

Artikulátorok fejlődésének történelmi áttekintése és alkalmazásuk a fogszabályozási kezeléstervezések során

A historical overview of the development of articulators and their application in orthodontic treatment planning

Dr. Tfirst Anna szakorvos

SE Gyermekfogászati és Fogszabályozási Klinika

tfirst.anna@semmelweis.hu

Initially submitted May.02, 2025; accepted for publication Sept.30.2025

Abstract

The historical development of articulators reflects the advancement of dental and biomechanical knowledge. From the mid-19th century to the present day, technological innovations have consistently aimed to accurately replicate mandibular movements and occlusal relationships extraorally. The introduction of adjustable condylar paths, facebows, and pantographs in the 20th century enabled the reproduction of individualised mandibular movements. With the arrival of digital technology, virtual articulators emerged, allowing three-dimensional animations to visualise the dynamic function of the mandible.

From an orthodontic perspective, the use of articulators has become a crucial diagnostic and treatment planning tool. They allow for the precise assessment of the spatial relationships between the maxillary and mandibular arches, the detection of hidden malocclusions and possible occlusal interferences, and the functional foundation of treatment strategies. Determining the centric relation and mounting support the achievement of stable, long-term, and symptom-free outcomes.

Kulcsszavak: történelem, artikulátor, fogszabályozás

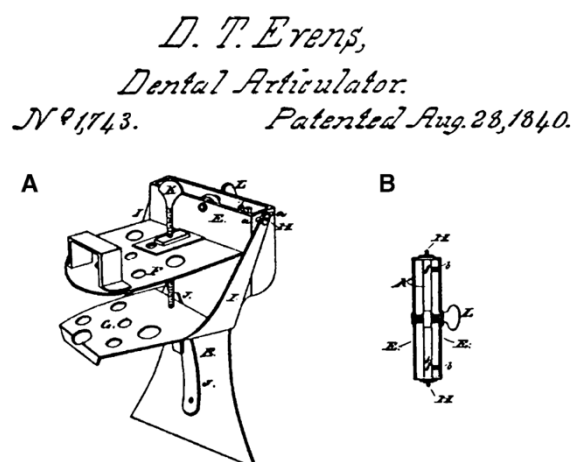
Keywords: history, articulator, orthodontics

1. Az artikulátorok fejlődése

Az első artikulátorok megalkotásának célja az anatómiai viszonyok és az állkapocs funkcionális mozgásainak pontos leképezése volt. Az anatómiai, fogászati és biomechanikai ismeretek fejlődésével egyre kifinomultabb, pontosabb artikulátorok jöttek létre. A végső cél mindig azonos maradt: az okklúziós és artikulációs viszonyok extraorális, precíz reprodukálása. (1)

Az 1800-as években a legtöbb fogorvos elsősorban a páciensek kezelésére és saját megélhetésük biztosítására összpontosított, így kevés figyelmet fordítottak a kor jelentős anatómiai és mechanikai fejlődésére. A szakmai közösség általános tudása az állkapocs mozgás mechanizmusairól viszonylag korlátozott volt. Az átlagos fogorvos vélhetően úgy gondolta, hogy a számukra ismert artikulátorok – mint az egyszerű gipszokklúdorok, vagy a „kapuszárny zsanér” – kielégítően alkalmasak a fogpótlások pontos elkészítésére. (2, 3)

Az első valódi artikulátort Daniel T. Evans készítette 1840-ben, ami „Dentist’s Guide” néven lett ismert. Ez volt a második artikulátor, amelyre szabadalmat adtak ki és jelentős előrelépés volt az állkapocs mozgásának megértésében. Ennek a kezdeti artikulátornak a felső mintatartó volt rögzített és a mandibuláris rész volt mozgatható. Evans hitt a korabeli tévhitben, miszerint az artikulátoroknak csak az alsó tagjuk mozoghat ahhoz, hogy pontosan utánozzák az emberi állkapocs mozgását. Evans eredeti kialakítású artikulátora valószínűleg soha nem került kereskedelmi forgalomba, mivel használata kényelmetlen és nehézkes volt. (4, 5)

