfunkciók a krónikus orofaciális fájdalom leggyakoribb okai közé tartoznak, prevalenciájuk a felnőtt populációban 5–15% közé tehető [1, 2]. A temporomandibularis diszfunkció kezelése gyakran kihívást jelent, ugyanakkor megfelelő diagnosztika mellett eredményes lehet [3]. A diagnosztikai megközelítés alapját a Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) kritériumrendszer képezi [4]. Ennek ellenére a klinikai tünetek és a képalkotó eltérések közötti kapcsolat nem minden esetben egyértelmű, ami új, objektív és kvantitatív biomarkerek vizsgálatát indokolja [4].

Az ultrahangvizsgálat az elmúlt években egyre nagyobb figyelmet kapott a temporomandibularis régió noninvazív és dinamikus értékelésében [5, 6]. A módszer előnye, hogy nem jár sugárterheléssel, ismételtetés és költséghatékony. A rágóizmok ultrahangvizsgálatának megbízhatóságát és reprodukálhatóságát több tanulmány is igazolta [7]. Korábbi vizsgálatainkban a temporomandibularis ízület morfológiai paramétereinek kvantitatív ultrahangvizsgálati értékelését is elvégeztük, amely megerősítette a módszer klinikai alkalmazhatóságát [8].

A korábbi ultrahangvizsgálatok elsősorban a masseter izom morfológiai jellemzőire, különösen az izomvastag-

ság mérésére fókuszáltak [6, 9, 10]. Bár ezek a vizsgálatok különbségeket mutattak ki a temporomandibularis diszfunkcióban, az izomvastagság önmagában nem minden esetben tükrözi megbízhatóan az izomszövet szerkezeti és funkcionális állapotát.

Az utóbbi években előtérbe került az izomminőség (muscle quality) fogalma, amely az izomtömegén túl az izomszövet szerkezeti integritását, az intramuscularis zsír- és kötőszövetarányt, valamint az izom kontraktilis tulajdonságait is magában foglalja [11, 12]. Az ultrahangvizsgálati echointenzitás – amely a B-módú ultrahangképen mérhető szürkeárnyalat-intenzitás átlagértéke – az izomszövet szerkezeti heterogenitásának indirekt mutatója [13, 14]. Számos mozgásszervi és/vagy neuromuscularis betegségben kimutatták, hogy az echointenzitás fokozódása összefüggésben áll az intramuscularis zsír- és kötőszövet-felhalmozódással, valamint az izomfunkció csökkenésével [15–17].

Az izom ultrahangvizsgálata a rágóizmok esetében az elmúlt években egyre nagyobb figyelmet kapott. Több újabb tanulmány kimutatta, hogy temporomandibularis diszfunkcióban a rágóizmok ultrahangvizsgálati paraméterei – például vastagságuk, szerkezeti mintázatuk vagy biomechanikai tulajdonságaik – eltérhetnek az egészséges populációétól [18–24]. Emellett az elasztográfia és más kvantitatív ultrahangvizsgálati módszerek tovább bővíti a diagnosztikai lehetőségeket [25–28].

A temporomandibularis diszfunkció klinikai megjelenése gyakran egyoldali panaszokkal jár, és a parafunkcionális aktivitás vagy az aszimmetrikus izomterhelés következtében a rágóizmok működése is aszimmetrikussá válhat [29]. Ugyanakkor kevésbé ismert, hogy az izom-

minőség ultrahangvizsgálati paraméterei – különösen az echointenzitás – mutatnak-e kétoldali különbséget temporomandibularis diszfunkcióban.

A jelen vizsgálat célja a masseter izom echointenzitásának kvantitatív ultrahangvizsgálati elemzése temporomandibularis diszfunkcióban szenvedő fiatal felnőttek körében. Az echointenzitás kvantitatív meghatározása potenciálisan új, noninvazív biomarkert jelenthet a myogen dominanciájú temporomandibularis diszfunkció objektív jellemzésében, amely hozzájárulhat a diagnosztika objektívvá tételéhez, a terápiás döntéshozatal támogatásához, valamint a konzervatív terápiás stratégiák – például az occlusió sinterápia – pontosabb megtervezéséhez és a betegek állapotának utánkövetéséhez [13–17, 23, 25–28].

