

DAMÁSDI NÓRA
ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar
damasdi.nora@barczy.elte.hu
<https://orcid.org/0000-0001-6634-8817>

Damásdi Nóra: A hangtartás mérőszámainak szerepe a fonációs zavar jellemzésében:
az MPT és a *s/z* arány elemzése
Alkalmazott Nyelvtudomány, XXVI. évfolyam, 2026/1. szám, 22–38.
doi:<http://dx.doi.org/10.18460/ANY.2026.1.002>

A hangtartás mérőszámainak szerepe a fonációs zavar jellemzésében: az MPT és a *s/z* arány elemzése

Phonation is a highly complex physiological process requiring the coordinated interaction of respiratory, laryngeal, and articulatory subsystems. Consequently, the assessment of phonatory disorders (dysphonia) benefits from a multidimensional diagnostic approach that integrates perceptual, acoustic, aerodynamic, and physiological measures. Among aerodynamic methods, maximum phonation time (MPT) and the *s/z* ratio are widely used in clinical practice due to their simplicity and low cost. However, their diagnostic sensitivity and ability to differentiate between dysphonia subtypes remain debated.

The present study examines the relationship and clinical utility of MPT and the *s/z* ratio in adults with dysphonia, with particular attention to etiological subgroups. 82 adults with dysphonia (25 males, 57 females; mean age: 49,5 years) and 63 control participants were examined. Participants with dysphonia were classified into three etiological groups: structural-organic dysphonia, peripheral neurogenic-organic dysphonia (vocal fold paralysis), and malregulative dysphonia. MPT was measured across three consecutive trials, with the maximum value retained for analysis, while sustained *s* and *z* phonation times were used to calculate the *s/z* ratio.

Results showed that participants with dysphonia exhibited significantly shorter MPT values and reduced sustained *s*, and *z* durations compared to controls ($p < 0,001$), whereas the *s/z* ratio differed only at a trend level. Strong positive correlations were found between maximum MPT and both *s* and *z* durations in both groups, with stronger associations observed in the dysphonic group, indicating a closer dependency on glottal closure efficiency. Within-group analyses revealed no significant effects of sex or age.

Among dysphonia subtypes, the peripheral neurogenic-organic group demonstrated the lowest performance across most measures, consistent with impaired vocal fold closure, while malregulative dysphonia showed comparatively higher values. Significant differences between participants with neurogenic-organic peripheral dysphonia and malregulative dysphonia were detected in multiple MPT trials and in *z* duration ($p < 0,05$), whereas participants with structural-organic dysphonia differed significantly from the peripheral neurogenic-organic group only in maximum MPT and *z* phonation time. The *s/z* ratio did not significantly differentiate between dysphonia subtypes.

These findings suggest that MPT and sustained *z* phonation are sensitive and clinically relevant indicators of dysphonia and its etiological characteristics, whereas the *s/z* ratio provides complementary but limited discriminatory value. Aerodynamic measures should therefore be interpreted within a comprehensive phonatory assessment framework rather than as standalone diagnostic tools.

Keywords: phonation duration, maximum phonation time (MPT), *s/z* ratio, voice disorders

1. Bevezetés

A fonáció összetett folyamat, ezért annak vizsgálata is komplex megközelítést igényel. Hármass tagozódása a szervek (tüdő, gége, rezonátorüreg) és a fiziológiai funkció (légzés, hangadás, artikuláció) szintjén is megfigyelhető, ezek összehangolt működése szükséges a fiziológiás fonációhoz (Hacki, 2013). A hangra, hangképzésre irányuló diagnosztikus folyamat során érdemes mindhárom területet, valamint ezek kölcsönhatását vizsgálni. A hang és a hangképzés minősége vizsgálható szubjektív és objektív módszerekkel is, amelyek együttes alkalmazása átfogó képet ad a fonáció állapotáról (Barsties & De Bodt, 2015).

A hangminőség klinikai gyakorlatban történő megítélésére vonatkozóan az Európai Laringológusok Szövetsége (European Laryngology Society – ELS) 2001-ben az úgynevezett bázis protokollban fogalmazta meg javaslatát. Ez fonációs zavar gyanúja esetén (i) a videolaringoszkópos felvétel vizuális elemzését, (ii) a hang auditív percepció értékelését, (iii) aerodinamikai vizsgálatokat, (iv) a hang akusztikus vizsgálatát, és (v) az érintett személy által kitöltött kérdőíves értékelést tartalmaz (Dejonckere et al., 2001). A protokoll 2023-as felülvizsgálata megerősítette a multidimenzionális megközelítést; a fő elemek lényegében változatlanok maradtak, míg az alkotóelemekben kisebb módosítások történtek (Lechien et al., 2023). Az aerodinamikai vizsgálatok közül a korábbi ajánlás a maximális fonációs idő (MPT) és a fonációs kvóciens (phonation quotient – PQ) mérését is javasolta (Dejonckere et al., 2001), míg az újabb irányelv már csak az MPT mérését tartja szükségesnek. Ennek indoka, hogy a PQ számításához vitálkapacitás-mérés szükséges, ami nagyobb eszközigényű, míg az MPT mérése egyszerűbb (Lechien et al., 2023).

Az aerodinamikai vizsgálatok széles körben elterjedtek a klinikai gyakorlatban, és alkalmazásukat szakértői konszenzuson alapuló ajánlások is támogatják. Ugyanakkor a kutatási eredmények nem egyértelműek a módszerek hasznosíthatóságát és értelmezhetőségét illetően. Egy amerikai szisztematikus áttekintés szerint az aerodinamikai vizsgálatok hatékonyan alkalmazhatók a klinikai értékelésben, más módszerek mellett (Roy et al., 2013). Ugyanakkor Barsties és De Bodt (2015) arra hívták fel a figyelmet, hogy bár ezek a módszerek hasznosak a diszfónia vizsgálatában, a hangképzés állapotával alacsonyabb korrelációt mutatnak, mint az akusztikai vizsgálatok.

Diszfónia (hangképzési/fonációs zavar) esetén különös jelentősége van a hangtartási időt mérő módszereknek, mert a fonáció problémájakor a légzési energia felhasználásának hatékonysága csökken. Nagyobb levegőáramlásra van szükség a hangadáshoz, így a hangtartási idő rövidebb lesz, mint fiziológiás hangképzés esetében (Tait et al., 1980). A hangtartási idő mérésére szolgáló legfontosabb módszerek: az MPT és a *sz/z*-arány¹ (Angerstein et al., 2020), amelyek jelen kutatásban is előkerülnek.

¹ A dőlt betűvel írt részek mindig a hangra utalnak.

1.1. A maximális fonációs idő (maximum phonation time – MPT)

A módszert korábban Maximum Phonation Duration (MPD) néven írták le, és különböző magánhangzók (*á, i, u*) kitartását mérték vele (Kent et al., 1987). A jelenlegi szakirodalomban Maximum Phonation Time (MPT) elnevezéssel szerepel, és az *á* maximális kitartási idejét vizsgálja mély belégzést követően, álló testhelyzetben, kényelmes hangmagasságon és átlagos hangerővel (Lechien et al., 2023).

