

Állkapocsízületi működés digitális mozgáselemzővel történő vizsgálata

Tézisfüzet

Dr. Jász Bálint

Semmelweis Egyetem Doktori Iskola

Fogorvostudományi Tagozat



Témavezetők: Dr. Jász Máté, Ph.D., egyetemi adjunktus

Hivatalos bírálók: Dr. Baráth Zoltán, Ph.D., egyetemi tanár

Dr. Vaszilkó Mihály, Ph.D., egyetemi docens

A komplex vizsgabizottság elnöke:

Dr. Gera István, CSc., professzor emeritus

A komplex vizsgabizottság tagjai:

Dr. Kerémi Beáta, Ph.D., egyetemi docens

Dr. Sándor Balázs, Ph.D., egyetemi adjunktus

Budapest

2025

1. Bevezetés

Az articulatio temporomandibularis (TMI) vagy egyszerűen csak állkapocsízület egy, a koponyaalapon található páros, korlátolt szabad ízület. Elfogltság nélkül állítható, hogy több szempontból is ez testünk egyik, ha nem a legkülönlegesebb ízülete. Az anatómiai adottságok alapján a TMI két ízületre osztható. A mandibula és a discus közt létrejövő disco-mandibularis valamint a discus és az os temporale közt létrejövő disco-temporalis ízületre. Ennek nem csupán anatómiai jelentősége van, hanem sokkal inkább funkcionális. A két ízületben két eltérő mozgás tud létrejönni. A disco-mandibularis ízületben rotációs (forgó) míg a disco-temporalis ízületben egy transzlációs (csúszó) mozgás jöhet létre. A szájnýtás és különböző állkapocs mozgások során ezek a mozgások jelennek meg többségében egyidőben, keverve, ritkán külön-külön is.

A mozgások mellett klinikai szempontból rendkívül nagy szerepe van egyes statikus mandibula pozícióknak. Ezeknél minden esetben a condylus fossában elfoglalt pozíciója, a rágóizmok aktivitása és a fogérintkezések együttesen határozzák meg az adott helyzetet. Ilyen kitüntetett pozíció a **centrális relációs fejecshelyzet (CR)**. Ebben a helyzetben a condylusok a fossa articularisban egy felső-első pozíciót foglalnak el, az eminentia articularis hátsó feléhez közel. Ezt az állapotot a rágóizmok alpműködése hozza létre. A jelentősége ennek a pozíciónak, hogy jól reprodukálható megtartott fogazattal rendelkező és fogatlan páciensek esetében egyaránt. A maximális **interkuspidációs pozíció (IKP)** egy a fogak által meghatározott pozíció, hívják maximális fogérintkezésnek is. Ebben az esetben a condylusok fossában elfoglalt helyzete nem egyértelműen definiált és minimális izomaktivitással jár együtt a létrehozása. Jelentősége, hogy megtartott fogazatú páciensek esetében ez a legkönnyebben és legegyszerűbben reprodukálható pozíció. Az ízület szempontjából a harmadik meghatározó pozíció a **retrális kontakt pozíció (RKP)**. Itt a condylus a fossa articularis

hátsó felét éri el. A jelentősége, hogy szintén jól reprodukálható és a condylusok ilyenkor vannak a lehető legdorsalisabb helyzetben.

A TMI-t vizsgáló kutatások 100 éve konstans, állandó pontja a kitüntetett ízületi pozíciók és az ízület mozgásainak a vizsgálata. Fentiek vizsgálatára az egyik legalkalmasabb módszer az axiográfia. Ezek az eszközök kezdetben analóg módon, a technika fejlődésével, napjainkban digitálisan működnek. Az axiográfia egy több mint 100 éve létező vizsgáló metódus. A napjainkban használt digitális eszközök sok esetben már nem is valódi axiográfok hanem digitális mozgáselemzők. A felhelyezésük során ugyanis nem feltétlenül pontosan a condylus forgástengelyénél történik a regisztráció, hanem sok esetben a hallójáratba rögzíthetőek, kalibrálhatóak ezek a készülékek. A modern eszközök ultrahangos, infravörös vagy optikai követési elven működnek, ezzel rendkívül nagy pontosságot lehetővé téve.