Anyag és módszer

Pilotvizsgálatunkba 10 fiatal felnőttet vontunk be, akik ambuláns fogászati ellátás során, önkéntes alapon vettek részt a kutatásban. A temporomandibularis diszfunkció diagnózisának megállapítása a DC/TMD kritériumrendszer alapján történt [3]. A klinikai vizsgálat és strukturált kérdőíves felmérés alapján 5 résztvevő a temporomandibularis diszfunkciós, míg 5 résztvevő a kontrollcsoportba került. Az elemzésbe kizárólag egyértelmű diagnózissal rendelkező személyek kerültek. A vizsgálatot a Magyar Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásügyi Bizottsága engedélyezte (BM/14875-3/2024). Minden résztvevő írásos beleegyező nyilatkozatot adott.

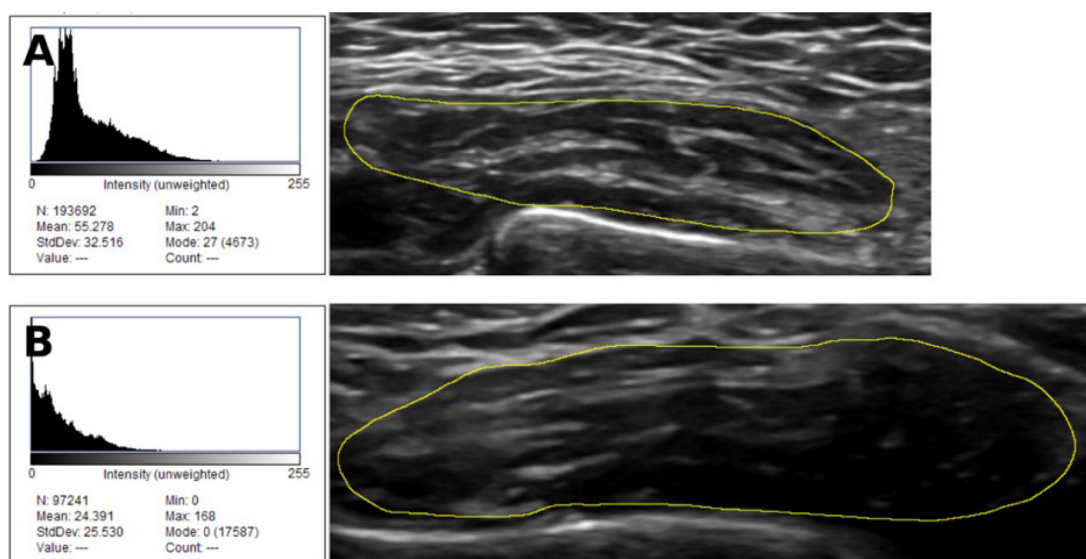
Az ultrahangvizsgálatokat GE Venue Go készülékkel (General Electric, Boston MA, USA), nagyfrekvenciás lineáris transzducerrel (GE L4-12T-RS, 3,4–12,6 MHz) végeztük mozgásszervi (MSK) üzemmódban. Az ultra-

hangos képalkotási paramétereket – beleértve a frekvenciát, a jelerősítést (gain), a dinamikatarományt és a vizsgálati mélységet (4–5 cm) – minden résztvevő esetében azonosan állítottuk be az echointenzitás-értékek összehasonlíthatóságának biztosítására.

A vizsgálat során a résztvevők ülő helyzetben, fiziológias fejtartás mellett helyezkedtek el. A transzducert a masseter izom felett, a bőrfelszínre merőlegesen helyeztük fel, ügyelve arra, hogy elkerüljük a túlzott nyomást, ezáltal minimalizálva a szöveti kompressziót. Minden esetben megfelelő mennyiségű ultrahanggél alkalmaztunk. A mérési és képfeldolgozási lépéseket minden esetben ugyanaz a vizsgáló végezte a konzisztencia érdekében.

Az echointenzitás meghatározása három funkcionális mandibularis pozícióban történt: nyugalmi helyzetben, maximális intercuspídatióban és maximális szájnyitásban. A masseter izmot mindhárom pozícióban három, anatómiailag elkülönített régióban (felső, középső és alsó harmad) vizsgáltuk. Ennek megfelelően oldalanként kilenc echointenzitás-értéket rögzítettünk, így egy vizsgálati alany esetében összesen 18 mérés történt. A teljes mintában ($n = 10$) összesen 180 echointenzitás-értéket elemeztünk. A statisztikai elemzést egyéni átlagértékek alapján végeztük a mérések függetlenségének biztosítására.