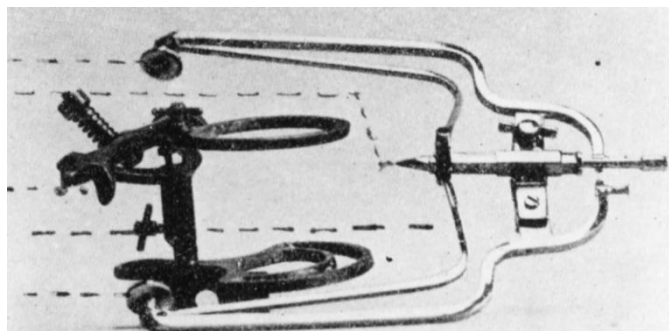


1.ábra: Daniel T. Evans artikulátora (4)

1858-ban Bonwill matematikus megalkotta az első artikulátort, amely az ő okklúziós elméletén alapult. Ez az elmélet az egyenlő oldalú háromszög elvén nyugszik. A tervezett készülék úgynevezett középértékű artikulátor volt, melynek állandó távolsága az állkapocs két ízületi pontja között 4 inch (10 cm) volt, és a távolság az ízület és az alsó középső metszőfog között szintén 10 cm (Bonwill háromszög). Ez képezi mindmáig az arcív nélküli egyszerű, gyors begipszelés alapját. (6, 7)

Richmond Simmons Hayes 1889-ben szabadalmaztatta az első artikulátort, amelynek vezető felszíne kaudálisan nyitott volt. Ugyanebben az évben Hayes bemutatta az első arcív-szerű eszközt, amelynek célja a fogmodellek pontos pozicionálása volt az artikulátorban. Ezt az eszközt „artikuláló mérőpárnak” (articulating caliper) nevezte, azonban nincs bizonyíték arra, hogy erre az eszközre külön szabadalmat nyújtott volna be. Az eszköz az első ismert mérőeszköz volt, amely a páciens állkapocsízületeit figyelembe véve segített a fogmodellek artikulátorba történő orientálásában. (4)

Az „artikuláló mérőpár” azonban nem tette lehetővé a minták pontos orientálását az artikulátorban. Az eszköz kizárólag arra szolgált, hogy rögzítse a páciens ízületi fejecskének távolságát a felső állcsonton elhelyezett viasz középpontjához képest. (4)



2. Ábra: Richmond Simmons Hayes féle „artikuláló mérőpár”(4)

William Earnest Walker 1896-ban megállapította, hogy azok a fogpótlások, amelyek Bonwill artikulátorában kiegyensúlyozottnak bizonyultak, a páciens szájában nem mutattak megfelelő egyensúlyt, és ezt elsősorban az ízületi fejecsk inklinációjának figyelembevételének hiányával magyarázta. A 19. század végén számos kutató törekedett arra, hogy reprodukálja az egyéni állkapocsmozgásokat. Megállapították, hogy a condylaris pálya személyenként, sőt egyazon egyén esetében is változó. William Earnest Walker nevéhez fűződik az első állítható fejecspályával rendelkező artikulátor. (8)

Christensen 1909-ben beszámolt arról a megfigyeléséről, hogy a mandibula protrúziója során hátrafelé nyitott, ék alakú rés keletkezik a hátsó fogaknál (sagittalis Christensen jelenség). Egy olyan állítható artikulátort vezetett be, amely hasonlított Walker készülékéhez, de annál egyszerűbb felépítésű volt. Javasolta egy előretolás közben készült interocclusalis viaszharapás alkalmazását, amely segítségével meghatározható volt a fejecspálya hajlásszöge. Christensen módszere fontos újítás volt, és ez szolgált alapul a pozíciós viaszharapásokkal végzett mandibuláris mozgáspályák rögzítéséhez. (9, 10)

1902-ben John B. Parfitt előadást tartott a Brit Odontológiai Társaság előtt, melyben bemutatta saját fejlesztésű „anatómiai artikulátort”. Javasolta, hogy az eszköz inkább „lemodellezett mandibula” („Model Jaw”) nevet kapja mivel képes méretarányosan visszaadni bármely élő személy mandibula mozgását. Parfitt kétféle arcívet is bevezetett: az egyik a gipszminták artikulátorba történő átvitelére szolgált, a másik pedig a fejecspályák lefutásának regisztrálására. Ő volt az első kutató, aki megkísérelte a fejecspályák görbületeinek lemintázását egy artikulátorban. Megállapította, hogy a mandibula mozgásai három típusba sorolhatók: (1) rotáció egy vízszintes tengely körül, amely a két condyluson halad keresztül; (2) az alsó állcsont előre- és lefelé irányuló transzlációja; (3) rotáció egy függőleges tengely körül, amely az egyik condyluson halad át. Parfitt hangsúlyozta, hogy ezek a mozgások kizárólag kombinációban fordulnak elő. A Parfitt által megalkotott artikulátor rendelkezett az első állítható egyénre szabott fejecspályával. (11, 12)