Az előbbieken leírt komplex ízületi felépítés, az abból következő komplex mozgások, a CR meghatározással kapcsolatban nap mint nap tapasztalt kihívások számos kérdést vetnek fel, melynek megválaszolásában újszerű megközelítést tesznek lehetővé a digitális mozgáselemzők. A többségében már évtizedek óta újra és újra felmerülő kérdések ezen új vizsgálóeszközzel történő megválaszolását választottam doktori disszertációm témájaként.

2. Célkitűzések

A gnatológia tudományterületén a mai napig számos megosztó téma, fogalom van jelen, ahol valamiért nem alakult ki széles körben, nemzetközileg elfogadott konszenzus. Ezek közül az egyik a szakirodalomban javasolt, eltérő CR meghatározási módszerek közti lehetséges különbségek. A másik a szájnýtás első szakaszában megjelenő forgómozgás kérdése. A fenti kérdések tisztázására két vizsgálat került kidolgozásra.

Az első vizsgálat célja megtartott fogazatú pácienseknél javasolt, CR meghatározási módszerek összehasonlítása volt. Annak a vizsgálata, hogy a tankönyvekben és kézikönyvekben leírt különböző módszerek segítségével meghatározott alsó-felső állcsontviszonyok hogyan viszonyulnak egymáshoz.

A második vizsgálat célkitűzése annak megállapítása, hogy szájnýtás során történik-e tiszta rotáció vagy a rotáció mellett translációs mozgás is jelen van-e? Amennyiben megjelenik, ez azonnal az első pillanattól kezdve történik vagy esetleg a szájnýtás egy kicsit későbbi szakaszában csak.

Vizsgálatunkban tehát az alábbi két nullhipotézis került felállításra:

1. *Az eltérő alsó-felső állcsontviszony meghatározására szolgáló módszerek **nem** ugyan azt az alsó-felső állcsontviszonyt határozzák meg*
2. *A szájnýtás kezdeti szakaszában **nincsen** transláció nélküli, tiszta forgómozgás.*

3. Módszerek

A vizsgálat a Semmelweis Egyetem Fogpótlástani Klinikáján zajlott 2013 és 2020 között. A kutatást a Semmelweis Egyetem Etikai bizottsága 92/2013 számon engedélyezte és tartja nyilván. Az egyes CR meghatározási módokat összehasonlító vizsgálatban 34, míg a másik esetben 46 önkéntes vett részt. Az első esetben 24 nő és 10 férfi résztvevő szerepelt, az átlagéletkoruk 29,1 ($\pm 7,3$) év volt. A szájnýtás vizsgálatában 31 női és 15 férfi önkéntes vett részt, az átlagéletkor 28,6 ($\pm 7,1$) év volt. Minden vizsgálatban résztvevő páciens tájékoztattunk a kutatásról és beleegyező nyilatkozatot töltöttek ki. A vizsgálatban való részvételnek a következő feltételei voltak:

1. Általános jó egészségi állapot és fog- illetve állkapocsfejlődési rendellenesség hiánya.
2. Egészen megtartott vagy pótoltt fogazat. A bölcsességfogak hiánya nem minősült foghiánynak.
3. Amennyiben a páciensnek fogpótlása volt, a pótlás vezető felszínként nem vehetett részt az artikulációs mozgásokban.
4. A páciensnél nem történt korábban fogszabályozó kezelés.
5. Craniomandibularis dysfuncióra (CMD) utaló panaszok (sem myogen, sem intracapsularis) nem szerepeltek az anamnézisben és a vizsgálat pillanatában sem álltak fent.
6. A felvett anamnézis és fogorvosi vizsgálat alapján a résztvevőnél nem fordult elő bruxizmus vagy egyéb parafunkció, illetve kóros fogvezetés (pl. hyperbalance vezetés).

