

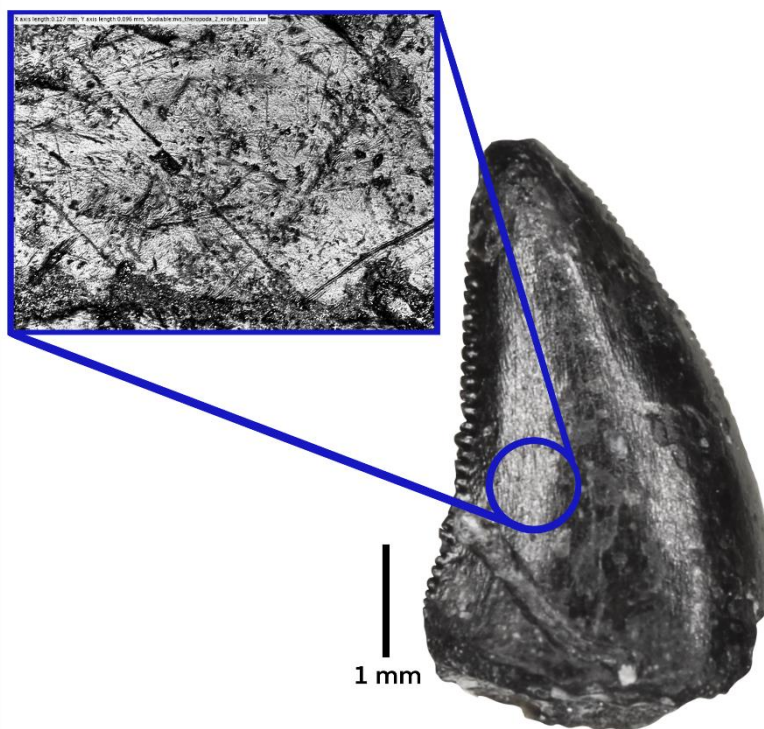
A MAGYARORSZÁGI KÉSŐ-KRÉTA THEROPODA FOGAK MORFOLÓGIAI ÉS TÁPLÁLKOZÁSÖKOLÓGIAI ALAPÚ ÖSSZEHASONLÍTÁSA MÁS EURÓPAI LELETEKKEL

Kolláti Réka

III. éves Földtudományi BSc szakos hallgató

Geológia specializáció

Témavezető: Dr. Ósi Attila



Eötvös Loránd Tudományegyetem

Budapest

2022



Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
Absztrakt.....	4
1. Bevezetés.....	5
2. Anyag és módszerek	6
2.1. A vizsgált leletanyag	6
2.2. Vizsgálati módszerek	7
3. A hazai és más európai lelőhelyek földtani és időbeli helyzete	9
3.1 Gams, Ausztria.....	9
3.2. Tiefengraben, Ausztria	9
3.3 Iharkút és Ajka, Magyarország	10
3.4. Lano, Spanyolország	11
3.5. Hátszegi-medence, Erdély	11
3.6. Vitrolles, Franciaország.....	11
4. Eredmények.....	12
4.1. Morfológiai leírás	12
4.1.1. Paraves csoport:	13
4.1.2. Theropoda indet. 1. csoport:.....	13
4.1.3. Theropoda indet. 2. csoport:.....	14
4.1.4. Paronychodon sp csoport:.....	14
4.1.5. Tetanurae csoport:	14
4.2. A vizsgált fogak összehasonlítása a többi európai formával	15
4.3. 2D Morfometria főkomponens elemzéssel.....	17
4.4. Makrokopás jellemzés	19
4.5. Mikrokopás elemzés.....	20
4.5.1. 2D mikrokopás eredmények	21
4.5.2. 3D mikrokopás eredmények	23
5. Diskusszió	25
5.1. Taxonómiai következtetések.....	25
5.1.1. Paraves indet. és lehetséges rokonai	25
5.1.2. A nagy testű Tetanurae ragadozók.....	26
5.1.3. Theropoda indet. 1-2. fogak	26
5.1.4. Paronychodon fogak.....	26
5.2. Táplálkozás ökológiai kérdések	27
Köszönetnyilvánítás	29

Irodalomjegyzék	30
Függelékek.....	35

Absztrakt

A világon számos lelőhelyen kerülnek elő ragadozó dinoszaurusz (Theropoda) leletek, köztük hazánkban Iharkúton és Ajkán is. Ezek között a leletek között a leggyakoribb elemek a fogak. A fogak külső rétege, a zománc igen ellenálló anyag, így ezek sokkal jobb állapotban képesek fennmaradni, akár szállítódás esetén is, mint a csontok. Kutatásomban a legfontosabb késő-kréta, közép-európai lelőhelyekről vizsgáltam Theropoda fogakat, hogy összehasonlításukkal megtudjuk, mekkora hasonlóság volt a térben és időben eltérő, mégis egymáshoz viszonylag közelálló lelőhelyek Theropoda faunája között, mind a fogak morfológiáját, mind a táplálkozásból eredő fogkopást vizsgálva.

Az iharkúti, illetve ajkai (santoni) Theropoda fogak állnak a kutatásom középpontjában, melyek között összesen 7 taxont lehet elkülöníteni: *Paronychodon* sp., *Paraves* indet. 1., *Paraves* indet. 2., *Paraves* indet. 3., *Theropoda* indet. 1., *Theropoda* indet. 2., illetve *Tetanurae*. Ezeket vetettem össze, Lano-i, Gams-i, Tiefengraben-i, Vitrolles-i, illetve Hátszegi-medence beli fogakkal, melyek kiváló összehasonlítást nyújtanak az európai késő-kréta Theropodák táplálkozásökológiájának jobb megismeréséhez.

A példányok méreteit mikroszkóppal, tolómérővel, illetve fotók alapján mértem, vagy adatbázisokból kigyűjtött adatokkal dolgoztam. A morfometriai összehasonlításhoz ezeket az adatokat használtam fel. A mért paraméterek logaritmizált adatait többváltozós főkomponens (PCA) elemzéssel vizsgáltam, mely kimutatta a csoportok közti eltéréseket és átfedéseket. Bár a fogak mérete nagyban befolyásolta a taxonok egymáshoz viszonyított elhelyezkedését, a recézettség, továbbá egyéb alaktani sajátosságok (pl. korona felszíni díszítettsége) elkülönítették egymástól a csoportokat. A fogkopás elemzéshez kiválasztott példányokon konfokális mikroszkóp segítségével készítettem el a vizsgált területek leképezését, melyek az elemzések alapját adták. A mikroszkóppal 100x-os nagyításnál készültek 2D, illetve 3D felvételek is a kopott zománcfelületről, melyek közül a 2D felvételeket aztán a Microware szoftver segítségével elemeztem. A fogak felszínén egyaránt látszódnak karcok és kisebb gödrök is, de ezek a táplálkozásból eredő nyomok a Theropodák esetében csak a fog legkülső felszínén, a zománcra jelennek meg, a dentint nem, vagy nagyon ritkán érik el. A kutatás bizonyítja, hogy bár ezek a lelőhelyek mind más időszakot képviselnek, a Theropoda faunák morfológiában és táplálkozásban sok hasonlóságot mutatnak egymással. Kutatásaim további fázisában tervezem kibővíteni az adatbázist más lelőhelyek Theropoda anyagával is, mely

nagyban segít megérteni a táplálkozásökológiai szempontból szinte alig ismert, döntően ragadozó, de feltehetően nem minden esetben húsevő Theropodak csoportjait.

1. Bevezetés

A Theropoda dinoszauruszok az Archosauria őshüllők közé tartoztak, és az egyik legsikeresebb csoportot alkották, melyek mai leszármazottai a madarak. A Theropodak két lábon járó ragadozó dinoszauruszok voltak, és igen változatosak lehettek mind méret, mind alak szempontjából (Frederickson, 2018, Hendrickx et al. 2019). Más hüllőkhöz hasonlóan a Theropoda dinoszauruszok is rendszeresen váltottak a fogaikat életük során (Edmund 1960, Smith et al., 2005, Hendrickx et al., 2015). A fogak sok információt hordoznak paleoökológiai, paleodiverzitási szempontból, és akár segíthetnek megismerni a Theropodak morfológiai, testméretbeli, illetve táplálkozásbeli különbségeit is (Hendrickx et al., 2019).