Az MPT hossza elsősorban a rendelkezésre álló levegő mennyiségétől és a glottális rezisztenciától függ (Hacki, 2013), ugyanakkor befolyásolja az életkor, a testalkat és az egyéni teljesítmény is (Kent et al., 1987; Barsties et al., 2013). A nemek közötti különbségekkel kapcsolatban a kutatási eredmények ellentmondásosak; vannak, amelyek a férfiak esetében hosszabb MPT-értéket találtak, mint a nők esetében (Aghajanzadeh et al., 2017; Maslan et al., 2011; Saeedi et al., 2023; Shanks & Mast, 1977), és vannak olyanok is, amelyek nem igazolták a nemek közötti különbséget (Gilman, 2021; Johnson & Goldfine, 2016; Joshi, 2020; Rao et al., 2020). Az MPT az életkor függvényében nő; míg gyermekkorban rövidebb hangtartási idő várható, addig a felnőttkorra eléri maximális teljesítményét, végül idős korban elkezd csökkenni annak hossza (Finnegan, 1985). Az egyéni belüli aktuális teljesítményt befolyásolhatja a kitartás során használt hangerő, hangmagasság, a választott magánhangzó, az aktuális fizikális és pszichés állapot is (Hacki, 2013). Egy fiziológiás fonációjú személyekkel végzett vizsgálat szerint az MPT hossza inkább a gége működésének hatékonyságával, mintsem a felhasznált levegő mennyiségével függ össze (Johnson & Goldfine, 2016).

Az MPT széles körben alkalmazott eljárás, mivel egyszerű, gyors, noninvazív és alacsony költségű (Speyer et al., 2010), elvégzéséhez egy stopperóra elegendő. Bár egyes kutatások műszeres mérést alkalmaznak; a klinikai gyakorlatban továbbra is a stopperórás mérés a legelterjedtebb. Az MPT-nek stabil szerepe van a fonációs zavarok diagnosztikájában, mivel alkalmas a zavart és a fiziológiás fonáció elkülönítésére (Lechien et al., 2023). A fonációs zavarok heterogenitása miatt azonban az MPT önmagában nem mindig teszi lehetővé az egyes diszfóniatípusok egyértelmű elkülönítését. Egyes vizsgálatok szignifikáns különbséget találtak a diszfóniás és a kontrollcsoport MPT-értékei között, míg a különböző diszfóniás csoportok – organikus, funkcionális, neurológiai – között nem mutatkozott szignifikáns eltérés (Aghajanzadeh et al., 2017). (Az itt megjelenő organikus és funkcionális elnevezés egy korábbi klasszifikáció szóhasználatához igazodik; a legújabb felosztások már nem használják ezt az elnevezést, mert a csoportosítás más elvek alapján történik [Damásdi & Bóla, 2024].) Más eredmények szerint a neurogén diszfónia MPT-értékei elkülönülnek az organikus és funkcionális formáktól, míg ez utóbbi kettő között nem volt különbség (Saeedi et al., 2023). Specifikus kórképek esetében az MPT eltérései markánsabban megjelenhetnek: spazmodikus diszfóniában az abduktor és

adduktor formák között szignifikáns különbséget írtak le (Nerurkar & Goyal, 2024), muscle tension dysphonia esetén pedig csökkent MPT figyelhető meg az emelkedett glottális és szupraglottális izomfeszülés következtében (Gillespie et al., 2013). Hangajakbénulásnál az MPT értékei a bénulás típusától (egy- vagy kétoldali) és oldaliségától (jobb vagy bal) függően szignifikánsan eltérnek (Rao et al., 2020).

Abban a szakirodalom egységes, hogy a diszfóniás személyek MPT-értékei eltérnek a fiziológiás hangképzésűektől, ami alapján feltételezhető, hogy a fonációs terápia hatására bekövetkező változások is kimutathatók az MPT-ben. Muscle tension dysphoniában a terápia előtti és utáni MPT-értékek között változás figyelhető meg, bár nem minden esetben szignifikáns (Menton et al., 2024). Egy szakirodalmi áttekintés szerint szignifikáns MPT-növekedés elsősorban a Vocal Function Exercises (VFE) alkalmazása esetén igazolható, míg más terápiás módszereknél nem feltétlenül mérhető a beavatkozás hatása (Latoszek et al., 2022).

Az MPT vizsgálat célja a maximális teljesítmény mérése, ezért az *á* kitartását egymás után több ismétléssel kérik, és a leghosszabb értéket veszik figyelembe (Lechien et al., 2023). Az optimális ismétlésszám kérdése régóta foglalkoztatja a kutatókat, mivel a begyakorlás hatására a maximális teljesítmény nem feltétlenül az első próbánál jelenik meg, ugyanakkor a többszöri ismétlés fáradást is okozhat, különösen fonációs zavarral élő személyek esetében. Fiziológiás hangképzésű személyeknél a maximális MPT-értéket jellemzően a harmadik-negyedik ismétlés során érik el, amit a tanulási, motivációs és fáradási hatások együttesen magyarázhatnak (Speyer et al., 2010). Gyermekeknél szintén megfigyelhető, hogy az ismétlések számának növekedésével a hangtartás ideje meghosszabbodik (Lewis et al., 1982). A túl sok ismétlés ugyanakkor jelentősen növeli a vizsgálati időt, ezért a jelenlegi ajánlások megfelelő instrukció és bemutatás mellett három ismétlést javasolnak (Johnson & Goldfine, 2016; Lechien et al., 2023). Az MPT mérése megbízhatónak tekinthető az egyéni belüli állandóság szempontjából. Egy napon belül, egymást követő napokon, illetve egy hét eltéréssel végzett mérések között nem mutatkozik jelentős eltérés. A vizsgálatot végző személye sem befolyásolja számottevően az eredményeket; különböző vizsgálók által végzett mérések között nem találtak szignifikáns különbséget (Awan et al., 2013; Speyer et al., 2010).

1.2. A sz/z arány (s/z ratio)

A sz/z arány a kilégzési idő és a hangtartás összevetésére szolgáló aerodinamikai módszer. A vizsgálat során mély belégzést követően a vizsgálati személy álló testhelyzetben először a *sz*, majd a *z* ejtését tartja ki. A módszer nemcsak az azonos artikulációs beállítódású zöngétlen és zöngés mássalhangzók hangtartási idejét vizsgálja, hanem a két érték hányadosa is fontos információt hordoz (Damásdi & Bóla, 2024).