Az első vizsgálati alkalommal anamnéziszfelvelet és betegvizsgálat történt, valamint ezen alkalommal készült el a páciensekről egy alsó és egy felső C-

szilikon tanulmányi lenyomat. Az ebből készült tanulmányi mintára készítette el a fogtechnikai labor az intraorális rajzolókészüléket. A vizsgálatok a második és harmadik vizit során kerültek elvégzésre. A vizsgálóeszköz mindkét esetben a KaVo Arcus Digma II ultrahangos elven működő digitális mozgáselemző készülék volt. Ezen az alsó állcsonthez kapcsolódva 4 jeladó, a felső állcsonthez kapcsolódóan 8 szenzor található. Az ultrahangos módszer előnye, hogy igen sűrű, másodpercenként 50 mintavételezést tesz lehetővé. Ezeknek a 0,02 másodpercenkénti statikus pozícióknak az összefűzéséből jön létre egy dinamikus mozgáspálya. A kalibrált pontok mozgása így gyakorlatilag egy 50 képkocka/másodperc felbontásban jeleníthető meg, a gyártó adatai alapján 50 μm -es pontossággal. A mérések megkezdése előtt szükséges az eszköz kalibrációja. A vizsgálat során mindvégig az „arbitrary axis” kalibráció történt. Ennek a neve ugyan megtévesztő lehet, de ezen beállítás során egy tetszőleges síkhoz lehet kalibrálni. Vizsgálatunkban ez a sík minden esetben a Frankfurti-horizontális sík volt. A kalibráció eredményeként egy háromdimenziós koordináta-rendszer jön létre, aminek origója az IKP és minden további condylus pozíciót ebben a virtuális koordináta rendszerben helyez el a mérőműszer szoftvere. Minden egyes mérési ponthoz annak háromdimenziós koordináta értékét párosítja. A kezdeti lépések után különböző vizsgálati modulok érhetőek el. Ezek közül a „motion analysis” és az „EPA” (Electronic Position Analysing) modulok használatával történtek a vizsgálatok.

A CR meghatározási módok vizsgálata során a kiindulási pozíció a reprodukálhatóság, az összehasonlíthatóság és az eszköz kalibrációs tulajdonságai miatt minden esetben az IKP volt. Ezt követte a különböző CR meghatározási módszerekkel felvett pozíciók rögzítése. Ezek a következők voltak:

(1) Az intraoralis rajzolókészülékkel meghatározott nyílhegy csúcsa. Ebben az esetben a technikai alkalmazhatósága érdekében minimális vertikális nyitásra volt szükség (tehát a fizikai harapási magasság emelésére).

(2) Az intraoralis rajzolókészülékkel meghatározott addukciós mező. Ennél a módszernél is minimálisan emelt fizikai harapási magassággal történt a mérések elvégzése.

(3) A Dawson féle műfogással meghatározott pozíció.

(4) A nyelv hegyének a palatum rugae területére helyezésével (nyfe). Ennek a módszernek a leírása Walter Wild svájci fogorvos nevéhez fűződik. Linguomandibuláris homotrópia néven nevezte el a jelenséget, ami során a nyelv mozgatásával történik meg a mandibula CR helyzetbe való mozdítása.

(5) A nyelv hegyének kemény és lágy szápad határához történő hátrahúzásával meghatározott pozíció (nyfh). Szintén a fentebb leírt linguomandibularis homotrópia elvéhez kapcsolódik.

(6) A mandibula páciens által hátrahúzott helyzete. Más néven aktív retrúzió.

(7) Utolsóként pedig az állkapocs operátor által hátratolt helyzete. Ebben az esetben a vizsgáló személy nyugalmi helyzetből 20 N erővel tolta hátra a mandibulát. Ez utóbbi két módszerrel ellenőrizhetővé vált, hogy a korábbi módszerek, nem okoznak-e túlságosan hátrapozicionált állkapocspozíciót.

A szájnnyitás vizsgálata során szintén az IKP volt a kalibrációs pont és ebből a pozícióból történt a szájnnyitás indítása is. Az Arcus Digma Motion Analysis módjával történt a mérések elvégzése. A két vizsgálat adatainak feldolgozása gyártó saját programja (KaVo KiD) került felhasználásra.