Alfred Gysi, a svájci Zürichből származó fogorvos 1910-ben mutatta be a Gysi-féle egyéni értékre állítható artikulátort, azonban úgy tűnik, hogy az eszköz technikai bonyolultsága és

magas költségei meghaladták a legtöbb fogorvos lehetőségeit. Ennek következtében 1914-ben bevezették a Gysi Simplex középértékű artikulátort. Az eszköz kedvező árú volt, és használatához nem volt szükség különösebb technikai felkészültségre. A Gysi Simplex fejecspálya hajlásszöge fix, 33°-os, tehát nem állítható be a beteg egyéni értékeire. Emiatt 1914-ben középértékű artikulátorként került bevezetésre. (10, 13-16)

Kaliforniában Beverly B. McCollum, Charles E. Stuart és Harvey Stallard történelmet írtak a fogászat egy újonnan kialakuló ágában. 1924-ben ez az új terület nevet kapott: gnatológia. A kifejezést Harvey Stallard alkotta meg, akit általában a gnatológia nyelvezetének megalkotójaként tartanak számon. McCollum 1939-ben kifejlesztett a Gnathoscop-ot, amely lehetőséget kínál a condylaris pályák különböző elemeinek kiválasztására. McCollum állította, hogy az eszköz nemcsak a mozgási pályák egyes pontjait képes visszaadni, hanem magát a mozgáspályát is reprodukálja. Az artikulátort a *Gnathograph* nevű arcívvel való együttes használatra tervezték, amely az állkapocsmozgások nyomon követésére szolgált. A *Gnathoscope* és a *Gnathograph* alapján Charles Stuart később saját gnatológiai rendszert dolgozott ki, amelynek része volt egy artikulátor és egy pantográf is – utóbbiakra 1955-ben szabadalmat kapott. (10, 13)

A Stuart-artikulátort Charles E. Stuart fejlesztette ki 1955-ben. Ez egy teljesen egyéni értékű artikulátor volt. Az artikulátor felső tagján oldalt, hátul két vezető felszín helyezkedett el, amelyek a készülék alsó tagján található fejecseket irányították. Az artikulátor beállításait a páciensről készült pantográfos regisztrátumok alapján programozták be. A pantográfot az egyéni értékekre állítható artikulátorok programozására fejlesztette ki. Ez a készülék két arcívből áll, amelyeket az alsó és felső fogíven paraocclusalis kanalak rögzítik. Az első íven 6 rajzoló tű látható található, a másikon pedig 6 rajzoló tábla. A tűk a táblákon három dimenzióban képesek a mozgáspályák rögzítésére. A grafikusan rögzített információk alapján az artikulátort képesek voltak teljesen egyéni értékekre állítani. A pantográf alkalmazásának a hátrány az volt, hogy csak az adott, hozzá tartozó artikulátorba tudták teljes pontossággal átvinni a kinyert értékeket. (17, 18)

A Panadent artikulátor bevezetése 1979-ben új megközelítést vezetett be a fogászati műszerek tervezésében. Az elv Lee és munkatársai munkáján alapul. Kifejlesztettek egy statisztikailag kiválasztott, háromdimenziós condylustengely-mozgást szimuláló analóg sorozatot. A Panadent artikulátort úgy tervezték, hogy lehetővé tegye a megfelelő analóg kiválasztását és a condyluspálya dőlésszögének meghatározását egy külső, gyors elemző rajzolóeszköz (Quick Analyser) segítségével. Ez az elemző segít feltérképezni a condyluspályákat és rögzíti az oldalirányú elmozdulás mértékét. Ezt követően kiválasztják a megfelelő analógokat, amelyeket behelyeznek az artikulátorba. (18)

2. Artikulátorok egy virtuális világban

A napjainkban használt mechanikus artikulátorok számos korláttal rendelkeznek. Mivel ez a készülék a mechanikus ízületi határokhoz igazodik, nem képes visszaadni a lágyrészek rugalmasságát sem a rágás neuromuszkuláris, idővel változó mozgásmintáit, így nem képes az okklúzió valós, dinamikus szájúregi állapotát szimulálni. (18-21). A fogászat digitális fejlődés során teret nyert az igény, hogy az artikulációs munkafolyamatok digitalizálására.