A mérési pontokat standardizált anatómiai referenciapontok alapján határoztuk meg. A felső régióban a transzducert a járomív mentén, enyhén caudalis irányba pozicionáltuk, a középső régióban az izomhas legkifejettebb részén, míg az alsó régióban a mandibula angulusának közelében, a mandibulatest hosszanti tengelyével párhuzamosan helyeztük el. A kiválasztott régiók jól elkülöníthető és reprodukálható mérési pontokat biztosítottak.



1. ábra

A masseter izom felső harmadának ultrahangképe nyugalmi mandibulapozícióban ugyanazon vizsgálati alanyánál. A) bal oldal; B) jobb oldal. A kijelölt ROI (vizsgálati régió) és az ImageJ szoftver által generált szürkeárnyalat-hisztogram látható, amely az echointenzitás (0–255 közötti skála) kvantitatív meghatározásának alapját képezi

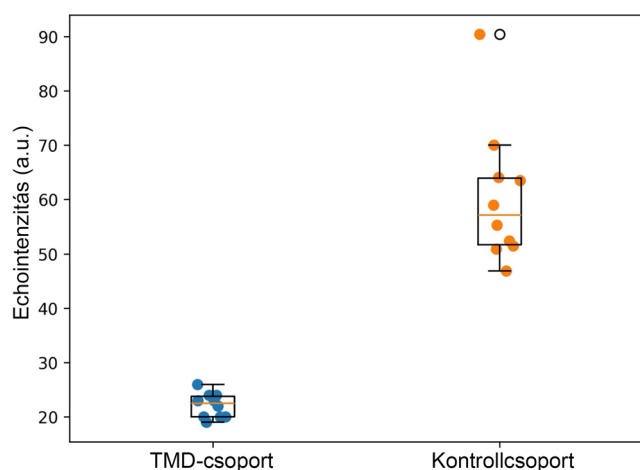
Az echointenzitás meghatározása során standardizált vizsgálati területet (region of interest – ROI) jelöltünk ki az izomhas területén belül, elkerülve a fascialis határokat és a csontos struktúrákat. A ROI méretét és alakját minden mérés során azonos módon határoztuk meg, elhelyezése pedig előre definiált anatómiai referenciapontok alapján történt.

Echointenzitás-analízis

A képfeldolgozást és az echointenzitás meghatározását ImageJ szoftver (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) segítségével végeztük. A felvételek 8 bites szürkeárnyalatos formátumban kerültek elemzésre (0–255 közötti skála). Mindkét oldalon három ismételt mérés történt, és az átlagértékeket használtuk a további elemzéshez. A teljes echointenzitás-értéket a jobb és bal oldali átlagértékek számtani közepéből számítottuk. A kétoldali különbséget a két oldal közötti eltérésként határoztuk meg (1. és 2. ábra).

Statisztikai analízis

Az adatokat leíró statisztikai módszerekkel elemeztük. Az echointenzitás-értékeket átlag $\pm$ szórás formájában adtuk meg. A csoportok közötti különbséget független kétmintás t -próbával vizsgáltuk. A kétoldali eltérést a temporomandibularis diszfunkciós csoporton belül párosított t -próbával elemeztük. A hatásnagyság meghatározására Cohen-féle d -értéket számítottunk. A statisztikai szignifikancia szintjét $p < 0,05$ értékben határoztuk meg. Az adatok eloszlásának normalitását Shapiro–Wilk-próbával ellenőriztük. Az elemzések során a statisztikai egységet az egyénekre számított átlagos echointenzitás-értékek képezték.



2. ábra

A masseter izom echointenzitásának eloszlása a temporomandibularis diszfunkciós (TMD-) csoportban és a kontrollcsoportban. A dobozdiagram a mediánt és az interkvartilis tartományt mutatja, a pontok az egyéni mérési értékeket jelölik

a.u. = tetszőleges egység

Eredmények

A vizsgálatba összesen 10 fiatal felnőttet vontunk be, közülük 5 fő a DC/TMD kritériumrendszer alapján temporomandibularis diszfunkcióval rendelkezett, míg 5 fő a kontrollcsoportba tartozott. Az echointenzitás értékét oldalanként a három funkcionális pozícióban és három anatómiai régióban mért kilenc érték átlagaként határoztuk meg, majd a statisztikai elemzést egyéni átlagértékek alapján végeztük a mérések függetlenségének biztosítására.