Az MPT alkalmazása korábban terjedt el, míg a *sz/z* arány mérése később, Boone munkássága nyomán jelent meg. Boone 1977-ben megjelent könyvében vetette fel, hogy a hangtartás vizsgálata ne csak magánhangzókra korlátozódjon, hanem eltérő artikulációs és fonációs beállítódás mellett történjen meg. A zöngétlen *sz* és a zöngés *z* kitartásának összevetése lehetővé teszi a légzési funkció és a glottális rezisztencia elkülönítését (Gilman, 2021), ami a fonációs terápia szempontjából is lényeges, mivel segít meghatározni, hogy a hangtartási eltérések elsősorban a légzés vagy a hangajak működésének nehézségéből erednek-e (Kent et al., 1987). A *sz/z* arány esetében az 1 körüli érték tekinthető fiziológiásnak, vagyis a két hang kitartási ideje hasonló (Angerstein et al., 2020; Eckel & Boone, 1981). Fiziológiás hangképzés mellett kisebb eltérések előfordulhatnak, és a *z* kitartása akár hosszabb is lehet, mint a *sz* hossza (Maslan, 2011; Tait et al., 1980; Tavares et al., 2012). Ennek hátterében a *z* ejtése során kialakuló nagyobb glottális ellenállás, alacsonyabb légáramlási sebesség és a hangajakfunkció hatékonyabb működése állhat (Gelfer & Pazera, 2006). Az MPT-hez hasonlóan a *sz/z* arány is érzékeny a fonációs zavarokra: ilyen esetekben az átlagos, 1 körüli értéktől való eltérés figyelhető meg. A hangajakfunkció hatékonyságának csökkenése miatt fonációs zavar esetén elsősorban a *z* hang kitartása válhat nehezebbé (Eckel & Boone, 1981).

A *sz/z* arány esetében egyénen belüli és egyének közötti különbségek egyaránt megfigyelhetők, és az MPT-nél leírt befolyásoló tényezők ebben az esetben is hatással lehetnek az eredményekre. A módszer kevésbé elterjedt alkalmazása miatt azonban ezekről alacsonyabb számú kutatási adat áll rendelkezésre. A jelenlegi eredmények alapján a férfiak és nők között a *sz* és *z* hangtartásának hosszában lehetnek eltérések, ugyanakkor magában a *sz/z* arányban nem mutatható ki nemi különbség (Rao et al., 2020). A vizsgálat során alkalmazott hangerő szintén befolyásolja a hangtartás idejét: a nagyobb hangerő fokozott légzési és fonációs erőfeszítést igényel, ami a kitartási idő csökkenéséhez vezethet (Gelfer & Pazera, 2006). Eckel és Boone (1981) vizsgálatában a hangajak szöveti elváltozását mutató személyek, valamint funkcionális diszfóniás és fiziológiás hangképzésű személyek eredményeit hasonlították össze. A *sz* hangtartásában nem találtak különbséget a csoportok között, ugyanakkor a *z* hangtartásában és a *sz/z* arányban szignifikáns eltérések mutatkoztak a funkcionális diszfóniás és a hangajak szöveti elváltozását mutató csoport között. További szignifikáns különbséget találtak a *sz/z* arányban a hangajak szöveti elváltozását mutató és a nem diszfóniás személyek között is. Hangajakbénulás esetében a *sz/z* arány értékei a bénulás típusától és oldaliságától függően szintén szignifikáns eltérést mutatnak (Rao et al., 2020).

A fáradtság és a tanulási hatás a *sz/z* arányt ugyancsak befolyásolja (Joshi, 2020), ezért a vizsgálat során az ismétlésszám kijelölése szintén fontos szempont. A *sz* és *z* hosszát 3 és 10 ismétlés esetén is vizsgálták, de a leghosszabb kitartási idő között nem találtak szignifikáns különbséget (Gelfer & Pazera, 2006). Ha a

sz/z arányt nem önmagában, hanem más aerodinamikai vizsgálatokkal együtt értékeljük, az ismétlésszám növelése már nem tűnik elengedhetetlennek. Amennyiben az MPT mérésénél a teljesítmény maximumát határozzuk meg, és a hangtartás hosszát vesszük figyelembe, akkor a *sz/z* aránynál elegendő csupán az arányt vizsgálni, és nem szükséges külön elemezni a mássalhangzók kitartási idejét. Az arányban várhatóan nem lesz eltérés, mivel a fáradtság és tanulási hatás mindkét hangnál hasonlóan érvényesül.

1.3. A két vizsgálati módszer összevetése

Az MPT és a *sz/z* arány egyaránt a hangtartással kapcsolatos tényezőkön keresztül vizsgálja a hangképzés állapotát. Több kutatás vizsgálja a két módszer eredményeinek összevetését, céljuk annak feltárása, hogy eredményeik mennyiben különböznek, illetve kiegészíthetik-e egymást.

Még ha csak a hangtartás hosszát hasonlítjuk is össze, különbségek adódhatnak, mivel eltérő fonetikai és fonációs jellemzőkkel rendelkező hangzókat vizsgálunk. Az *á* zöngés, nyitott hang, képzése során nincs zár a rezonátorüregben. Ezzel szemben a *sz* és *z* félig zárt (semi-occluded) frikatívák; a különbség köztük abban rejlik, hogy a hangajkak a képzés során fúvóállásban vannak-e vagy zárnak és rezegnek. A félig zárt fonációs technikánál az intraglottális és szupraglottális nyomás aránya optimalizálja a forrás-szűrő kölcsönhatást, míg az *á* esetében ez a hatás nem érvényesül, mivel nyitott magánhangzóról van szó (Gilman, 2021).

Tavares és mtsai. (2012) 4–12 éves gyermekekkel végzett vizsgálata szerint az *á*, *sz* és *z* kitartási ideje nagyon hasonló volt. A *sz* esetében volt a legrövidebb, míg az *á* és *z* hosszabb és közel azonos volt. Felnőtt diszfóniás nőknél a *sz* és *z*, illetve a *z* és *á* kitartási ideje között szignifikáns különbséget találtak, míg diszfóniás férfiaknál a *sz* és *á* hossza között volt kisebb, de szintén szignifikáns eltérés. Más hangok kitartási idejében nem mutatkozott szignifikáns különbség (Gilman, 2021). Hangajakbénulás esetén az MPT és a *sz/z* arány között szignifikáns negatív korreláció volt megfigyelhető: hosszabb MPT esetén a *sz/z* arány csökkent (Rao et al., 2020).

A jelen vizsgálat célja annak feltárása volt, hogy a hangképzési zavarok esetében mennyire indokolt az MPT és a *sz/z* arány együttes mérése. Bár a szakirodalom és a konszenzusos ajánlások (Lechien et al., 2023) elsősorban az MPT alkalmazását javasolják, a *sz/z* arány kiegészítő információt nyújthat a légzési és hangajakműködés vizsgálatában, különösen diszfóniás személyeknél. Korábbi kutatások nem vizsgálták a két mérőeszköz kapcsolatát az etiológia alapú alcsoportokban, és az ismételt mérések során tapasztalható begyakorlási vagy kifáradási hatások érvényesülését sem értékelték össze a fiziológias hangképzésűekkel. Vizsgálatunk ezért az MPT, a *sz* és *z* kitartás, valamint a *sz/z* arány összefüggéseit, a mérési ismétlések hatását és a különböző diszfónia típusok szerinti eltéréseket kívánta feltárni.

2. Kísérleti személyek, anyag és módszertan

A vizsgálatban 82 diszfóniás személy (25 férfi, 57 nő) vett részt, átlagéletkoruk 49,5 év (18–83 év). A kiválasztás kritériuma a hangképzési zavar diagnózisa, valamint a betöltött 18 éves életkor volt (felnőtt hangképző szervek). Fontos kiválasztási szempont volt továbbá, hogy a diszfónia diagnózisának felállítása óta legfeljebb négy hangképzési terápiás alkalmon vegyen részt a vizsgálati személy. Így tartottuk biztosítottak, hogy az intervenció ne módosítsa a felállított diszfónia diagnózis tüneteit.