A Theropoda fogak már első ránézésre is igen változatosak lehetnek, már ha csak a méretet vesszük szempontnak. Azonban közelebbről nézve, mikroszkópon számos további morfológiai tulajdonságot lehet felfedezni, ami alapján külön csoportokra lehet őket osztani. A recézettség megléte, illetve sűrűsége, a keresztmetszet, a korona hajlási szöge, mind-mind olyan tényező, ami alapján meg lehet különböztetni egymástól ezeket a fogakat. Azt azonban figyelembe kell venni, hogy az egy állkapocsban lévő fogak sem mind egyformák (Smith et al., 2005). Theropodaknál is megfigyelhető bizonyos mértékű heterodont fogazat, ha nem is olyan értelemben, mint egy emlős fogazatánál. Az állkapocsban előrébb elhelyezkedő, rostralis fogak általában kicsit kerekesebb, míg a hátrébb lévő, posterior fogak oválisabb keresztmetszetűek, a leghátul lévő fogak pedig méretükben is kisebbek lehetnek (Smith et al., 2005, Hendrickx et al., 2019). E morfológiai szempontok alapján azonban jól használható következtetéseket lehet levonni a taxonómiai kutatásokhoz.

A fosszilis gerincesek táplálkozással kapcsolatos tulajdonságainak vizsgálatához néhány extrém, az emésztő rendszer egyes részeit is megőrző leletet leszámítva (Molnar&Clifford 2000, Varricchio 2001, Brown et. al., 2022) az egyetlen fizikailag is fennmaradó, vizsgálható anyag az állat fogazata. A fogak ugyanis az egyetlen olyan részei a csontváznak, melyek táplálkozás során érintkeznek az állat környezetével, és persze magával a táplálékkal. Ez pedig magával vonja azt, a kutatók számára igen fontos tény, hogy a fogak felületén a táplálék nyomot hagy. A Theropodaknál, mint minden más gerincesnél, a fog legkülső rétege a zománc. Ez a réteg igen ellenálló, ezért is maradhatnak fenn a fogak sok millió éven keresztül.

Kutatásom során az Iharkútról és Ajka határából előkerült gerinces leletanyag Theropoda fogait hasonlítottam össze más európai lelőhelyek Theropoda fogaival. A munkámat két fő szempont alapján végeztem. A morfológiai összehasonlítás során megállapítottam, hogy a lelőhelyek között hol van átfedés a csoportok jelenlétét illetően, vagy éppen milyen egymáshoz közeli rokonságba tartozó csoportokat lehet felismerni. A fogkopás vizsgálat során pedig a táplálkozásbeli hasonlóságokat, illetve különbségeket állapítottam meg. Tudomásom szerint eddig csak egy tanulmány született fogkopásvizsgálat témában, amely Theropodakkal foglalkozik (Ungar és Schubert, 2005), illetve egy szakdolgozat, melyben a Theropodak fogazatához hasonló recens varánuszokon vizsgálták a fogkopást, Peter Ungar vezetésével.

2. Anyag és módszerek

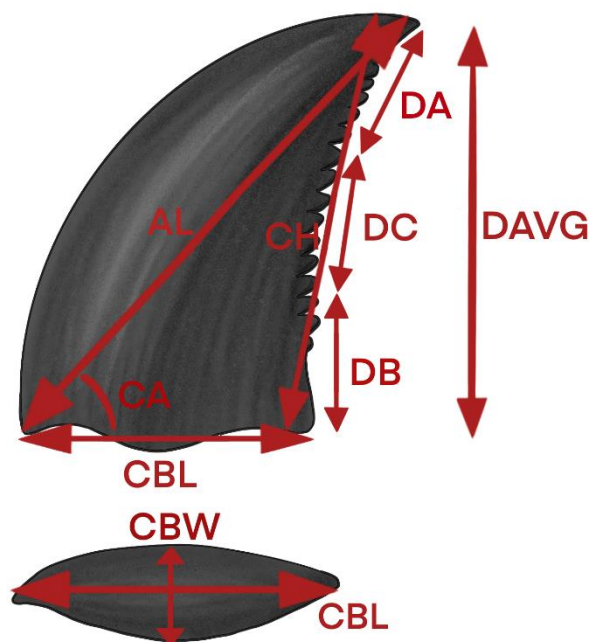
2.1. A vizsgált leletanyag

A kutatásom során vizsgált leletek többségét a Magyar Dinoszaurusz-kutató Expedíció során előkerült Theropoda leletek, azon belül is a fogak alkotják. Az általam személyesen vizsgált iharkúti anyag 53 Theropoda fogból áll, ami még kiegészül 3 ajkai Theropoda foggal. Ezek a leletek izolált fogak, így egyaránt kerültek az elemzésbe posterior, illetve anterior fogak is. A leletek a Magyar Természettudományi Múzeum Őslénytani és Földtani tárában kerültek elhelyezésre. Ezek között dolgoztam olyan példányokkal, melyek már leltári számmal rendelkeznek, akár publikálva is vannak, illetve olyanokkal is, melyek még besorolás alatt állnak. Az először általam mért példányok nevei állnak egy taxon névből, egy sorszámból, illetve az elemzésekhez kaptak egy lelőhelyet jelző szótagot is, ami a kutatás során elkülöníti ezeket a példányokat a már leltározott példányoktól.

Ezekhez a fogakhoz vettem hozzá néhány európai lelőhely Theropoda anyagát összehasonlításképpen. Hét lelőhelyről kerültek be adatok a kutatásba: Magyarországon kívül Erdélyből (Hátszegi-medence, Botfalvai et al., 2021), Ausztriából (Gams és Tiefengraben, Ősi et al., 2019, és Ősi et al., 2021), Franciaországból (Vitrolles, Valentin et al., 2012, Mechin gyűjtemény), illetve Spanyolországból (Lano, Isamendi et al., 2022) vannak leletek, melyeket részben személyesen, részben fotók alapján mértem le, illetve adatbázisokból gyűjtöttem össze.

2.2. Vizsgálati módszerek

A vizsgált fogakat első körben típusleírás nélküli sztereomikroszkóp alatt választottam külön csoportokra, melyeket később az elemzések segítségével pontosítottam. A leletek igen töredékesek, ezért a mért paramétereket esetenként becsléssel kellett kiegészíteni. Azokban az esetekben, mikor a becsléssel már túl nagy lett volna a hibafaktor, az adott paramétert kihagytam, így bizonyos elemzésekbe nem kerülhetett be az adott példány.



1. ábra: A fogakon mért paraméterek Smith et al., 2005-ös cikke alapján, angol nyelvű rövidítésekkel: apicalis korona hosszúság (AL-apical length), korona szög (CA-crown angle), korona alap hosszúság (CBL-crown base length), korona alap szélesség (CBW-crown base width) és korona magasság (CH-crown height).

Smith et al., (2005) munkáját követve a fogakon mért paraméterek a következők: apicalis korona hosszúság (AL-apical length), korona szög (CA-crown angle), korona alap hosszúság (CBL-crown base length), korona alap szélesség (CBW-crown base width) és korona magasság (CH-crown height). További paraméterek: korona alap hányados, CBR-crown base ratio, mely érték a CBW és a CBL hányadosaként jött létre, illetve korona magasság hányados, CHR-crown height ratio, mely a CH és a CBL elosztásával jött ki (Smith et al., 2005). A recézettség a mesialis és a distalis carinan is mérve lett. A carinak felső, középső és alsó 1mm-en is megszámláltam a recétet, melyekből aztán számoltam két átlag recézettségi értéket (a MAVG-average mesial denticle density, illetve a DAVG-average distal denticle density) (1. ábra) (Smith et al., 2005). A paramétereket a későbbiekben angolul rövidítve fogom említeni, hogy összevethetőek legyenek a forráscikkekben szereplő adatokkal.

Ezeket a paramétereket egy excel táblázatban rögzítettem (1. melléklet). Az adatok elemzése főkomponens elemzéssel (PCA) történt, melyet PAST3 alkalmazásban végeztem el. A mért változók logaritmizálás után kerültek felhasználásra a PCA elemzésben.

A méréseket közvetlenül a példányokon (iharkúti, ajkai, Tiefengraben-i leletek) mikroszkóppal és tolómérővel végeztem. A fotók alapján elérhető példányok esetében az ImageJ v.1.48 programmal dolgoztam és mértem a változókat, melyhez a legkisebb példányoknál digitális hordozható mikroszkóp segítségével készítettem a képeket.

A fogkopás vizsgálatokhoz a győri Széchenyi István Egyetem Belső Égésű Motorok Tanszékének laborjában készítettem 3D, illetve 2D képeket a leletekről. A zománc felületén keletkezett karcolásokat, kopásnyomokat néhány példánynál mikroszkópban is lehetett látni, sűrű fény mellett, 10x-es nagyítással, azonban a kisebb leleteknél ezt igen nehéz volt megállapítani.