Szentpétery András 1999-ben alkotta meg az első virtuális artikulátort. Ez egy matematikailag szimulált háromdimenziós, teljes egyéni értékre állítható virtuális artikulátor. Mivel a digitális mintákat a Bonwill-féle háromszög értékei alapján lehet az artikulátorba beilleszteni, ezért középértékű artikulátorként viselkedik, nem képes egy adott páciens egyéni mozgáspályáit pontosan visszaadni. (18-20)

Kordass vezetésével működő munkacsoport 2003-ban egy új virtuális artikulátort vezetett be. Ez a rendszer az alsó állkapocs mozgáspályáinak elektronikus rögzítésén alapul, amelyhez speciális mozgáselemző eszközt használnak. Ez a virtuális artikulátor rendszer digitális, 3D-s állkapocs-reprezentációt használ bemeneti adatként, majd állkapocsmozgás animációját hozza létre, amely dinamikus és személyre szabott vizualizációt biztosít az okklúziós kontaktokról. (18-20)

3. Artikulátorok alkalmazása a fogszabályzásban

A fogszabályozó kezelést felfoghatjuk úgy is, mint az okklúzió célzott módosítását, ezért a kezelési terv kialakítása során kiemelt figyelmet kell fordítani az állkapocsízület stabilitásának megőrzésére. Általános érvényű, hogy a gnatológiai szempontok figyelembevétele a fogszabályozás során akkor is nélkülözhetetlen, ha a páciens panaszmentes. Erősen ajánlott az állkapocsízület centrális pozíciójának meghatározása a kezelés megkezdése előtt, valamint annak rendszeres kontrollja a teljes kezelési időszak alatt. (22)

Az artikulálás lehetővé teszi az alsó és felső fogívek extraorális, térbeli viszonyainak vizsgálatát, ami különösen fontos akkor, ha a páciens harapása nem szimmetrikus, vagy ha diszfunkcióra utaló jelek (pl. állkapocskattogás, arcizomfájdalom) állnak fenn. Az artikulátor használatával láthatóvá válnak az okklúziós interferenciák, korai fogérintkezések vagy a rejtett harapási eltérések, melyeket szájbán vagy kézben tartott minták alapján nehezebb észlelni. Ezáltal pontosabb, egyénre szabott kezelési terv készíthető. A fogszabályozás során végzett rendszeres artikulációs kontroll segíti a funkcionálisan stabil eredmény elérését, és csökkenti a kezelés utáni visszarendeződés esélyét. (23)

Frank E. Cordray 2002-ben megjelent publikációja is kiemeli a centrális reláció (CR) fontosságát az ortodontiai diagnosztikában és kezelésben. A szerző szerint ez a helyzet (CR) – amelyben az condylus elülső és felső pozícióban foglal helyet a fossa mandibularisban – a

temporomandibuláris ízület legstabilabb és legreprodukálhatóbb pozíciója, és elengedhetetlen referencia minden típusú fogszabályozási beavatkozás előtt. (24-26)

A szerző hangsúlyozza, hogy a valódi condylus pozíció meghatározásához a neuromuszkuláris deprogramálás kulcsfontosságú. Ennek során egy deprogramáló sín kerül alkalmazásra, amely frontfog vezetést biztosít, és megszünteti az izomfeszüléseket. Ez lehetővé teszi, hogy a mandibula visszatérjen természetes, ízület által diktált helyzetébe anélkül, hogy az occlusio befolyásolja azt. (24-26)

Az ízületi deprogramálás után, a minták rögzítése egy részben egyéni értékű artikulátorban történik, arcíves átvitel segítségével. Ez biztosítja, hogy a felső állcsont térbeli pozícióját helyesen tudjuk reprodukálni az artikulátorban, amely elengedhetetlen az állkapocsízület funkcionális analíziséhez. (24-26)

A hinge axis (terminális zsanér mozgás) a mandibula forgómozgását jelenti egy vízszintes tengely körül a száj nyitása és zárása során, amikor még tisztán forgó mozgás történik transláció nélkül. Az artikulátorban szimulálva a condylus terminális rotációs mozgását záraskor, lehetővé teszi, hogy occlusiós interferenciák láthatóvá váljanak és ezáltal ízületi aspektusból is vizsgálni tudjuk a meglévő intercuspidációs helyzetet. Ez segítséget jelent a kezelés tervezésénél, hogy olyan fogmozgatások jölessenek létre, amelyek elősegíthetik vagy fenntarthatják az temporomandibuláris ízület egészségét. (24-26)

A jövő egyik releváns kérdése, hogy a napjainkban rohamosan terjedő intraorális szkennerek – mint digitális lenyomatvételi eszközök – valamint az egyre szélesebb körben alkalmazott arcszkennerek milyen módon lesznek képesek kiváltani a hagyományos, manuális artikulálási eljárásokat, ezáltal megkönnyítve és időhatékonnyá téve a diagnosztikai munkafolyamatokat.