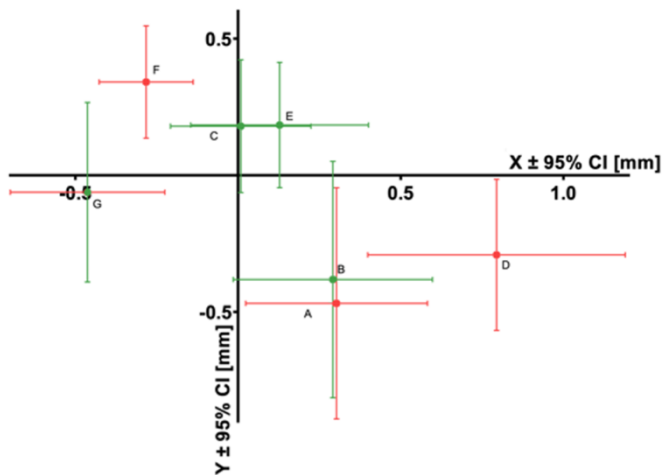
Az adatok strukturálását követően az egyes CR pozíciókat vizsgáló kutatásban először minden módszer esetében az origótól való eltérések átlagolása történt meg az egyes tengelyek mentén. Oldalanként és a két oldalt összevonva egyben is megvizsgáltuk az értékeket. Ezt követően a 95%-os konfidenciaintervallum (95CI) számítása történt.

A szájnýtást vizsgálata során a nyers adatok exportálása után a további adatelemzéshez, mivel a mintavételezés egy adott időszáiban és nem adott szájnýtási pozíciókban történt, köbös spline interpolációt használtunk. Ezzel biztosított volt az adatok újravételezése, hogy minden egyes mérésből minden egyes értékre legyenek adatok. Ez lehetővé tette az átlagolást és a mérések további statisztikai kiértékelését.

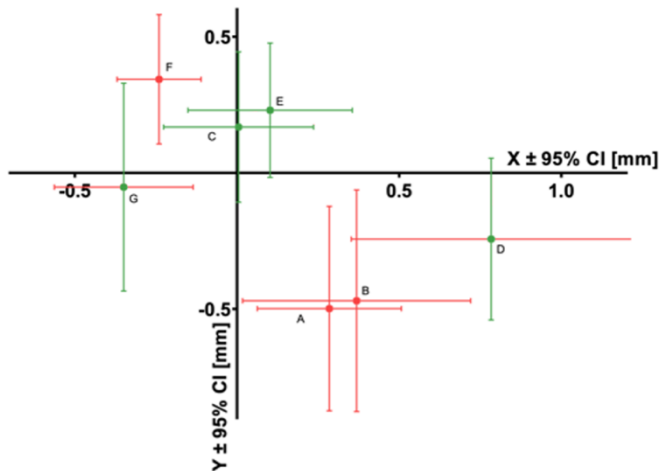
4. Eredmények:

CR meghatározási módokat összehasonlító vizsgálat

Az egyes módszerekhez tartozó koordináták origótól való eltérése az x, y és z tengelyen került feltüntetésre 95%-os konfidencia intervallummal. A haránt irányú, z tengely mentén az egyes pozíciók közötti eltérés 0 mm, 95% CI [-0.03, 0.03] volt. Ezen értékek így a vizsgálat során nullának voltak tekinthetőek mindkét oldal esetében. Két technikával meghatározott módszer adódott, amely nem tért el szignifikánsan egyik oldalt és egyik tengely mentén sem az IKP-tól (origótól). Ezek a Dawson féle bimanuális manipulációval illetve a linguomandibularis homotrópia elvén alapuló nyelv kemény és lágyszájpad helyezésével meghatározott pozíciók voltak. Az összes többi módszer legalább egy tengely mentén, legalább egy oldalon szignifikáns eltérést mutatott. (1. és 2.ábra)