A táplálkozásból eredő fogkopást bár elsőre könnyű lehet összetéveszteni a szállítódásból eredő karcolásokkal és sérülésekkel, azonban, ha a fog egészét nézzük, ki lehet szűrni ezeket a különbségeket. A fogaknak ebben a tekintetben a legérzékenyebb részük a carinak illetve a fog hegye. Szállítódás során ezek a részek lennének az elsők, amik elkopnak vagy letörnek. Az elemzésbe azonban csak olyan fogakat választottam, melyeknél ezek a részek épnek mondhatóak, és a legnagyobb valószínűséggel lehetett találni fogkopásvizsgálatra alkalmas felületet, a fog basalis része felé, minél közelebb a distalis carinához. A vizsgált Theropoda fogak közül összesen 15 példánynál volt lehetőségem fogkopásvizsgálatot elvégezni, melyekről előtte egy Nikon D5100 digitális tükörreflexes fényképezővel is készítettem közeli felvételeket. A kamerára egy Nikon AF-S Micro NIKKOR 60mm f2.8 G ED objektív volt felszerelve, melyen egy Aputure Amaran AHL-N60 LED körfény volt, ami megfelelően világította meg a fogakat.

A kiválasztott területek leképezését a Leica DCM 3D konfokális mikroszkóppal és annak gyári szoftverével végeztem, Leica HC PL Fluotar EPI lencsével 100x-os nagyítással. A kiexportált képeket használtam a tradicionális mikrokopás elemzésre, mely során a Microware v. 4.0 szoftverrel (Ungar, 2002) rögzítettem a kapott felszínen található gödröket és karcokat.

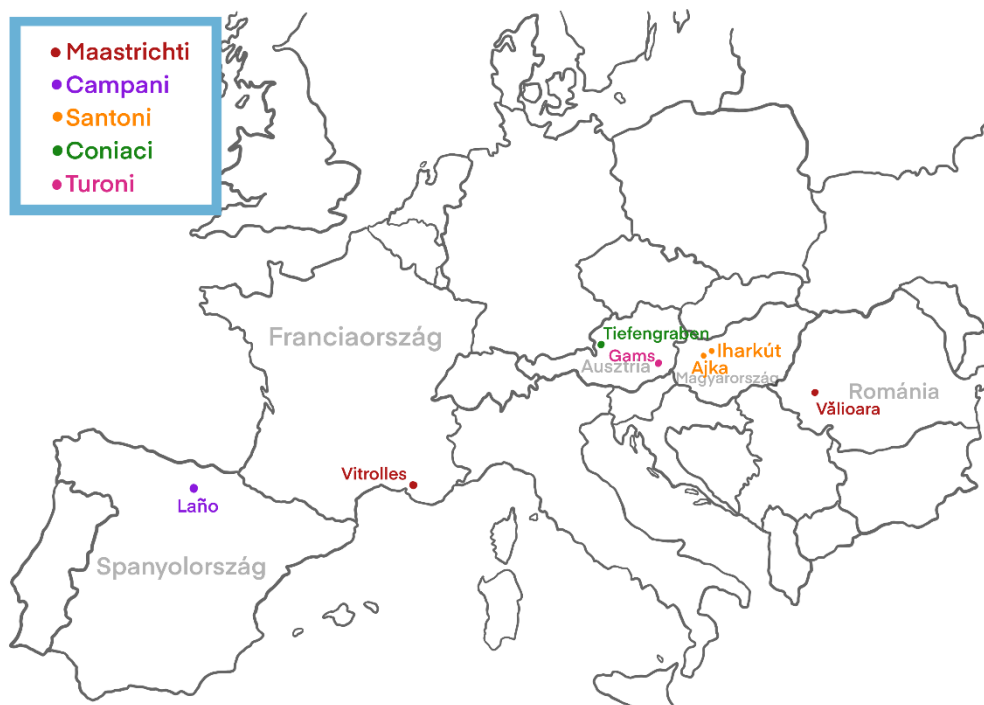
A konfokális mikroszkóp által, a 2D elemzés során is vizsgált területről generált pontfelhő elemzése révén kaptam 3D leképezést és annak meghatározott paraméterek általi értékeit is. Ezek a mérhető paraméterek a felszín komplexitása (Asfc-fractal complexity), ami a felszín érdekességét, struktúráját írja le, a felszín anizotrópiája (epLsar-length-scale anisotropy), ami a felszín struktúrájának irányítottságát adja meg, a maximális komplexitás (Smc-scale of max complexity), mely az Asfc finomskálás határait méri, ahol a magas Smc értékek kevesebb apró

jellemzőt jelentenek, illetve a komplexitás heterogenitása (HAsfc9), mely a vizsgált terület kisebb egységeinek eltérését adja meg a teljes vizsgált területhez viszonyítva (Scott et. al., 2006). Ezek területenkénti és taxononkénti összehasonlítása adja a 3D elemzés eredményét. A 2D és 3D elemzés adatait a 2., 3., és 4., függelék tartalmazza.

3. A hazai és más európai lelőhelyek földtani és időbeli helyzete

3.1 Gams, Ausztria

A Gams-i lelőhely Ausztria keleti részén található (2. ábra), ahol néhány méteres vastagságban bukkan ki a felszínre felső-kréta időszi kőzet, mely a Schonleiten Formáció része. A Gamsi-medence nyugati részén előbukkanó, turon időszi (Summesberger and Kennedy, 1996), vöröses-szürkés konglomerátumos, homokos, aleurolitos rétegek egyaránt reprezentálnak egykori szárazföldi, folyóvízi, illetve partközeli, sekélytengeri területeket is. Ezek között akad szénzsinórokat, vékony szenes réteget tartalmazó összlet is. Egy ilyen szénzsinórokat is tartalmazó, agyagos, aleurolitos rétegből kerültek elő a vizsgált Theropoda fogak (Ősi et al., 2019).



2. ábra: A kutatásomban vizsgált Theropoda fogak lelőhelyeinek földrajzi és időbeli helyzete.

3.2. Tiefengraben, Ausztria

A Tiefengraben-i lelőhely az ausztriai Schwarzenbach falutól nyugati irányban található (2. ábra). Egy egykori szénbánya határában egy patakmeder mentén tárulnak fel a felső-kréta rétegek. A mészmárgás, szenes, homokkőves rétegek közül egy szenes, barnás finom homok-aleurolit réteg bizonyult a leggazdagabbnak leletek szempontjából.

Ezek a rétegek partközeli-területet és kagylósrákok, puhatestűek és csillármoszatok fossziliái alapján édesvízi környezetet reprezentálnak, és valószínűleg a turoni és coniaci határra tehető időkben (Ősi et al., 2021).

3.3 Iharkút és Ajka, Magyarország

Az iharkúti lelőhely Magyarország észak-nyugati részén található, a Bakony hegységben (2. ábra). Ezen az egykori településen bauxitot bányásztak. A terület legidősebb kőzete felső-triász dolomit, ez a Fődolomit Formáció. Az ebben keletkezett karsztos mélyedésekben halmozódott fel a bauxit (Botfalvai et al., 2015).

A bauxit képződését követően az eróziós felszínre kavics, agyagmárga, homok, homokkő, illetve aleurolit telepedett. (Botfalvai et al., 2015) Ezek a kőzetek alkotják azt a (késő-kréta, santoni) (Gellai et al., 1985, Bodor és Baranyi 2012) rétegsort, melyek egy folyóvízi, mocsaras környezetet reprezentálnak. Ezt nevezzük Csehbányai Formációnak, mely a környező területen 50-200 m vastag (Botfalvai et al., 2016).

A formáció gerinces leletekben leggazdagabb rétege egy szürkés színű, agyagklasztos bázisbreccsa. Ez a réteg dolomitkavicsokat, agyagklasztokat, paleotalajt, homokszemcséket tartalmaz, amiben koprolitokat, magokat, illetve izolált és néha asszociált vagy artikulált csontokat és fogakat lehet találni (Ősi et al., 2012, Botfalvai et al., 2015, Ősi et al., 2019).

A fent részletezett üledékes kőzetrétegek egy folyórendszer eredményei, mely időszakosan elárasztotta a területet. Az üledékföldtani vizsgálatok alapján egy folyóvízi, ártéri környezetre lehet következtetni (Ősi és Mindszenty, 2009, Botfalvai et al., 2015, 2016)

A csonttartalmú rétegre egy vastagabb homokkőpadokat tartalmazó réteg települ, mely sokkal szegényebb leletekben, és csak elvétve lehet találni néhány levélmaradványt, illetve rossz állapotú csontot és fogat a réteg alján.