Az egyéni átlagos echointenzitás-értékek a temporomandibularis diszfunkcióval rendelkező csoportban 55,715 és 80,930 között, míg a kontrollcsoportban 42,392 és 58,188 között mozogtak. A teljes echointenzitás a temporomandibularis diszfunkcióval rendelkező csoportban szignifikánsan nagyobb volt a kontrollcsoportéhoz képest ($65,64 \pm 9,87$ vs. $50,39 \pm 5,68$; $p = 0,022$), amit az 1. táblázat szemléltet.

A kétoldali elemzés során a temporomandibularis diszfunkcióval rendelkező csoportban a bal oldali echointenzitás átlagosan fokozottabb volt, azonban a jobb és bal oldal közötti különbség nem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak ($p = 0,100$). A kontrollcsoportban minimális kétoldali eltérés volt megfigyelhető. Az echointenzitás értéke egyik csoportban sem mutatott következetes összefüggést a klinikailag domináns fájdalmas oldallal.

1. táblázat | A masseter izom echointenzitásának összehasonlítása a vizsgált csoportok között

Csoport	Átlagos echointenzitás	Szórás (SD)	Mintaszám (n)
TMD	65,64	9,87	5
Kontroll	50,39	5,68	5

Statisztikai elemzés: független kétmintás t -próba

$p = 0,022$; hatásnagyság (Cohen-féle d) = 1,89

TMD = temporomandibularis diszfunkció

Megbeszélés

A jelen pilotvizsgálatban a masseter izom echointenzitásának kvantitatív ultrahangvizsgálati értékelését végeztük temporomandibularis diszfunkcióban szenvedő fiatal felnőttek körében. Eredményeink szerint az érintett csoportban a teljes echointenzitás nagyobb volt a kontrollcsoportéhoz képest, ami arra utal, hogy a masseter izom szerkezeti jellemzői kvantitatív módon is eltérhetnek ebben az állapotban.

A temporomandibularis diszfunkció diagnosztikája jelenleg nagyrészt szubjektív tüneteken – például fájdalom és annak oldalaságán – alapul [4, 29]. Az echointenzitás kvantitatív meghatározása ezzel szemben objektív, reprodukálható mérőszámot kínálhat, amely hozzájárulhat a rágóizmok szerkezeti állapotának jellemzéséhez és a klinikai döntéshozatal támogatásához.

A korábbi ultrahangvizsgálatok elsősorban morfológiai paraméterekre, különösen az izomvastagság mérésére fókuszáltak [6, 7, 18, 20, 22, 23]. Bár ezek bizonyos esetekben különbségeket mutattak, nem feltétlenül tükrözik az izomszövet belső szerkezeti átalakulását. Az echointenzitás ezzel szemben érzékenyebb lehet az intramuscularis változások kimutatására.

Az echointenzitás a vázizmok esetében az intramuscularis zsír- és kötőszövetarány indirekt markerének tekinthető [13–16]. Emelkedése több vizsgálatban strukturális átalakulással és csökkent izomfunkcióval járt együtt [15–17]. Eredményeink ezzel összhangban arra utalnak, hogy a masseter izomban hasonló adaptív vagy degeneratív folyamatok játszódhatnak le.

Az utóbbi években megjelent tanulmányok rámutattak arra, hogy a rágóizmok ultrahangos paraméterei – beleértve a szerkezeti mintázatot és a biomechanikai tulajdonságokat – eltérhetnek temporomandibularis diszfunkcióban [18–23, 25–28]. Eredményeink ezt kiegészítve azt sugallják, hogy az echointenzitás alkalmas lehet ezen eltérések kvantitatív jellemzésére.

A kétoldali elemzés során nem találtunk statisztikailag szignifikáns különbséget a jobb és a bal oldali echointenzitás között. Ez arra utalhat, hogy az izom szerkezeti változásai nem feltétlenül korlátozódnak a klinikailag domináns fájdalmas oldalra. A betegség multifaktoriális patomechanizmusa – beleértve a parafunkciókat és a centrális szabályozási mechanizmusokat – hozzájárulhat a bilaterális izomadaptáció kialakulásához [4, 29, 30].