A vizsgálat önkéntes részvétellel, több hazai foniátriai rendelésen zajlott. A diszfóniás csoporton belül a manapság leginkább elfogadott, etiológia alapú felosztásra (Hacki, 2013) építve hoztunk létre 3 alcsoportot: (i) strukturális-organikus okokra visszavezethető diszfónia, (ii) neurogén-organikus perifériás diszfónia, (iii) malregulatív diszfónia. Az első csoportba a strukturális-organikus etiológiájú diszfóniát mutató személyeket soroltuk, akiknél a fonációs zavart a hangképzőszerv elsődleges, strukturális eltérése okozza (Hacki et al., 2020). Jelen vizsgálatban a strukturális-organikus csoportban nagyon színes kép rajzolódott ki, számos kórképpel. A nyálkahártyát érintő elváltozások (6 fő), a lamina propriát érintő elváltozások (16 fő), veleszületett okok (2 fő), a gége rosszindulatú elváltozásai (8 fő) is előfordultak a csoportban. Neurogén-organikus perifériás etiológiájú diszfóniás személyek alkotják a második csoportot, akiknél a hangajak bénulása figyelhető meg: 4 kétoldali és 17 egyoldali bénulás. A harmadik csoportba pedig a malregulatív diszfóniát mutató személyek tartoznak. Malregulatív diszfónia esetében a fonáció vezérlésében (nem neurogén vagy hormonális), összehangolásában történik kisiklás, és ez okozza a zavart (Hacki et al., 2020). Az alcsoportok átlagéletkora hasonló volt (1. táblázat).

1. táblázat. Vizsgálati személyek életkor és nem tekintetében

Csoport	N	Életkor (év) átlag ± SD	Életkori tartomány	Férfi (fő, %)	Nő (fő, %)
Diszfóniás összes	82	49 ± 13	18–83	25 (30%)	57 (70%)
SO	32	50 ± 13	21–83	12 (37,5%)	20 (62,5%)
NOP	21	50 ± 13	30–78	8 (38%)	13 (62%)
MAL	29	48 ± 13	18–72	5 (17%)	24 (83%)
Kontroll	63	46 ± 14	20–81	45 (71,5%)	18 (28,5%)

(SO – strukturális-organikus, NOP – neurogén-organikus perifériás, MAL – malregulatív)

A vizsgálatban résztvevő személyek mindegyikével az MPT és a sz/z arány mérésére került sor. Az MPT mérése az Európai Laringológusok Szövetsége (Lechien et al., 2023) ajánlása szerint történt: álló testhelyzetben, maximális belégzés után az *a* maximális kitarásával. A mérést háromszor ismételtük egymás

után kényelmes tempóban, a hangtartások közötti szünetek időtartama nem volt megszabva. Minden vizsgálati személy esetében négy érték került rögzítésre: 1. próba (MPT_1), 2. próba (MPT_2), 3. próba (MPT_3), valamint a leghosszabb MPT-érték (MPT_max).

A *sz/z* arány mérése szintén álló helyzetben történt. Mély belégzés után először a *sz*, majd a *z* hang kitartására kértük a vizsgálati személyeket. Mindkét hang hosszát stopperórával mértük, és ezekből számítottuk ki a *sz/z* arányt. Ha a vizsgáló a hangtartás során jelentős eltérést észlelt a hangerőben és a hangmagasságban a spontán beszédben használthoz képest, akkor a kitartás ismétlését kérte, és az ismételt mérést vette alapul.

A statisztikai elemzéshez az R programnyelv alapsomagját (kiegészítő csomagok nélkül), valamint annak grafikus felhasználói felületét (R Core Team, 2025) használtuk. A szignifikancia vizsgálatoknál a Welch-kétmintás t-próbát alkalmaztuk, a Pearson-féle lineáris korreláció alapján vizsgáltuk a különböző változók együttjárását, és amikor két csoport arányait hasonlítottuk össze, akkor a khi-négyzet próbát alkalmaztunk.

3. Eredmények

Az eredmények elemzésének első lépéseként a diszfóniás és kontrollcsoport MPT, *sz*, *z* kitartását, valamint a *sz/z* arányt hasonlítottuk össze. A 2. táblázatban bemutatott eredmények alapján a *sz/z* arány kivételével minden mutató tekintetében statisztikailag szignifikáns különbség volt kimutatható a két csoport között. A diszfóniás személyek minden hangtartási mérőszámában alacsonyabb értéket mutattak, ami megerősíti, hogy a diszfóniás és kontrollcsoport hangtartási teljesítménye szignifikánsan eltér egymástól.

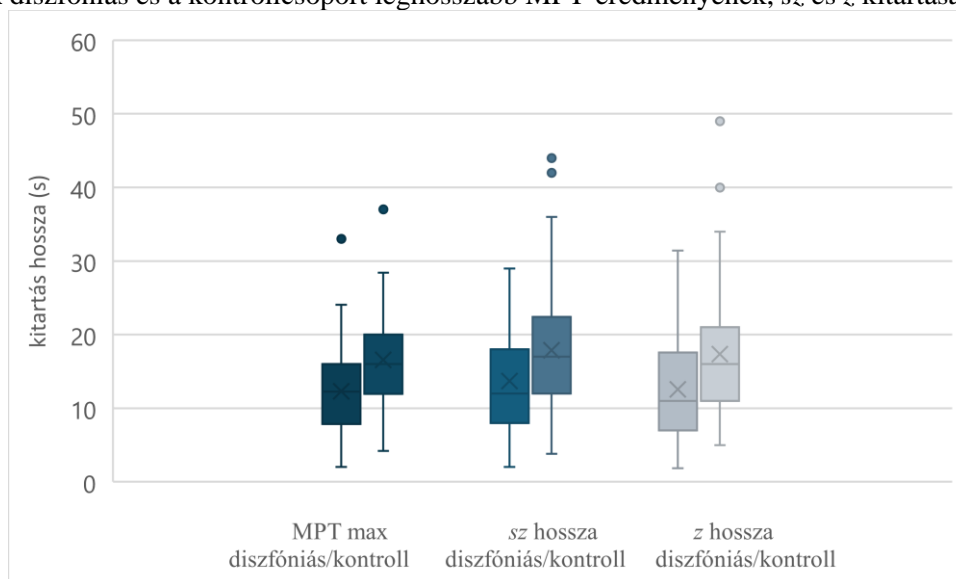
Fontos megjegyezni, hogy a *sz* kitartásának hosszában inkább a légzési funkció tükröződik, míg az *á* vagy *z* kitartásában a hangjakak működése is szerepet játszik. Mivel a diszfónia elsősorban a hangjakak működésére hat, a légzési funkcióban kisebb eltérés figyelhető meg a két csoport között. Az MPT 1. próbájának kisebb különbsége részben annak is köszönhető, hogy a vizsgálat mindkét csoportban új volt a résztvevők számára, így a teljesítmény kezdetben esetlegesebb lehet. A *sz/z* arány esetében a *p*-érték a szignifikanciahatár közelében helyezkedett el, ezért az eltérés csupán tendenciaszintűnek tekinthető.