Ettől a területtől 25 km-re délnyugati irányban található Ajka városa, melynek határában a Csinger-völgyben a szintén santoni korú (Bodor és Baranyi, 2012) Ajkai Kőszén Formáció található. Az itt egykoron elterülő édesvízi mocsarakban kőszénben gazdag rétegek képződtek, melyeknek összvastagsága eléri a 100 métert, és részben eróziós diszkordanciával idősebb mezozoikumi rétegekre, vagy néhol a mélyebben húzódó Csehbányai Formáció vékony rétegeire rakódtak (Ősi et al., 2016). Ezek a rétegek nagyrészt mészmárgából, márgából,

aleuritből, változó mennyiségben szénzsinórokat tartalmazó agyagból és homokkőből épülnek fel. A vizsgált Theropoda fogak a kőszenes rétegek agyagosabb rétegeiből kerültek elő.

3.4. Lano, Spanyolország

A Lano-i gerinces lelőhely Vitoria-Gasteiz várostól déli irányban fekszik (2. ábra). A lelőhely egy elhagyott homokkő bánya területén van, mely 1,5 km-es hosszúságban fekszik kelet-nyugati irányban, és nagyjából 70 méter vastagon bukkannak elő a kontinentális és tengeri környezetben lerakódott közetrétegek. A szárazföldi gerinceseket tartalmazó rétegek a bánya alján fekszenek. Az egykori folyóvízi és ártéri terület üledékes rétegsorát korábban kora maastrichti korúnak határozták meg (Astibia et al., 1990), de később a litosztratigráfiai és magnetosztratigráfiai elemzések azt bizonyították, hogy a lelőhely legnagyobb része felső campani korú (Isasmendi et al., 2022).

A Sedano Formáció, amelyből a leletek előkerültek, egy partközeli régiót reprezentál. A sziliciklasztos kőzetből előkerült leletek nagy része vas-oxiddal borított.

3.5. Hátszegi-medence, Erdély

A Kárpátok déli részén, Romániában, Erdélyben fekszik a Hátszegi-medence (2. ábra). A medence a permtől a holocén időszakig terjedő rétegsorokkal van kitöltve, mely tartalmaz vastag maastrichti (felső-kréta) (Csiki et al., 2008, Vasile, 2008, Botfalvai et al., 2021) rétegeket is. Ezek a rétegek igen gazdagok gerinces leletekben, melyek a Hátszegi-medencében a medence nyugati és közép-keleti részei közt helyezkedik el. Ezen a területen két formáció van jelen, a Sînpetru Formáció és a Densuş-Ciula Formáció. A Valioara-i területen, ahol Kadić Ottokár is végzett kutatásokat, a Densuş-Ciula Formáció rétegei találhatók. A formáció alsó rétegei főként vulkanoklasztokat is tartalmazó alluviális üledékből állnak, innen származnak a kutatásba bekerült Theropoda fogak is (Botfalvai et al., 2021).

A Valioara-i Theropoda fogak az Nvs lelőhelyről kerültek elő, ahol a csonttartalmú réteg nagyjából 1,5 m vastag, szürke konglomerátum.

3.6. Vitrolles, Franciaország

A Vitrolles-i lelőhely az Aix-medencében fekszik, a Berre-tó közelében, Vitrolles városa mellett (2. ábra). Az itt található rétegek agyagból, márgából, homokkőből, illetve mészkőből állnak. A gerinces leletek egy 1,5 méter vastagon előbukkanó márgás rétegből kerültek elő (Valentin et al., 2012). Ez a réteg a Rognac-i mészkő réteg alatt van, és kerültek elő a

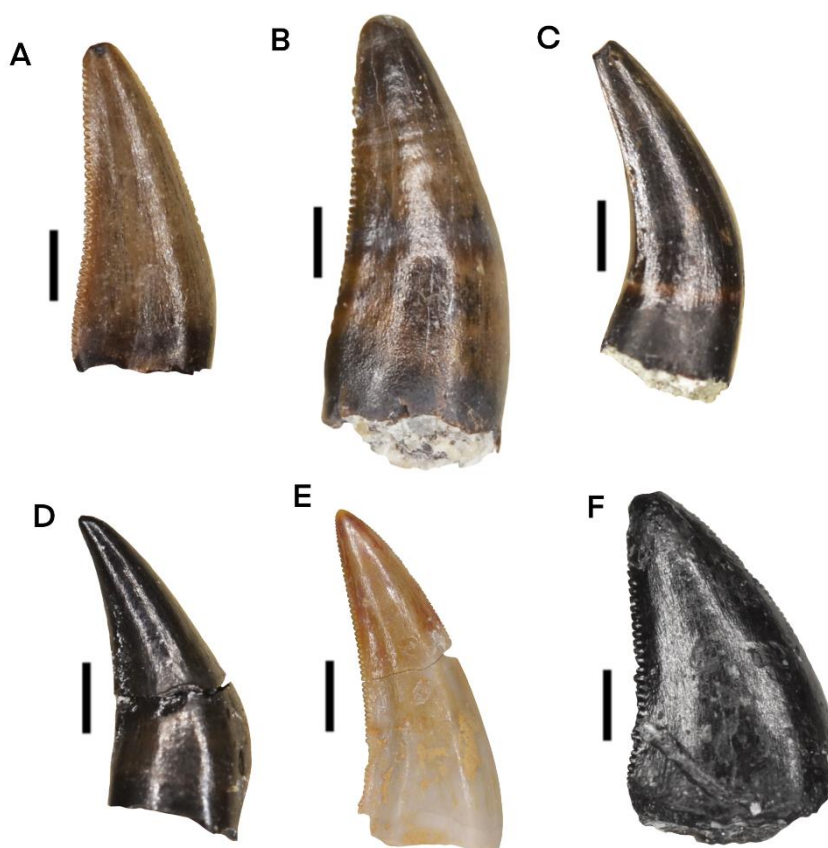
dinoszaurusz csontokon kívül gastropodák, csillárkamoszatok, illetve *Megaloolithus mamillare* tojások, melyek egy maasrichti oogenushoz tartoznak, ezek alapján pedig kijelenthető, hogy a lelőhely késő maasrichti (Garcia és Vianey-Liaud, 2001).

A lelőhelyen előkerült leletek egy allochton leletegyüttest alkotnak, mely különböző méretű élőlények maradványait tartalmazza. A hosszabb csontok végeik hiányoznak, valamint ritkák az olyan törékeny, kis súlyú leletek, mint a csigolya, illetve a koponya csontjai, így a leletegyüttes biztosan folyóvízi szállítódás révén jött létre. (Valentin et al., 2012).

4. Eredmények

4.1. Morfológiai leírás

Az Iharkúti leletanyagban összesen 5 főbb taxont lehet elkülöníteni, melyek közül a Paraves csoport további 3 kisebb csoportra osztható.



3. ábra: Néhány iharkúti és erdélyi fog, jól látható morfológiai jegyekkel. A: *Paraves* indet. fog Iharkútról (*Paraves* indet. 1., *paraves6_ihar*); B: *Paraves* indet. fog Iharkútról (*Paraves* indet. 1., *paraves5_ihar*); C: *Theropoda* fog Iharkútról (*Theropoda* indet. 2., *theropoda1_ihar*), D: *Paronychodon* sp. fog Iharkútról

(*Paronychodon* sp., paronychodon1_ihar); E: Paraves indet. fog az iharkúti pelaeotalajból (paraves2_paleo); F: Theropoda fog Erdélyből (nvs_theropoda_2_erdely); a méretarány minden esetben 1 mm;

4.1.1. Paraves csoport:

Az Iharkúti leletanyagban a Paraves fogak tűnnek a leggyakoribb elemnek, és ezen belül is három csoportra lehet őket osztani.

A Paraves indet. 1. (3. ábra, A, B) csoportba tartozó fogak labiolingualisan lapítottak, és enyhén distalis irányba hajlottak. Carina a fogak mesialis és distalis oldalán is van, ahol recézettséget is megfigyelhetünk. Recézettségben igen változatosak. Némely fogakon a mesialis és distalis carinan egyaránt teljes hosszban megfigyelhető a recézettség, azonban más leletek mesialis carináján a recézettség csak a felső egyharmadban mérhető, majd fokozatosan beleolvad a carinába, míg a distalis carinan a fog hegyétől a fog nyakáig teljes hosszban megfigyelhető. A distalis carina recézettsége szinte minden esetben erősebb, mint a mesialis carinan. A korona labiolingualis felszínén enyhe huzagoltság is megfigyelhető, ami néhány példánynál jobban látszódik, míg másoknál visszafogottabbak. Keresztmetszetük többnyire ovális, keskeny szilvamag alakú, a labialis oldaluk általában kicsit teltebb, mint a lingualis. Koronamagasságuk nagyjából 6 és 2 mm közé esik, korona alap szélességük pedig 1,7 és 0,5 mm között helyezkedik el. Ebbe a csoportba tartoznak a 2-es, 3-as, 4-es, 5-ös, 6-os, 7-es, 8-as, 9-es, 11-es, 12-es, 13-as, és 14-es számú Paraves fogak.