Összefoglalás:

Az artikulátorok története az 1800-as évekre nyúlik vissza, elsődleges céljuk az állkapocs mozgásainak és az okklúziós viszonyoknak pontos, extraorális modellezése volt. A kezdeti eszközök – mint Evans vagy Bonwill rendszerei – alapvetően fix paraméterekkel dolgoztak, és még nem tudták kezelni az egyéni ízületi pályák eltéréseit. A 20. században azonban jelentős áttörések történtek: Walker, Christensen, Gysi és Stuart fejlesztései már figyelembe vették a condyluspálya inklinációját, a mandibula translációját, sőt, később lehetővé vált a mandibuláris mozgások grafikus rögzítése és artikulátorba való programozása is. A digitális korszakban megjelentek a virtuális artikulátorok is, melyek háromdimenziós mozgáselemzésre és személyre szabott animációra képesek – bár ezek pontossága még nem minden esetben éri el a hagyományos eszközökét.

A fogszabályozás során az artikulátor használata lehetővé teszi, hogy a diagnózis és kezelési terv ne csak a fogak helyzetén, hanem a teljes rágószerv funkcionális egységén – az állkapocsízület, izmok és okklúzió összehangoltságán – alapuljon. Az artikulált mintákon

megfigyelhetők a korai fogérintkezések, okklúziós interferenciák vagy mandibuláris shiftek, amelyek klinikailag nem mindig észlelhetők. Ennek figyelembevétele segít kiszűrni a harapás és az ízületi pozíció közötti esetleges inkompatibilitásokat – például azt, ha a fogszabályozás során a fogakat olyan helyzetbe mozgathatjuk, amely az ízületi fejet kényszerhelyzetbe irányítja. A jövőben várható, hogy a digitális szkennerek és virtuális rendszerek még inkább integrálódnak a fogszabályozási protokollokba, tovább egyszerűsítve és pontosítva a diagnosztikai és tervezési folyamatokat.

Irodalom:

1. THOMAS CJ. A classification of articulators. J Prosthet Dent. 1973;30(1):11-4. DOI: [10.1016/0022-3913\(73\)90071-1](https://doi.org/10.1016/0022-3913(73)90071-1)
2. CLAPP GW. The Life and Work of James Leon Williams. New York: The Dentists' Supply Company; 1925. pp.137-138, 144-153, 155-160, 163, 178-185, 189, 196, 198-203, 219-224, 227.
3. STRACKE EN. The history of articulators: unusual concepts or "it seemed to be a great idea at the time!". J Prosthodont. 2001;10(3):170-80. DOI: [10.1111/j.1532-849x.2001.00170.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849x.2001.00170.x)
4. STRACKE EN. The history of articulators: early attempts to reproduce mandibular movement. J Prosthodont. 2000;9(1):51-6. DOI: [10.1111/j.1532-849x.2000.00051.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849x.2000.00051.x)
5. STRACKE EN. The history of articulators: a perspective on the early years, Part II. J Prosthodont. 1999;8(4):277-80. DOI: [10.1111/j.1532-849x.1999.tb00052.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849x.1999.tb00052.x)
6. GANESH MKA, MOHANRAJ KG. Morphometric analysis of Bonwill's triangle and its dental applications in dry human mandible bones. J Adv Pharm Technol Res. 2022;13(Suppl 1):S194-s7. DOI: [10.4103/japtr.japtr_151_22](https://doi.org/10.4103/japtr.japtr_151_22)
7. WEINBERG LA. An evaluation of basic articulators and their concepts: Part II. Arbitrary, positional, semi adjustable articulators. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1963;13(4):645-63. DOI: [10.1016/0022-3913\(63\)90134-3](https://doi.org/10.1016/0022-3913(63)90134-3)
8. JAIN AR. Articulators through the Years Revisited: From 1700 to 1900—Part I. World Journal of Dentistry. 2015;6(4):222-5. DOI: [10.5005/jp-journals-10015-1347](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1347)
9. STRACKE EN, ENGELMEIER RL, BELLES DM. The history of articulators: the "Articulator Wars" phenomenon with some circumstances leading up to it. J Prosthodont. 2010;19(4):321-33. DOI: [10.1111/j.1532-849x.2009.00539.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849x.2009.00539.x)
10. JAIN AR. Articulators through the Years Revisited: From 1900 to 1950—Part II. World Journal of Dentistry. 2016;7(1):23-31. DOI: [10.5005/jp-journals-10015-1358](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1358)
11. STRACKE EN. The history of articulators: from facebows to the gnathograph, a brief history of early devices developed for recording condylar movement: part I. J Prosthodont. 2001;10(4):241-8. DOI: [10.1111/j.1532-849x.2001.00241.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849x.2001.00241.x)
12. WEINBERG LA. An evaluation of basic articulators and their concepts: part I—basic concepts. J Prosthet Dent 1963;13:622-43. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(63\)90133-1](https://doi.org/10.1016/0022-3913(63)90133-1)