Klinikai szempontból az echointenzitás nemcsak diagnosztikai kiegészítő paraméterként lehet hasznos, hanem potenciálisan alkalmas lehet a betegek állapotának követésére is. A módszer noninvazív és jól reprodukálható kvantitatív jellegéből adódóan lehetőséget nyújthat a terápiás beavatkozások – például konzervatív kezelések vagy occlusió sinterápia – hatásának objektív monitorozására.

Vizsgálatunk erőssége a standardizált mérési protokoll alkalmazása volt, amely több anatómiai régió és funkcionális mandibuláris pozíció vizsgálatát tette lehetővé. Ugyanakkor a vizsgálat exploratív pilotjellege és a kis elemszám jelentősen korlátozza az eredmények általánosíthatóságát. Emellett az echointenzitás meghatározását technikai tényezők – például a transzducer pozíciója vagy a ROI kijelölése – is befolyásolhatják, bár ezek standardizálására törekedtünk.

Összességében eredményeink arra utalnak, hogy a masseter izom echointenzitásának kvantitatív ultrahangos vizsgálata ígéretes módszer lehet a temporomandibularis diszfunkció objektív jellemzésére. További, nagyobb esetszámú és longitudinális vizsgálatok szükségesek annak meghatározására, hogy az echointenzitás beépíthető-e a klinikai diagnosztikai és terápiás követési protokollokba.

Következtetés

A jelen pilotvizsgálat eredményei alapján a masseter izom echointenzitása szignifikánsan nagyobb volt a temporomandibularis diszfunkcióban szenvedő fiatal felnőttek körében az egészséges kontrollcsoporthoz képest. Az echointenzitás kvantitatív ultrahangos meghatározása ígéretes, noninvazív módszer lehet a rágóizmok szerkezeti eltéréseinek objektív jellemzésére, valamint a szubjektív tüneteken alapuló diagnosztika kiegészítésére és a betegek állapotának követésére. Az eredmények megerősítéséhez és klinikai alkalmazhatóságának pontos meghatározásához további, nagyobb esetszámú és longitudinális vizsgálatok szükségesek.

Anyagi támogatás: A tanulmány elkészítése és a kutatás nem részesült anyagi támogatásban.

Szerzői munkamegosztás: M. Sz.: Vizsgálatvezetés, betegvizsgálat, a módszertan kidolgozása, adatgyűjtés és -rendezés, statisztikai elemzés, ultrahangvizsgálatok elvégzése, a kézirat megírása. W. Á.: Módszertani koncepció, statisztikai elemzés, a kézirat szakmai véleményezése. V. M., S. L., H. P.: Szakmai felügyelet, a kézirat szakmai véleményezése. A közlemény végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk valamennyi vizsgálati alanynak az együttműködésért és a kutatásban való részvételükért. A vizsgálatokhoz szükséges intézményi háttérrel a Dentideal Kft. biztosította.

Irodalom

- [1] Manfredini D, Guarda-Nardini L, Winocur E, et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: a systematic review of axis I epidemiologic findings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112: 453–462.
- [2] Slade GD, Ohrbach R, Greenspan JD, et al. Painful temporomandibular disorder: decade of discovery from OPPERA studies. *J Dent Res.* 2016; 95: 1084–1092.
- [3] Vingender S, Restár L, Csomó KB, et al. Intra-articular steroid and hyaluronic acid treatment of internal derangement of the temporomandibular joint. [Az állkapocsízületi károsodás kezelése szteroiddal, illetve hialuronsavval.] *Orv Hetil.* 2018; 159: 1475–1482. [Hungarian]
- [4] Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, 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; 28: 6–27.
- [5] Emshoff R, Jank S, Bertram S, et al. Disk displacement of the temporomandibular joint: sonography versus MR imaging. *Am J Roentgenol.* 2002; 178: 1557–1562.