A Paraveseken belül elkülöníthetünk egy másik csoportot, melybe a recézetlen Paraves fogak tartoznak, ez a csoport a Paraves indet. 2. Legtöbb paraméterük (CBL, CH, AL, CA) szinte megegyeznek az első csoportban leírt fogakkal, bár keresztmetszetük valamivel kerekesebbek a Paraves indet. 1. csoportba tartozó fogakénál, azonban carinájuk distalis és mesialis oldalon is teljes hosszában recézetlen, ami egyértelműen elkülöníti egymástól a két taxont. Ebbe a csoportba tartozik a 16-os, illetve 17-es számú Paraves fog.

A harmadik, Paraves indet. 3. csoportba olyan fogak tartoznak, melyeknek distalis és mesialis carinaja is recézett, azonban más paraméterekben (CH, AL, CBW) eltérnek az első csoportba tartozó Paraves fogaktól. Koronamagasságban alacsonyabbak, 3 és 1 mm közé esnek, zömökebbek, illetve a keresztmetszetük is enyhén kerekesebb. Ebbe a csoportba tartoznak az 1-es, 10-es, valamint a 15-ös számmal ellátott példányok.

4.1.2. Theropoda indet. 1. csoport:

Méretüket tekintve a Theropoda indet. 1 csoportba sorolt fogak általánosságban a legkisebbek a vizsgált csoportok közül. Mesialis és distalis carinájuk egyaránt recézetlen minden esetben, labiolingualisan lapítottak, és erősen hajlottak distalis irányba. Eddig ezt a típust csak az

iharkúti leletanyagban különítettük el, illetve paramétereit és egyéb tulajdonságait tekintve az egyik ajkai fog is ide sorolható. Hosszuk nagyjából 1 és 3 mm közé esik, szélességük pedig nem több 1 mm-nél. Keresztmetszetük ovális, szilvamag alakú. Ebbe a csoportba olyan fogak tartoznak, melyek nagy valószínűséggel primitív madarakhoz, talán az iharkúti gerinces leletanyagban is ismert *Enantiornites* félékhez tartozhattak.

4.1.3. *Theropoda* indet. 2. csoport:

A *Theropoda* indet. 2 (3. ábra, C) csoportba sorolt iharkúti fogak mind mesialis mind distalis carinájukon recézetlenek. Labiolingualisan enyhén lapítottak, de jóval teltebbek, mint a *Paraves* vagy *Theropoda* indet. 1. csoportba sorolt fogak, így keresztmetszetük is kerekesebb. Distalis, és enyhén lingualis irányba görbülnek. Hosszuk 2 és 6 mm közé esik, szélességük 1,5 és 2 mm között mozog. Ezt a típust egyelőre csak az iharkúti szál 6-ból előkerült leletanyagban különítettük el, azonban az iharkúti paleotalajból és Erdélyből is került elő olyan *theropoda* fog, melyek ebbe a taxonba tartozó fogakkal mutatnak hasonlóságot.

4.1.4. *Paronychodon* sp csoport:

Paronychodon fog (3. ábra, D) szinte minden lelőhelyről került elő, kivéve Franciaországból, Vitrolles-ból. Ezek a fogak erősen huzagoltak, mesialis és distalis carinájuk minden esetben recézetlen. A vizsgált, teljes példányoknál feltűnő elhajlás van distalis irányba, a fog alsó egyharmadából indulva. A *Paronychodon* fogak hossza nagyjából 3 és 6 mm közé esik, de Lano-ban kerültek elő ettől nagyobb, 8-10 mm-es példányok is. Szélességük 0,6 és 1,7 mm között mozog, keresztmetszetük jellegzetes D alakú, a lingualis oldal lapítottabb, a labiális oldal teltebb, domború.

4.1.5. *Tetanurae* csoport:

Az iharkúti leletanyagban a *Tetanurae* csoportba sorolt fogak méretben a legnagyobbak az ott előforduló csoportok közül. Carinájuk distalis oldalon teljes hosszában recézett, a mesialis oldalon általában csak a korona felső egyharmadában, felében recézett. A recék a distalis oldalon valamivel nagyobbak, erőteljesebbek. A koronamagasság 17 és 35 mm közé esik, koronaalap szélességük pedig 4 és 8 mm között mozog. Labiolingualisan enyhén lapítottak, keresztmetszetük ovális, az anterior fogak keresztmetszete kerekesebb, alakjuk megnyúltabb, mint a posterior fogak esetében (Ősi et al. 2010.), a felszínükön pedig sűrű, finom huzagoltság látszik.

Az Iharkútról ismert Tetanurae fogakkal szinte teljesen megegyező töredékes fog ismert Tiefengrabenből is, mutatva ezzel a csoport korábbi, coniaci előfordulását is (Ősi et al., 2021).

4.2. A vizsgált fogak összehasonlítása a többi európai formával

A Tetanurae fogak fotók, illetve paraméterek (pl.: CH, AL, DAVG,) alapján hasonló morfológiai tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a Lano-i *Arcovenator* fogak, azonban nincs teljes megegyezés (4. ábra). Egy a Tetanurae csoportba sorolt fog a Tiefengraben-i lelőhelyről is előkerült, mely recézettségében és keresztmetszetében megegyezik az iharkútról ismert kisebb Tetanurae fogakkal (Ősi et al., 2021).

Az iharkúti Paraves fogak közül a Paraves indet. 3. csoportba tartozó fogak látszólag megegyeznek a *Richardoestesias* A csoportba tartozó fogakkal (5. ábra). Mindkét csoportba olyan fogak tartoznak, melyek zömökebbek, mesialis és distalis oldalukon recézettek, és méretben is kisebbek, mint a többi Paraves csoport. A *Richardoestesias* fogakat két csoportra lehet osztani, *Richardoestesias* A és *Richardoestesias* B. A *Richardoestesias* B csoportba tartozó leletek magasabbak, kevésbé hátrahajlottak, és filigránabb alakjuk van, mint a *Richardoestesias* A csoportba tartozóknak. Ezek a fogak hasonlóságot mutatnak az iharkúti Paraves indet. 1. csoportba tartozó fogakkal.

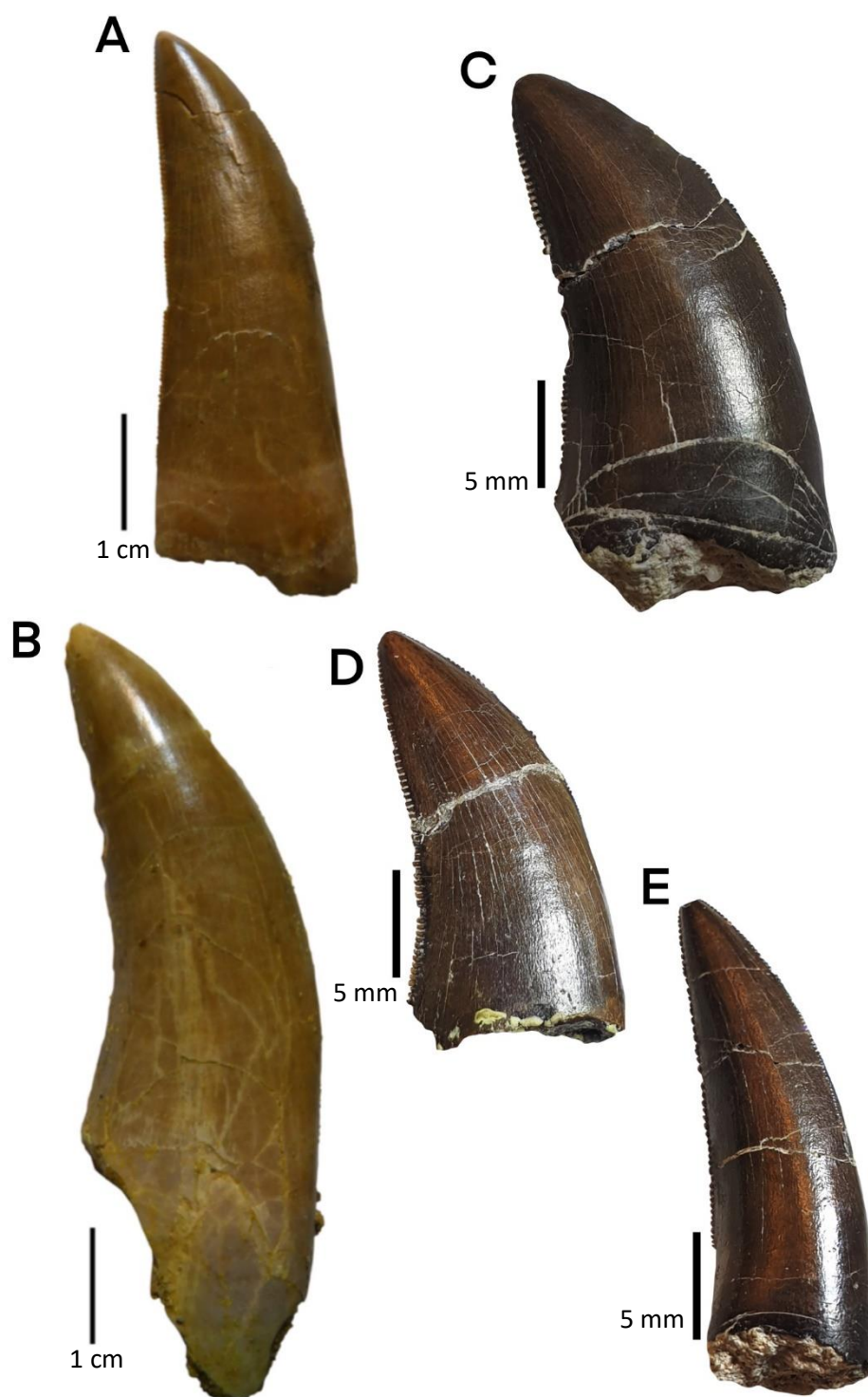
Paraves fogak kerültek elő a Lano-i lelőhelyről, azonban azok a példányok mind recézetlenek, és ezért az iharkúti Paraves indet. 2. fogakra hasonlítanak.