13. STRACKE EN. The history of articulators: from facebows to the gnathograph, a brief history of early devices developed for recording condylar movement: part II. J Prosthodont. 2002;11(1):53-62. DOI: [10.1111/j.1532-849x.2002.00053.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849x.2002.00053.x)
14. WEINBERG LA. An evaluation of basic articulators and their concepts: part III—fully adjustable articulators. J Prosthet Dent. 1963;13:873-88. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(63\)90231-2](https://doi.org/10.1016/0022-3913(63)90231-2)
15. WEINBERG LA. An evaluation of basic articulators and their concepts: part IV—fully adjustable articulators. J Prosthet Dent. 1963;13:1038-54. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(63\)90257-9](https://doi.org/10.1016/0022-3913(63)90257-9)
16. STRACKE EN. The history of articulators: "scribing" articulators: those with functionally generated custom guide controls, part I. J Prosthodont. 2004;13(2):118-28. DOI: [10.1111/j.1532-849X.2004.04018.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2004.04018.x)
17. HERMANN P. Gnatológia. Második ed. Budapest: Semmelweis Kiadó és Média Kft.; 2024. pp.222-252
18. JAIN AR. Articulators through the years revisited: From 1971-1990. International Journal of Pharma and Bio Sciences 2016;7(4):540-7. DOI:[10.22376/ijpbs.2016.7.4.b540-547](https://doi.org/10.22376/ijpbs.2016.7.4.b540-547)
19. DOSHI KN, SATHE S, DUBEY SA, BHOYAR A, DHAMANDE M, JAISWAL T. A Comprehensive Review on Virtual Articulators. Cureus. 2024;16(1):e52554. DOI: [10.7759/cureus.52554](https://doi.org/10.7759/cureus.52554)
20. KORLAKUNTE PR, ALJANAKH M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. J Clin Diagn Res. 2014;8(7):Ze25-8. DOI: [10.7860/JCDR/2014/8929.4648](https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/8929.4648)
21. LEPIDI L, GALLI M, MASTRANGELO F, VENEZIA P, JODA T, WANG HL, et al. Virtual Articulators and Virtual Mounting Procedures: Where Do We Stand? J Prosthodont. 2021;30(1):24-35. DOI: [10.1111/jopr.13240](https://doi.org/10.1111/jopr.13240)
22. NEMES B. Állkapocsízületi diszfunkció kezelése skeletális horgonylattal kombinált fogszabályozással. Orvosi Hetilap. 2024;165(37):1472–7. <https://doi.org/10.1556/650.2024.33119>
23. MARTIN D, COCCONI R. Orthodontic dental casts: the case for routine articulator mounting. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2012;141(1):8-14. DOI: [10.1016/j.ajodo.2011.11.007](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.11.007)
24. CORDRAY FE. The importance of the seated condylar position in orthodontic correction. Quintessence Int. 2002;33(4):284-93.
25. CORDRAY FE. Three-dimensional analysis of models articulated in the seated condylar position from a deprogrammed asymptomatic population: a prospective study. Part 1. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;129(5):619-30. DOI: [10.1016/j.ajodo.2004.10.015](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.10.015)
26. CORDRAY FE. Articulated dental cast analysis of asymptomatic and symptomatic populations. Int J Oral Sci. 2016;8(2):126-32. DOI: [10.1038/ijos.2015.44](https://doi.org/10.1038/ijos.2015.44)