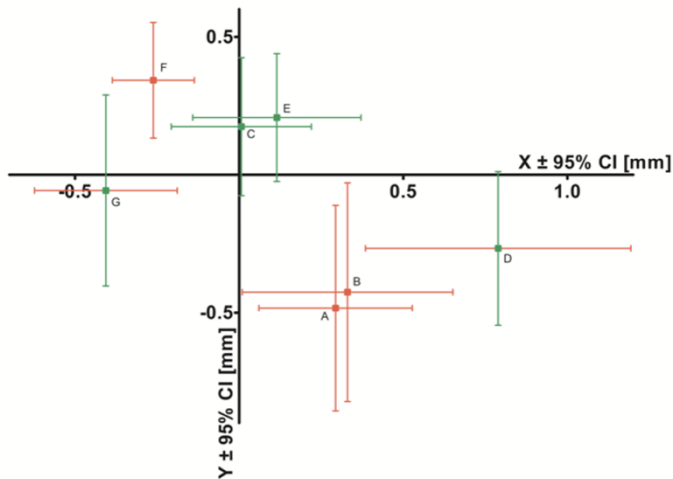


1.ábra. A condylus eltérései a IKP-től (origó) különböző CR-meghatározási technikák után a bal oldalon: a nyílhegy csúcsa (A), az addukciós mező (B), a Dawson-technika (C), a nyelv szájpadrásra helyezése rugaek területén (D), a nyelv a kemény-lágy szájpadrás határára emelés (E), az aktív retrúzió (F) és a passzív retrúzió (G). Az IKP-től való szignifikáns eltéréseket (azaz sagittalis: $x \neq 0$, verticalis: $y \neq 0$) piros értékek jelzik, a szignifikánsan el nem térő értékek zölddel jelöltek.



2.ábra. A condylus eltérései a IKP-től (origó) különböző CR-meghatározási technikák után a bal oldalon: a nyílhegy csúcsa (A), az addukciós mező (B), a Dawson-technika (C), a nyelv szájpadrásra helyezése rugaek területén (D), a nyelv a kemény-lágy szájpadrálás határára emelés (E), az aktív retrúzió (F) és a passzív retrúzió (G). Az IKP-től való szignifikáns eltéréseket (azaz sagittalis: $x \neq 0$, verticalis: $y \neq 0$) piros értékek jelzik, a szignifikánsan el nem térő értékek zölddel jelöltek.

A két oldalt átlagolva vizsgálva a fentiekkel megegyező eredmény olvasható le. (3.ábra)

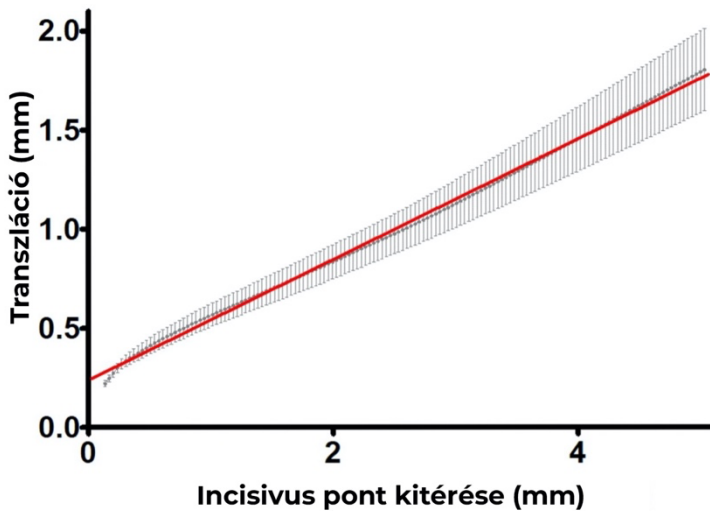


3.ábra. A condylus eltérései a IKP-től (origó) különböző CR-meghatározási technikák után a két oldal átlagát tekintve: a nyílhegy csúcsa (A), az addukciós mező (B), a Dawson-technika (C), a nyelv szájpaddlásra helyezése rugaek területén (D), a nyelv a kemény-lágy szájpaddlás határára emelés (E), az aktív retrúzió (F) és a passzív retrúzió (G). Az IKP-től való szignifikáns eltéréseket (azaz sagittalis: $x \neq 0$, verticalis: $y \neq 0$) piros értékek jelzik, a szignifikánsan el nem térő értékek zölddel jelöltek.

A szájnnyitás során történő mozgások vizsgálata

A szájnnyitás vizsgálata során lineáris regresszióval kvantifikáltuk a transláció és a nyitás összefüggését. Lineáris regresszió során kapott legjobban illeszkedő ($R^2 = 0,9981$) egyenes determinációs együtthatójaként (R^2) 0,9981-et, meredekségeként 0,3044-et kaptunk (95% konfidencia intervallum: 0,3023- 0,3065). Ez a meredekség szignifikánsan ($p < 0.0001$) eltér a csak forgómozgást jelentő 0 meredekségtől, vagyis a vízszintes

egyenestől. (4.ábra) Fontos megemlíteni, hogy a szájnyitás első 0,2 mm-t az ott keletkező műtermék miatt nem vettük figyelembe.



4.ábra. A condylusok transzlációs mozgása az incisípus pont elmozdulásának függvényében és az erre legjobban illeszkedő (lineáris) regressziós egyenes. Az adatok az átlagokat $\pm 95\%CI$ -t mutatják; $n=46$.