Az iharkúti Theropoda indet. 1. csoportba tartozó fogak más lelőhelyről egyik taxonnal sem mutatnak észlelhető hasonlóságot, egyedül az ajkai theropoda2_ajka foggal.

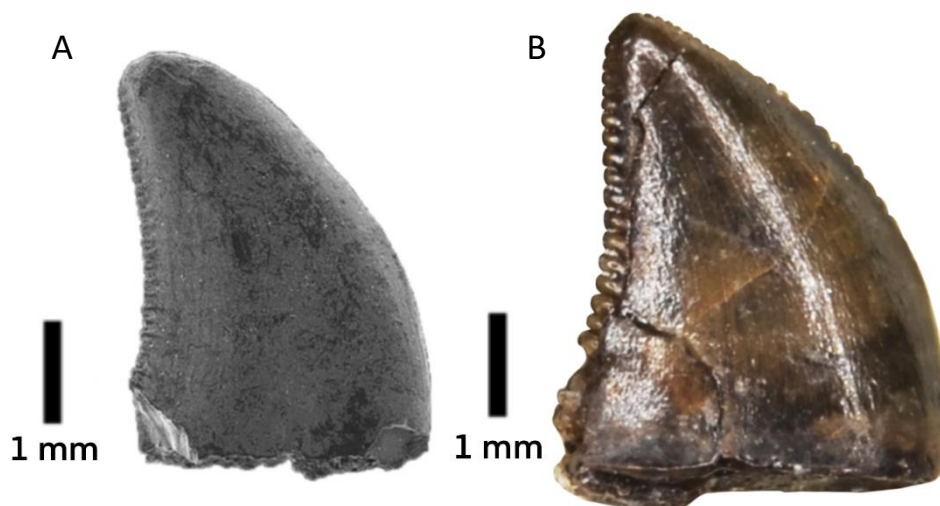
Az erdélyi NVS lelőhelyről előkerült nvs_theropoda_2_erdely fog leginkább a *Richardoestesias* B, illetve a Paraves indet. 1. taxon fogaihoz hasonlít mind alakra, mind a paramétereik szempontjából, bár elképzelhető, hogy ebben az esetben egy anterior helyzetű fogról van szó, mivel a keresztmetszete kissé kerekesebb az iharkúti fogakhoz képest.

Szintén az erdélyi NVS lelőhelyről előkerült, nvs_theropoda_1_erdely fog az iharkúti Theropoda indet. 2. taxonba tartozó fogakhoz hasonlít, mivel recézetlen, keresztmetszete kissé kerekded, és enyhén befelé, hátrafele görbül.

Az iharkúti paleotalajból előkerült paraves1_paleo és paraves2_paleo fogak a Paraves indet. 1. csoportba tartozó fogakra hasonlítanak, mind morfológiai, mind morfometriai szempontból.



4. ábra: Az iharkúti Tetanurae indet. fogak összehasonlítása a Lano-i *Arcovenator* sp fogakkal. A: *Arcovenator* sp., MCNA 1852; B: *Arcovenator* sp., MCNA 14520; C: Tetanurae indet., Pal 2014.110.1.; D: Tetanurae indet., V 2008.36.17.; E: Tetanurae indet., Pal 2014.109.1.;



5. ábra: A Lano-i *Richardoestesia* A (MCNA 14606) (A) fog összehasonlítása az iharkúti Paraves indet. 3. (paraves1_ihar) (B) foggal.

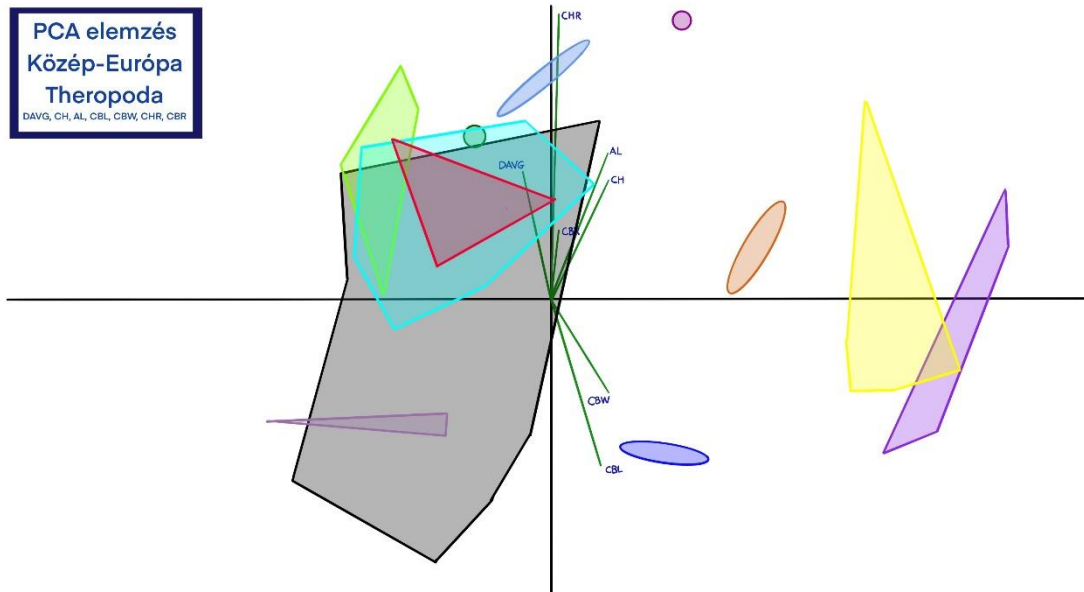
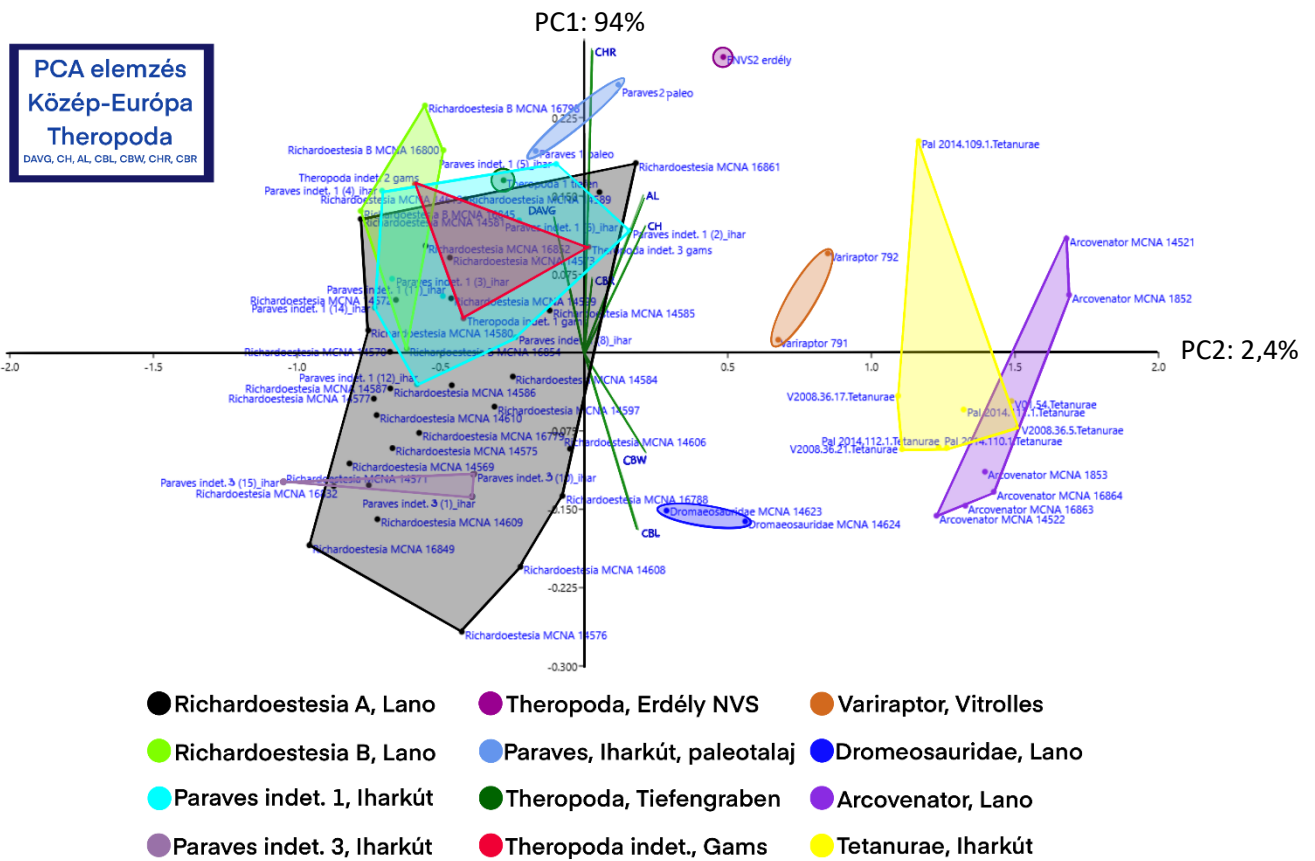
4.3. 2D Morfometria főkomponens elemzéssel