2. táblázat. A diszfóniás és a kontrollcsoport eredményeinek összehasonlítása

Mutatók	Diszfóniás (n=82)	Kontroll (n=63)	t	df	p
MPT 1 (s)	10,45 ± 5,54	13,65 ± 6,48	3,12	121,69	0,002
MPT 2 (s)	10,97 ± 5,65	15,14 ± 5,95	4,25	129,79	<0,001
MPT 3 (s)	11,13 ± 5,60	15,15 ± 6,20	4,00	125,97	<0,001
MPT max (s)	12,29 ± 5,98	16,58 ± 6,26	4,13	130,32	<0,001
sz hossza (s)	13,68 ± 6,58	17,87 ± 8,24	3,28	116,12	0,001
z hossza (s)	12,54 ± 6,52	17,37 ± 8,40	3,74	113,83	<0,001
sz/z arány	1,23 ± 0,58	1,08 ± 0,32	-1,97	130,76	0,051

Az ajánlások szerint az MPT leghosszabb kitartását kell értékelni a vizsgálati módszer alkalmazása során, ezért mi is ezzel az értékkel hasonlítottuk össze a sz és z kitartásának hosszát. A kontroll- és a diszfóniás csoporttól származó maximális MPT-érték és a sz, z kitartásának eredményei az 1. ábrán szerepelnek. Az jól látható, hogy a személyek teljesítményében igen nagy különbségek érzékelhetőek mindkét csoport esetében. A kontrollcsoportban a leghosszabb MPT időtartama a leggyengébben teljesítő személynél 4 s, míg a legjobban teljesítőnél 37 s. Ugyanez a diszfóniás csoportban 2 s és 33 s. A kontrollcsoportban van néhány, az átlagos teljesítménytől eltérő személy, akik 40 s fölötti hangtartási időt mutattak a sz vagy a z esetében. Ilyen kiugró értékek a diszfóniás csoportban nem nagyon fordultak elő.

1. ábra. A diszfóniás és a kontrollcsoport leghosszabb MPT-eredményének, sz és z kitartásának adatai



A két csoport ezen eredményeinek együttjárását vizsgálva azt találtuk, hogy a diszfóniás személyeknél a leghosszabb MPT és a *sz* kitartásának ideje között erős pozitív lineáris kapcsolat van ($cor_{MPTmax-SZhossz}=0,51$, $t_{80}=5,29$, $p<0,001$). Ugyanez figyelhető meg a *z* kitartásának hosszával kapcsolatban is, ott is erős pozitív lineáris a kapcsolat mutatkozott ($cor_{MPTmax-Zhossz} = 0,63$ $t_{80} = 7.33$, $p<0,001$). A kontrollcsoport esetében a leghosszabb MPT és a *z* kitartása között közepesen erős pozitív lineáris kapcsolat figyelhető meg ($cor_{MPTmax-SZhossz}=0.54$, $t_{61}=5.04$, $p<0,001$), ahogyan a leghosszabb MPT és a *z* tartásának ideje között is ($cor_{MPTmax-Zhossz}=0.56$, $t_{61}=5.29$, $p<0,001$). Összességében mindkét csoportban szignifikáns együttjárás tapasztalható a két vizsgálati módszerrel kapott érték között, de ez fonációs zavart mutató személyeknél erősebbnek bizonyult. A *sz* és *z* kitartásának hossza között is vizsgáltuk az együttjárást. A diszfóniás csoportban erős pozitív lineáris kapcsolat volt a két érték között ($cor_{SZhossz-Zhossz}=0.74$, $t_{80}=9.89$, $p<0,001$), míg a kontrollcsoportban nagyon erős pozitív lineáris kapcsolat ($cor_{SZhossz-Zhossz}=0.83$, $t_{61}=11.49$, $p < ,001$). Bár mindkét csoportban erős volt az együttjárás, de ez a kapcsolat a kontrollcsoportban kifejezettebb volt. Ez magyarázható azzal, hogy diszfóniát nem mutató személyeknél a hangajkak zárási nehézsége nem nehezíti a zöngés hangok ejtését, így a zöngés *z* és a zöngétlen *sz* ejtésére is inkább csak a légzés működése van hatással. Ezek az eredmények alátámasztják, hogy a *sz/z* arány mérése klinikailag releváns lehet diszfóniás személyeknél, mivel a fiziológias hangképzésű személyekétől eltérő mintázatot mutatnak.

A diszfóniás csoporton belül nem volt igazolható a nem és az életkor hatása a vizsgálati személyek teljesítményére. A 3. táblázat adatai alapján az értékek nagyon közel állnak egymáshoz, és a nemek tekintetében egyik mérőszámokban sem figyelhető meg szignifikáns különbség. Ezen kívül tendencia sem rajzolódott ki a férfiak és nők teljesítményében: az MPT első próbája és a *sz* hossza esetében a férfiak értékei voltak valamivel magasabbak, míg az MPT második és harmadik próbája, a leghosszabb MPT, illetve a *z* hossza esetében a nőké. Korábbi vizsgálatok szintén nem mutattak egyértelmű különbséget a férfiak és nők között, azonban jelen vizsgálat esetében az eredmény részben a nemek egyenlőtlen eloszlásával magyarázható, hiszen a vizsgálati személyek 70%-a nő, és csak 30%-a férfi.

3. táblázat. A diszfóniás csoport eredményei a nemek tekintetében

Mutatók	Férfiak (n=25)	Nők (n=57)	t	df	p
MPT 1 (s)	10,76 ± 4,56	10,30 ± 5,92	0,37	58,16	0,710
MPT 2 (s)	10,90 ± 4,97	11,00 ± 5,92	-0,08	53,58	0,938
MPT 3 (s)	11,11 ± 4,76	11,14 ± 5,93	-0,02	55,93	0,988
MPT max (s)	12,04 ± 5,15	12,41 ± 6,31	-0,27	55,02	0,787
sz hossza (s)	14,26 ± 5,97	13,43 ± 6,82	0,55	51,57	0,584
z hossza (s)	12,47 ± 6,90	12,57 ± 6,34	-0,06	42,14	0,949
sz/z arány	1,35 ± 0,62	1,18 ± 0,55	1,15	40,79	0,256

Az életkor tekintetében a vizsgálati személyek között jelentős különbségek voltak (18–82 év). A diszfóniás személyeket nem az életkoruk alapján válogattuk a vizsgálatához, így ez is magyarázhatja, hogy ennek hatása a csoporton belül nem észlelhető. Rao és mtsai. (2020) hangajakbénulást mutató személyekkel végzett vizsgálatában szintén nem tudták kimutatni az életkor hatását sem az MPT hosszára, sem az sz/z arányra. Jelen vizsgálatban a nem és az életkor hatása feltételezhetően azért sem volt kimutatható, mert az adott kórkép erősen befolyásolta a hangtartás hosszát az *á*, *sz* és *z* esetében, így az életkor és a nem kisebb hatása ebben a kontextusban elenyésző.