5. Következtetések:

CR meghatározási módokat összehasonlító vizsgálat

A klinikai gyakorlatban leggyakrabban használt CR meghatározási módok vizsgálata során kapott eredmények alapján a következő megállapítások tehetők.

- Jelen vizsgálat alapján, megtartott vagy pótoltt fogazatú, ép állkapocsízületi működéssel bíró páciensek esetében a kalibrált IKP-tól szignifikáns eltérést nem mutató CR meghatározási metódus a Dawson féle bimanuális manipuláció, és a lingumandibularis homotrópia a nyelv kemény és lágy szájpad határára helyezésével.
- Amennyiben a nyelvet a rugaek területére helyezi a páciens vagy intraorális rajzolókészülékkel történik a CR pozíció meghatározása (nyílhegy rajzolattal vagy addukciós mező használatával), akkor jelen vizsgálat eredményei alapján anterior irányba történő eltérés várható. Ennek a mértéke azonban néhány tized mm ami az ízület méreteihez képest nem jelentős eltérés. Így egyértelműen nem jelenthető ki, hogy ezeknek a technikáknak a használata ellenjavalt lenne.
- Jelen vizsgálat eredményei alapján egyértelműen retrudált condylus pozíciót eredményez a mandibula aktív és passzív hátra mozdítása. Ezeknek a módszereknek a használata éppen ezért mindenképpen kerülendő.

A felállított nullhipotézist így megerősítettük.

A szájnnyitás során történő mozgások vizsgálata

A szájnnyitás ultrahangos mozgáselemzővel történő vizsgálatának eredményei alapján kijelenthető, hogy a nyitás legelső fázisától (a kezdeti 0,2 mm után) a tiszta forgómozgással együtt translációs mozgás is megjelenik.

A kérdésben felállított nullhipotézis így megerősítésre került.

Összességében

A két vizsgálat közös konklúziójaként levonható, hogy fontos a megfelelő CR meghatározási módszer használata. Ha ugyanis a CR meghatározási módszer OVD változtatást eredményez, az kis mértékű translációval jár együtt. Ezen okból kifolyólag határoznak meg ventralisabb condylus pozíciót az intraoralis rajzolókészülékkel meghatározott CR metódusok a fenti vizsgálatban. Ez pedig a fogpótlás minimálisan protrudáltabb pozícióban történő elkészítését eredményezheti.

Az értekezés témájában megjelent publikációk

Jász B., Ambrus S., Garay T., Schmidt P., Hermann P., Körmendi S., & Jász M. (2024). Different methods of determining centric relation – comparison with a digital mandibular motion analyser. BMC ORAL HEALTH, 24(1).

IF: 2,6

Jász B., Balogh T., Ambrus S., Schmidt P., Bányai G. L., Körmendi S., Jász M. (2024). Pure rotation in the temporomandibular joint during jaw opening? A digital motion analysis. BDJ Open, 10(1).

IF: 2,5

Az értekezés alapját nem képező közlemények

Jász B., König J., Déri T., Kádár L., Hermann P., Körmendi S. (2023). Mandibularezekált páciens protetikai ellátása. FOGORVOSI SZEMLE, 116(1), 15–24.

Jász B., Jász M., Körmendi S., Joós-Kovács G., Vecsei B., Hermann P., Borbély J. (2022). Ex vivo digital comparison of four impression techniques using an industrial laser scanner. STOMATOLOGY EDU JOURNAL, 9(1), 21–26.

Hermann P., **Jász, B.**, Jász M., Kőrmendi Sz. A lenyomatvétel anyagai, eszközei, technikái

In: Hermann, P; Kispélyi, B (szerk.) Fogpótlástan 1-2

Budapest, Magyarország : Semmelweis Kiadó és Multimédia Stúdió (2022)
1,248 p. pp. 203-257. , 56 p.

Jász M., König L., **Jász B.** (2022). Az egyes fogpótlástípusok cementezésének menete.

In: Hermann, P; Kispélyi, B (szerk.) Fogpótlástan 1-2

Budapest, Magyarország : Semmelweis Kiadó és Multimédia Stúdió (2022)
1,248 p. pp. 517-530. , 13 p.