Az elvégzett PCA elemzés során az egyes főkomponens (PC1) 94%-ban befolyásolta az eredményeket, míg a kettes főkomponens (PC2) 2,4%-ban. A méretszerinti eloszlás azonban még a mért változók logaritmizáltá tétele után is meghatározó.

Ezek alapján az Iharkúton előkerült recézett Paraves fogak magasságukat, recézettségüket tekintve hasonlóságot mutatnak a Lano-i *Richardoestesia* fogakkal (6. ábra).

A mért változók alapján megerősítést nyert, hogy az iharkúti Paraves indet. 1 fogak leginkább a Gams-i Theropoda indet. fogakra és a *Richardoestesia* B csoportba tartozó fogakra, illetve a Tiefengraben-i fogra hasonlítanak. Ezek a fogak feltehetően rokon formáktól származnak, kisméretű, lapított, recézett fogaik feltehetően dromeosaurid-félékhez tartozhattak.

A Paraves indet. 3. fogak a képek alapján is, illetve az elemzés szerint is a *Richardoestesia* A csoportba tartozó fogakkal mutatnak hasonlóságot (6. ábra). Az ide tartozó paraves1_ihar, paraves10_ihar, és paraves15_ihar példányok jól láthatóan átfedést mutatnak a *Richardoestesia* A fogakkal, ami alátámasztja a képek alapján tett feltételezést, miszerint a két lelőhelyről előkerült fogakhoz tartozó Theropoda dinoszauruszok közeli rokonságban álltak egymással.



6. ábra: Morfometriai PCA elemzés színekkel, feliratokkal, illetve feliratok nélkül, a következő paraméterekkel: DAVG, CH, AL, CBL, CBW, CHR, és CBR, illetve az 1. mellékletben csatolt adatokkal;

Bár az iharkúti Paraves fogak hasonlítanak a *Richardoestesia* fogakra, a *Richardoestesia* A taxon kiterjedése az elemzés alapján igen nagy, sok értéket lefed, így elképzelhető, hogy ez a taxon további kisebb csoportokra osztható.

Az iharkúti paleotalajból előkerült recézett paraves1_paleo fog szintén a Paraves indet. 1, illetve a *Richardoestesia* B fogakkal mutat hasonlóságot, míg a paraves2_paleo fog egy kicsit távolabb van ezektől a csoportoktól, ami a méretével vonható összefüggésbe, mivel egy kicsit nagyobb, mint az előbb említett csoportokba tartozó fogak többsége.

A Tetanurae fogak a lano-i *Arcovenator* fogakhoz hasonlítanak leginkább, és bár az elemzésen kicsi az átfedés, de ez valószínűleg csak a méretbeli különbség miatt van, így akár lehet közelebbi rokonsági kapcsolat a két taxon között, ám a méretbeli különbségek meghatározóak lehetnek (4. ábra, 6. ábra).

Készítettem továbbá egy másik PCA elemzést is, a korábban használt változókkal (CH, AL, CBL, CBW, CHR, és CBR), melyben a recézettség gyakorisága helyett a korona szög volt a meghatározó szempont, így a hetedik változó DAVG helyett a CA szerepel. Sajnos ez nem adott olyan jól elkülöníthető eredményt, mint vártam, a DAVG hiánya jobban összezsúfolta a példányokat egy nagy felhőbe. A recézettség erősebb tényezőnek bizonyult, mint a korona hajlásszöge, így a kutatást az előbb leírt elemzés alapján folytattam.

4.4. Makrokopás jellemzés

A sztereomikroszkóppal vizsgált fogak esetében azok az ép fogak, melyeknek a hegye nem volt letörve, szinte mind koptatottak voltak bizonyos mértékben. Ebből is látszódott, hogy azok a fogak használva voltak, de igen kevés alkalommal volt olyan látható hasadási felület, ahol a dentin is látszódik, illetve azon kopás lenne megfigyelhető.

A paraves6_ihar fognál, mely a Paraves indet. 1.-es csoportba tartozik azonban található egy hasadási felület a fog hegyén, a labialis oldalon, melyen jól látszódnak a dentinen lévő karcolások. Ez a hasadási felület nagyjából 60°-os szöget zár be a fog apicobasalis részével, de maga a felület nem teljesen sík, a közepén van egy kisebb kiemelkedés (3. ábra).

A paraves5_ihar példánynál, mely szintén a Paraves indet. 1. csoportba tartozik, ugyanúgy megfigyelhető egy ehhez hasonló kopási felület, ebben az esetben azonban az üledék ráakodás miatt kevés karcolás látható. Maga a felület szintén kb. 60°-os szöget zár be a fog hegyével, azonban kicsit szélesebb és rövidebb, mint a paraves6_ihar példány esetében (3. ábra).

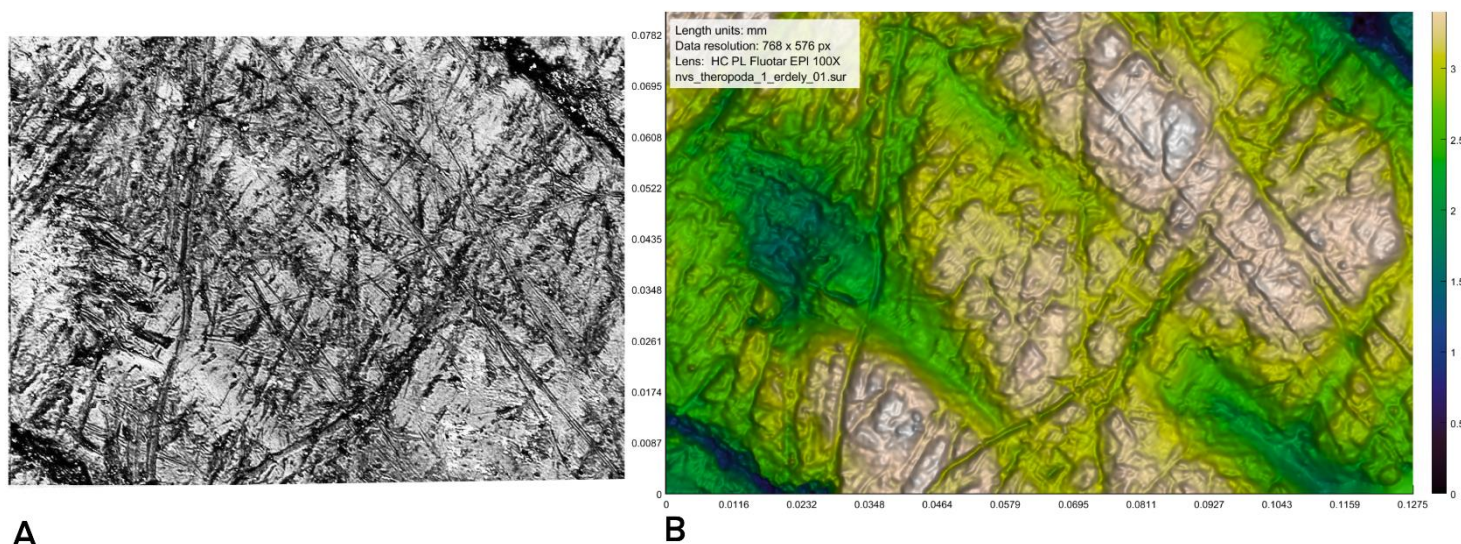
Mindkét fog esetében egyenes, sík felületű a dentin és a zománc határa, nincs észrevehető kiemelkedés vagy besüllyedés a dentin részén.