Az MPT ismétlése során jelentkező gyakorlási és fáradtsági hatások eredményei ellentmondásosak (Speyer et al., 2010). Konszenzusos ajánlások három ismétlést javasoltak (Dejonckere et al., 2001; Lechien et al., 2023), amit mi is követtünk. Megnéztük, hogy az általunk vizsgált személyek esetében melyik hatás érvényesült leginkább. A 4. táblázatban is látszik, hogy a kontrollcsoportban legnagyobb számban azok a személyek voltak (32%), akiknél a három ismétlésnél inkább a begyakorlási hatás érvényesült, és minden ismétlésben jobban teljesítettek. Ugyanez a tendencia a diszfóniás személyeknél csak 15%-ban valósult meg. Csak ebben a variációban találtunk szignifikáns különbséget a két csoport között. A többi vizsgálati értékben nem volt kimutatható szignifikáns különbség a két csoport között. A diszfóniás személyek csoportjában azok voltak a legtöbben (24%), akiknél a 2. kitartásra növekedés, de aztán a 3. próbára csökkenés mutatkozott. A kifáradás egyértelmű jele, amikor az első próbán a legnagyobb MPT-t mérjük, és a további ismétlések során csökkenés tapasztalható. Ez a kontrollcsoport 8%-ánál, a diszfóniás csoport 12%-ánál fordult elő. Mindkét csoportban a vizsgált személyek többségénél (kontroll 65%, diszfóniás 68%) valamilyen mértékű csökkenés tapasztalható az ismétlések során. A diszfóniás csoporton belül a kórkép típusa nem mutatott egyértelmű tendenciát. Egy kivétellel mindenféle variáció előfordult mindegyik csoportban (a kontrollcsoportban nem volt olyan variáció, hogy először stagnált volna a kitartás

hossza, és aztán növekedett), így erre vonatkozóan következtetést nem tudunk levonni.

4. táblázat. A diszfóniás és kontroll csoport MPT eredményének összehasonlítása az ismétlések során

Változások típusa	Diszfóniás (n=82)	Kontroll (n=63)	$\chi^2(1)$	<i>p</i>	95% CI
növekedés + növekedés	15% (n=12)	32% (n=20)	5,11	0,023*	[-0,32, -0,02]
stagnálás + növekedés	6% (n=5)	3% (n=2)	0,17	0,672	[-0,05, 0,11]
növekedés + stagnálás	11% (n=9)	0%	-	-	-
csökkenés + növekedés	22% (n=18)	25,5% (n=16)	0,83	0,774	[-0,19, 0,12]
csökkenés + stagnálás	5% (n=4)	1,5% (n=1)	0,38	0,537	[-0,04, 0,10]
növekedés + csökkenés	24% (n=20)	28,5% (n=18)	0,14	0,706	[-0,20, 0,12]
stagnálás + csökkenés	5% (n=4)	1,5% (n=1)	0,38	0,537	[-0,04, 0,10]
csökkenés + csökkenés	12% (n=10)	8% (n=5)	0,31	0,576	[-0,07, 0,15]

* $p < 0,05$

Az 5. táblázat az alcsoportok hangtartási értékeit mutatja. A legmagasabb MPT és *sz*, *z* kitartási értékeket a malregulatív csoport, a legalacsonyabbakat a neurogén-organikus perifériás csoport mutatta. Az alacsony hangtartási idők a neurogén-organikus perifériás csoportban összhangban vannak korábbi kutatásokkal (Rao et al., 2020). Cantarella és mtsai. (2011) diszfóniás személyeknél fordított lineáris kapcsolatot találtak a levegős hangminőség és az MPT hossza között, ami a hangjakak zárási elégtelenségére utal. Bár ők ezt a hangjakak jóindulatú elváltozásait mutató személyeknél vizsgálták, de a levegős hangminőség a hangjakak zárási elégtelensége következtében alakul ki, így arra következtethetünk, hogy más okból létrejövő zárási elégtelenség esetében is ez feltételezhető. Neurogén-organikus perifériás diszfóniák esetében pedig a hangajakbénulás következtében a hangjakak zárásával probléma van (Nawka & Wirth, 2008). A *sz/z* arány tekintetében mindhárom csoport értékei hasonlóak voltak; a *z* kitartása arányosan rövidebb, mint a *sz* kitartása.

5. táblázat. A diszfóniás csoporton belüli alcsoportok eredményeinek összehasonlítása

Mutatók	SO (n=32)	NOP (N=21)	MAL(n=29)	szign. különbségek
MPT 1 (s)	10,29 ± 5,37	8,44 ± 4,52	12,06 ± 5,89	NOP<MAL*
MPT 2 (s)	11,09 ± 5,59	8,73 ± 4,18	12,45 ± 6,10	NOP<MAL*
MPT 3 (s)	11,13 ± 5,39	8,44 ± 4,31	13,07 ± 5,84	NOP<MAL**
MPT max (s)	12,35 ± 5,81	9,36 ± 4,22	14,35 ± 6,38	NOP<SO*, NOP<MAL**
sz hossza (s)	14,38 ± 6,29	11,26 ± 6,25	14,66 ± 6,69	-
z hossza (s)	13,23 ± 6,34	9,86 ± 4,76	13,72 ± 7,24	NOP<SO*, NOP<MAL*
sz/z arány	1,23 ± 0,55	1,21 ± 0,48	1,25 ± 0,66	-

(SO – strukturális-organikus, NOP – neurogén-organikus perifériás, MAL – malregulatív)

* $p < 0,05$, ** $p < 0,001$

A strukturális-organikus és a neurogén-organikus perifériás csoport között szignifikáns különbség volt a leghosszabb MPT és a z hosszában (5. táblázat). Az MPT 3. próbája esetében a p -érték a szignifikanciahatár közelében helyezkedett el, amely így tendenciát mutat. A többi jellemző esetében is alacsonyabb értéket mutattak a neurogén-organikus perifériás csoport személyei, de a különbség nem volt szignifikáns. A strukturális-organikus és a malregulatív csoport között egyik mérőszám esetében sem volt kimutatható szignifikáns különbség. A neurogén-organikus perifériás és malregulatív csoport összehasonlításában azonban az MPT mindhárom próbája, az MPT leghosszabb kitartása és a z hosszában is szignifikáns különbséget találtunk, míg a sz hosszában és a sz/z arányban nem volt statisztikailag igazolható különbség. Ezek az eredmények azt jelzik, hogy a sz kitartás és a sz/z arány önmagában nem alkalmas az alcsoportok egyértelmű elkülönítésére. A sz/z arány tekintetében még a diszfóniás és a kontrollcsoport között sem volt szignifikáns különbség, így nem meglepő, hogy az alcsoportok között sem lett. Az alcsoportok homogenitását tekintve a legnagyobb egységesség a neurogén-organikus perifériás csoportban figyelhető meg, ahol a fő probléma a hangajkak zárása. A strukturális-organikus és malregulatív csoportban a fonációs zavarok heterogén képet mutattak, ami megnehezíti a csoportosítást MPT és sz/z arány alapján. Összességében az eredmények alátámasztják, hogy a fonációs zavarok különböző etiológia szerint eltérő mértékben befolyásolják a hangtartást.