- [6] Arijji Y, Sakuma S, Izumi M, et al. Ultrasonographic features of the masseter muscle in female patients with temporomandibular disorder associated with myofascial pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 98: 337–341.
- [7] Arijji Y, Katsumata A, Hiraiwa Y, et al. Masseter muscle sonographic features as indices for evaluating efficacy of massage treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110: 517–526. Erratum: *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110: 809.
- [8] Mihályi Sz, Horváth FB, Wágner Á, et al. Ultrasound examination of asymmetry in temporomandibular disorders. *Clinics (Sao Paulo)* 2026; 81: 100963.
- [9] Toro-Ibacache V, Zapata Muñoz V, O'Higgins P. The relationship between skull morphology, masticatory muscle force and cranial skeletal deformation during biting. *Ann Anat.* 2016; 203: 59–68.
- [10] Talmaceanu D, Lenghel LM, Bolog N, et al. Imaging modalities for temporomandibular joint disorders: an update. *Clujul Med.* 2018; 91: 280–287.
- [11] Reinders I, Murphy RA, Brouwer IA, et al. Muscle quality and myosteatosis: novel associations with mortality risk: the Age, Gene/Environment Susceptibility (AGES)-Reykjavik Study. *Am J Epidemiol.* 2016; 183: 53–60.
- [12] Goodpaster BH, Kelley DE, Thaete FL, et al. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *J Appl Physiol.* 2000; 89: 104–110.
- [13] Pillen S, van Alfen N. Skeletal muscle ultrasound. *Neurol Res.* 2011; 33: 1016–1024.
- [14] Arts IM, Pillen S, Schelhaas HJ, et al. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve* 2010; 41: 32–41.
- [15] Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, et al. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112: 1519–1525.
- [16] Stock MS, Thompson BJ. Echo intensity as an indicator of skeletal muscle quality: applications, methodology, and future directions. *Eur J Appl Physiol.* 2021; 121: 369–380.
- [17] Watanabe Y, Yamada Y, Fukumoto Y, et al. Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly men. *Clin Interv Aging* 2013; 8: 993–998.
- [18] Lee YH, Chun YH, Bae H, et al. Comparison of ultrasonography-based masticatory muscle thickness between temporomandibular disorders bruxers and temporomandibular disorders non-bruxers. *Sci Rep.* 2024; 14: 6923.
- [19] Arijji Y, Arijji E. Magnetic resonance and sonographic images of masticatory muscle myalgia in temporomandibular disorder patients. *Jpn Dent Sci Rev.* 2016; 53: 11–17.
- [20] Ünal YS, Budak OA, Keser G, Pekiner FN. Ultrasonographic evaluation of masseter muscle in temporomandibular joint dysfunction: preliminary study. *Clin Exp Health Sci.* 2026; 16: 154–161.
- [21] Manfredini D, Guarda-Nardini L. Ultrasonography of the temporomandibular joint: a literature review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 38: 1229–1236.
- [22] Arkan B, Dedeoğlu N, Keskinrüzgar A. Ultrasonographic evaluation of the masseter muscle in patients with temporomandibular joint degeneration. *Imaging Sci Dent.* 2023; 53(4): 355–363.
- [23] Lee YH, Bae H, Chun YH, et al. Ultrasonographic examination of masticatory muscles in patients with TMJ arthralgia and headache attributed to temporomandibular disorders. *Sci Rep.* 2024; 14: 8967.
- [24] Yamaguchi K, Tohara H, Hara K, et al. Relationship of aging, skeletal muscle mass, and tooth loss with masseter muscle thickness. *BMC Geriatr.* 2018; 18: 67.
- [25] Arda K, Ciledag N, Aktas E, et al. Quantitative assessment of normal soft-tissue elasticity using shear-wave ultrasound elastography. *Am J Roentgenol.* 2011; 197: 532–536.
- [26] Ewertsen C, Carlsen JF, Christiansen IR, et al. Evaluation of healthy muscle tissue by strain and shear wave elastography. Dependency on depth and ROI position in relation to underlying bone. *Ultrasonics* 2016; 71: 127–133.
- [27] Brandenburg JE, Eby SF, Song P, et al. Ultrasound elastography: the new frontier in direct measurement of muscle stiffness. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014; 95: 2207–2219.
- [28] Hug F, Tucker K, Gennison JL, et al. Elastography for muscle biomechanics: toward the estimation of individual muscle force. *Exerc Sport Sci Rev.* 2015; 43: 125–133.
- [29] Manfredini D, Lombardo L, Siciliani G. Temporomandibular disorders and dental occlusion. A systematic review of association studies: end of an era? *J Oral Rehabil.* 2017; 44(11): 908–923.
- [30] Kiliaridis S, Engström C, Thilander B. The relationship between masticatory function and craniofacial morphology. I. A cephalometric longitudinal analysis in the growing rat fed a soft diet. *Eur J Orthod.* 1985; 7: 273–283.

(Mihályi Szilvia dr.,
e-mail: drmihalyi@dentideal.hu)