4. Következtetések

A vizsgálat eredményei egyértelműen igazolják, hogy a diszfóniás személyek hangtartási teljesítménye jelentősen eltér a kontrollcsoportétól. Az MPT minden ismétlésében, valamint a leghosszabb MPT-ben, a sz és z kitartásában a diszfóniás csoport alacsonyabb értékeket mutatott, míg a sz/z arány csupán tendenciális különbség volt megfigyelhető. A csoportok közötti összehasonlítások azt

mutatják, hogy a *sz* kitartása és a *sz/z* arány kevésbé érzékeny a fonációs zavarra, míg az MPT és a *z* kitartása megbízható indikátor. Az eredmények megerősítik, hogy a vizsgálati személyek hangtartási értékei eltérnek a kontrollcsoport adataitól, így a további elemzések során olyan személyeket vizsgálhatunk, akik ebben a tekintetben is különbséget mutatnak.

A korrelációs vizsgálatok során mindkét csoportban pozitív lineáris kapcsolat volt megfigyelhető a leghosszabb MPT és a *sz*, *z* kitartások között, de a diszfóniás csoportban ez erősebb volt. Ez arra utal, hogy a fonációs zavart mutató személyeknél a hangjakak működése szorosabban összefügg a kitartási teljesítménnyel, míg a kontrollcsoportban a légzési komponens és a hangjakak működése kiegyensúlyozottabban járul hozzá a hangtartáshoz.

A diszfóniás csoporton belül sem a nem, sem az életkor nem befolyásolta szignifikánsan a hangtartási teljesítményt. Ez arra utal, hogy a fonációs zavarok hatása az MPT és a *sz*, *z* kitartás hosszára olyan erős, hogy a nem és az életkor kisebb szerepet játszanak. A szakirodalmi adatok sem teljesen egyértelműek ebben a témakörben, ezért e tényezők irányított vizsgálata további, célzott mintavételt igényelne.

Az ismételt MPT-mérések során tapasztalt változások alapján a kontrollcsoportban gyakrabban jelentkezett begyakorlási hatás (32%), míg a diszfóniás csoportban ez ritkábban fordult elő (15%). A diszfóniás személyek teljesítményére kisebb számban volt pozitív hatással a többszöri próba, mint fonációs zavart nem mutató személyeknél. Csak ebben az ismétlési típusban volt szignifikáns különbség a két csoport között, a többi esetben nem volt kimutatható. Tehát fiziológiás fonáció és diszfónia esetében is sokféleképpen változhat a kitartás hossza az ismétlések hatására, nem figyelhető meg a csoportokra jellemző egyedi mintázat. A kifáradás hatását nem mutatták gyakrabban a diszfóniás személyek, mint a fiziológiás hangképzésűek.

Az alcsoportok összehasonlítása további részleteket tár fel. A neurogén-organikus perifériás csoport mutatta a legalacsonyabb értékeket minden kitartási feladatban, ami jól magyarázható a hangajakbénulás okozta zárasi elégtelenséggel. Ezzel szemben a malregulatív csoport értékei voltak a legmagasabbak, de nem minden esetben tértek el szignifikánsan a másik két csoporttól. A malregulatív csoport a kizárólag a légzési funkción alapuló feladatban (*sz* hang kitartása) nem mutatott szignifikáns különbséget a másik két csoporthoz képest. Ugyanakkor azokban a feladatokban, amelyek a hangjakak működésének minőségét a légzési funkcióval együtt vizsgálják (MPT és *z* kitartása), a malregulatív csoport szignifikáns különbséget mutatott a neurogén-organikus perifériás alcsoporthoz, illetve a strukturális-organikus alcsoporthoz képest, attól függően, hogy melyik feladatot vizsgálták. A *sz/z* arány az alcsoportok között nem különbözött, ami arra enged következtetni, hogy a *sz/z* arány önmagában nem alkalmas a fonációs zavarok differenciálására, a diszfónia típusának elkülönítésére. Jelen vizsgálatban a diszfóniás csoport elemszáma

megfelelő volt, de az alcsoportokra bontás következtében az egyes csoportok létszáma jelentősen csökkent. Ez pedig korlátozhatta a statisztikai elemzések erejét, és hozzájárulhatott ahhoz, hogy az egyes különbségek csak tendenciaszinten jelentek meg.

Összességében a vizsgálat eredményei azt támasztják alá, hogy az MPT és a z kitartásának mérése egyszerű, gyors és klinikailag releváns eszköz a diszfónia jelenlétének kimutatására és az alcsoportok közötti különbségek feltárására. Azonban, ahogyan már korábban is hangsúlyozták a szerzők (Shanks & Mast, 1977), a gyakorlatban nem a diszfónia diagnózisának felállítása a cél ezen vizsgálati módszerek alkalmazásánál, hanem fontos a más módszerekkel együtt való használatuk. A *sz* hossza és a *sz/z* arány kiegészítő információt ad, ezért mindezek együttes alkalmazása lehet hasznos a diszfóniás személyek komplex értékelésében, a terápiás irányok kijelölésében

Az MPT és a *sz/z* arány eredményeinek értékelését kiegészítheti, árnyalhatja a légzéssel kapcsolatos egyéb megfigyelés. Érdekes lehet megfigyelni, hogy milyen a be- és kilégzés technikája (klavikuláris kosztális kosztobdominális vagy abdominális), van-e légzés közben prézelés, túlzott izomfeszülés (Gilman, 2021). Hiszen lehet, hogy valaki rossz technikával tartja ki hosszan az érintett hangot. És bár, ha csak a kitartás hosszát nézzük, akkor kifejezetten jó teljesítményként értékelnénk, de egyéb megfigyeléseinkkel összevetve már nem egy jó funkcióhasználat rajzolódik ki. Az MPT és a *sz/z* arány alkalmazása hasznos lehet, de csak komplex fonációs vizsgálati protokoll részeként javasolható.

Irodalom

- Angerstein, W., Baracca, G., Dejonckere, P., Echternach, M., Eysholdt, U., Fussi, F. & Wiskirskawoźnica, B. (2020). Diagnosis and Differential Diagnosis of Voice Disorders. In A. am Zehnhoff-Dinessen et al. (ed.), *Phoniatics I*. (349–429.) Berlin: Springer Verlag.
- Awan, S. N., Novaleski, C. K. & Yingling, J. L. (2013). Test-retest reliability for aerodynamic measures of voice. *Journal of Voice*, 27(6), 674–684. doi: 10.1016/j.jvoice.2013.07.002
- Aghajanzadeh, M., Darouie, A., Dabirmoghaddam, P., Salehi, A. & Rahgozar, M. (2017). The relationship between the aerodynamic parameters of voice and perceptual evaluation in the iranian population with or without voice disorders. *Journal of Voice*, 31(2), 9–15. doi: 10.1016/j.jvoice.2016.07.014
- Barsties, B., De Bodt, M (2015). Assessment of voice quality: current state-of-the-art. *Auris Nasus Larynx*, 42(3), 183-188. doi: 10.1016/j.anl.2014.11.001
- Barsties, B., Verfaillie, R., Roy, N. & Maryn, Y. (2013). Do body mass index and fat volume influence vocal quality, phonatory range, and aerodynamics in females? *CoDas*. 25(4), 310–318. doi: 10.1590/S2317-17822013000400003
- Cantarella, G., Baracca, G., Pignataro, L. & Forti, S. (2011). Assessment of dysphonia due to benign vocal fold lesions by acoustic and aerodynamic indices: a multivariate analysis. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 36, 21–27. doi: 10.3109/14015439.2010.528022
- Damádsi Nóra, Bóla Emília (2024). Fonációs zavarok. In Kas Bence, Marton Klára, Fehérné Kovács Zsuzsanna, Lőrík József (szerk.), *Logopédia I*. (149–197). Budapest: Eötvös Kiadó.

- Dejonckere, P. H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G. & Woisard, V. (2001). A Basic Protocol for Functional Assessment of Voice Pathology, Especially for Investigating the Efficacy of (phonosurgical) Treatments and Evaluating New Assessment Techniques. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 258(2), 77–82. doi: 10.1007/s004050000299
- Eckel, F. C., Boone, D. R. (1981). The s/z ratio as an indicator of laryngeal pathology. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46(2), 147–149. doi: 10.1044/jshd.4602.147
- Finnegan, D. E. (1985). Maximum phonation time for children with normal voices. *Folia Phoniatrica*, 37, 209–215. doi: 10.1016/0021-9924(84)90033-9
- Gelfer, M. P., Pazera, J. F. (2006). Maximum duration of sustained /s/ and /z/ and the s/z ratio with controlled intensity. *Journal of Voice*, 20(3), 369–379. doi: 10.1016/j.jvoice.2005.03.011
- Gillespie, A. I., Gartner-Dchmidt, J., Rubinsteint, E. N., Abbott, K. V. (2013). Aerodynamic profiles of women with muscle tension dysphonia/aphonia. *Journal of Speech, Language, Hearing Research*, 56, 481–488. doi: 10.1044/1092-4388(2012/11-0217)
- Gilman, M. (2021). Revisiting sustained phonation time of /s/, /z/ and /a/. *Journal of voice*, 35 (6), 935.e13–935.e18. doi: 10.1016/j.jvoice.2020.03.012
- Hacki Tamás (2013). A beszéd- és énekhangképzés fiziológiája, akusztikája, patológiája és terápiája. In Hirschberg Jenő, Hacki Tamás & Mészáros Krisztina (szerk.), *Foniátria és társtudományok. I. kötet.* (93–267), Budapest: Eötvös Kiadó.
- Hacki, Tamás, Nawka, T., Mürbe, D., Fuchs, M., Kummer, P., Pabst, F. & de Jong, F. (2020). Considerations Regarding the Aetiological Definition of Phonation Disorders: ‘Malregulative Dysphonia’ Instead of ‘Functional Dysphonia’. In A. Zehnhoff-Dinnesen, B. Wiskirka-Woźnica, K. Neumann & T. Nawka (ed.), *Phoniatrics I. Fundamentals – Voice Disorders – Disorders of Language and Hearing Development* (195–197). Berlin: Springer-Verlag
- Johnson, A. M., Goldfine, A. (2016). Intrasubject reliability of maximum phonation time. *Journal of Voice*, 30(6), 775.e1–775.e4. doi: 10.1016/j.jvoice.2015.11.019
- Joshi, A. (2020). A comparison of the s/z ratio to instrumental Aerodynamic Measures of Phonation. *Journal of Voice*, 34(4), 533–538. doi: 10.1016/j.jvoice.2019.02.014
- Kent, R. D., Kent, J. F. & Rosenbeck, J. C. (1987). Maximum performance tests of speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 367–387. doi: 10.1044/jshd.5204.367
- Latoszek, B. B., Watts, C. R., Schwan, K. & Hetjens, S. (2022). The maximum phonation time as marker for voice treatment efficacy: A network meta-analysis. *Clinical Otolaryngology*, 48, 130–138. doi: 10.1111/coa.14019
- Lechien, J. R., Geneid, A., Bohlender, J., Cantarella, G., Avellaneda J. C., Desuter, G. & Crevier Buchman, L. (2023). Consensus for voice quality assessment in clinical practice: guidelines of the European Laryngological Society and Union of the European Phoniatrists. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 280(12), 5459–5473. doi: 10.1007/s00405-023-08211-6
- Lewis, K., Casteel, R. & McMahan, J. (1982). Duration of sustained /a/ related to the number of trials. *Folia Phoniatrica*, 34(1), 41–48. doi: 10.1159/000265626
- Maslan, J., Leng, X., Rees, C., Blalock, D. & Butler, S. G. (2011). Maximum phonation time in healthy older adults. *Journal of Voice*, 25(6), 809–713. doi: 10.1016/j.jvoice.2010.10.002
- Menton, S. M., Thompson, C. C., Candelo, E. Rutt, A. L. (2024). Effects of voice therapy on maximum phonation time and s:z ratio in patients with primary muscle tension dysphonia. *Journal of Voice*. doi: 10.1016/j.jvoice.2024.10.017
- Nawka, T. & Wirth, G. (2008). *Stimmstörungen: Lehrbuch für Ärzte, Logopäden, Sprachheilpädagogen und Sprecherzieher* (5. kiad.). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Nerurkar, N. K., Goyal, S. (2024). Utility of maximum phonation time in the diagnosis of spasmodic dysphonia (laryngeal dystonia). *Larínology and Otology*, 139, 936–940. doi: 10.1017/S0022215124000574
- R Core Team (2025). R Foundation for Statistical Computing. Elérhető: <https://cran.r-project.hu/> 4.5.1. verzió. (A letöltés ideje: 2025. július 5.).
- Rao, S. M. S., Koripalli, K., Apoorva, P. & Malipatil, V. (2020). Study of maximum phonation time and s/z ratio in laryngeal paralysis. *International Journal of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery*, 6 (9), 1627–1631. doi: 10.18203/issn.2454-5929.ijohns20203562

- Roy, N., Barkmeier-Kraemer, J., Eadie, T., Sivasankar, M. P., Mehta, D., Paul, D. & Hillmann R. (2013). Evidence-based clinical voice assessment: a systematic review. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 22, 212–226. doi: 10.1044/1058-0360(2012/12-0014)
- Saeedi, S., Khoddami, S. M., Dabirmoghaddam, P., Jalaie, S. & Aghajanzadeh, M. (2023). Relationship between aerodynamic measurements of maximum phonation time with acoustic analysis and the effects of sex and dysphonia type. *Journal of Voice*, 39(4), 31–38. doi: 10.1016/j.jvoice.2023.02.026
- Shanks, S. J., Mast, D. (1977). Maximum duration of phonation: objective toll for assessment of voice. *Perceptual and Motor Skills*, 45, 1315–1322. doi: 10.2466/pms.1977.45.3f.1315
- Speyer, R., Bogaardt, H. C. A., Passos, V. L., Roodenburg, N. P. H. D., Zumach, A., Heijnen, M. A. M & Brunings, J. W. (2010). Maximum phonation time: variability and reliability. *Journal of Voice*, 24(3), 281–284. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.10.004
- Tait, N. A., Michel, J. F., Carpenter, M. A. (1980). Maximum duration of sustained /s/ and /z/ in children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 45(2), 239–246. doi: 10.1044/jshd.4502.239
- Tavares, E. L. M., Brasolotto, A. G., Rodrigues, S. A., Pessin, A. B. B. & Martins, R. H. G (2012). Maximum phonation time and s/z ratio in a large child cohort. *Journal of Voice*, 26(5), 675.e1–675.e4. doi: 10.1016/j.jvoice.2012.03.001