A többi általam vizsgált fognál nem volt egyértelműen látható hasadási felület, így a fogkopás vizsgálatot nem ezeken a területeken végeztem.

A fogak felületén mikroszkóppal is megfigyelhetőek a táplálkozás során keletkezett nagyobb karcolások, kopások, melyek leginkább akkor látszódnak, mikor a fogak oldalról vannak megvilágítva, különösen a fog apikális része felől. A fény fogra történő beesési szögét változtatva könnyen észrevehetőek a nagyobb karcolások, megkülönböztetve azokat a zománc eredeti struktúrájától. Ezek a karcolások egészen sekélyek, csak a zománc felületén vannak, a dentint nem fedik fel. A kopottabb példányoknál szinte a fog egész felületén látszódtak kisebb-nagyobb karcolások a konfokális mikroszkópban, de voltak olyan leletek is, melyeknél igen kevés nyoma volt a táplálkozásnak, de a fog hegyének kopottságából ítélve mégis bekerültek a fogkopás elemzésbe.

4.5. Mikrokopás elemzés

A 2D fogkopás elemzéshez a konfokális mikroszkóprendszer által produkált adatok egy síkra történő leképezését használtam fel (7. ábra, A). A 3D elemzés során kapott adatokból a kopási felületek komplexitására és a felületen található jelenségek irányultságára vonatkozó értékeket elemeztem.

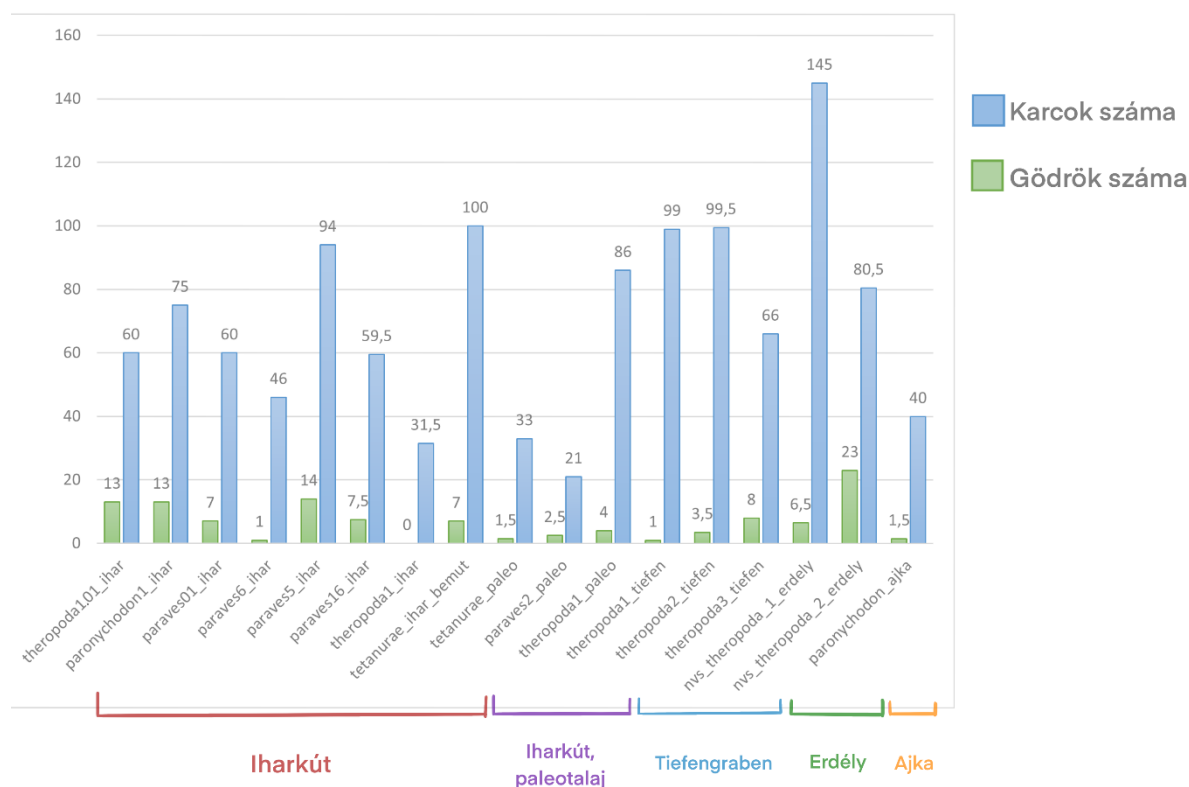


7. ábra: 2D (A) és 3D (B) fogkopás kép összehasonlítása egy erdélyi fogon (nvs_theropoda_1). A képeken jól láthatóak a karcok, gödrök, illetve a zománc felszíni díszítettsége is.

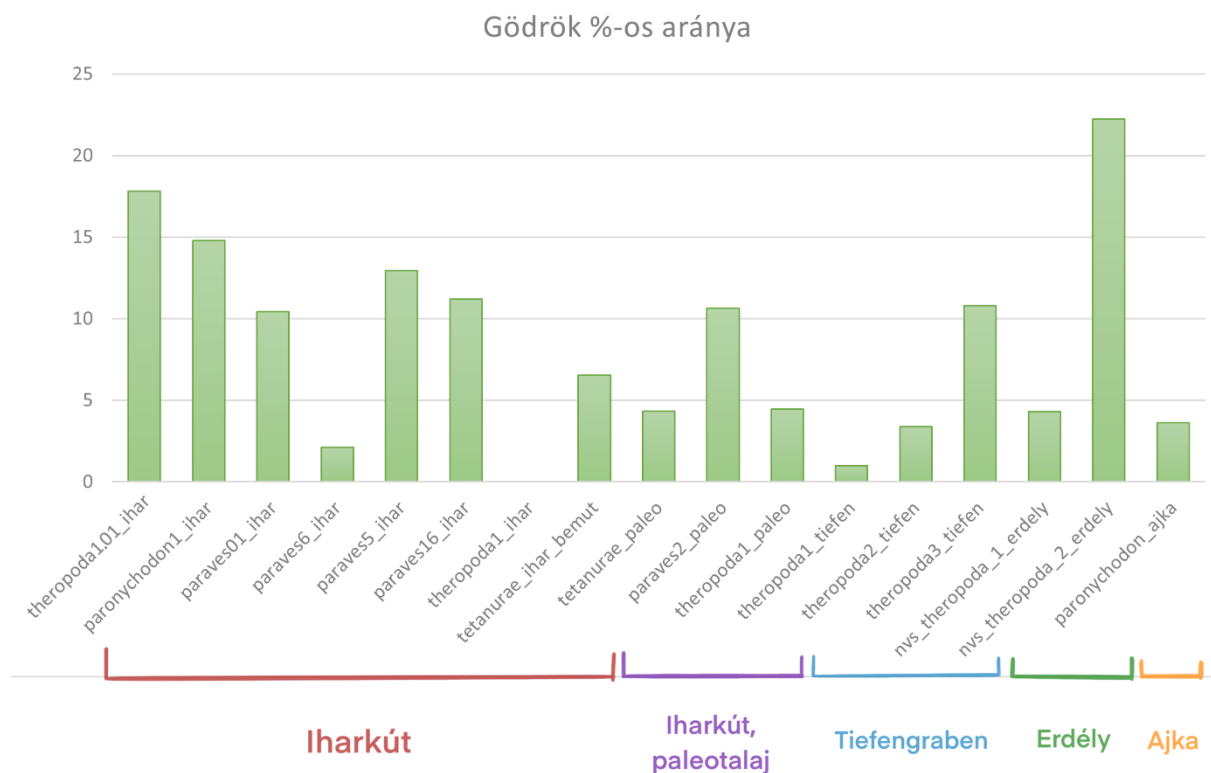
4.5.1. 2D mikrokopás eredmények

A 2D fogkopás vizsgálat értékeiből (gödrök és karcok szélessége és hossza) készült PCA elemzés során nem jött ki olyan jól látható eredmény, mint a morfológiai összehasonlításnál.

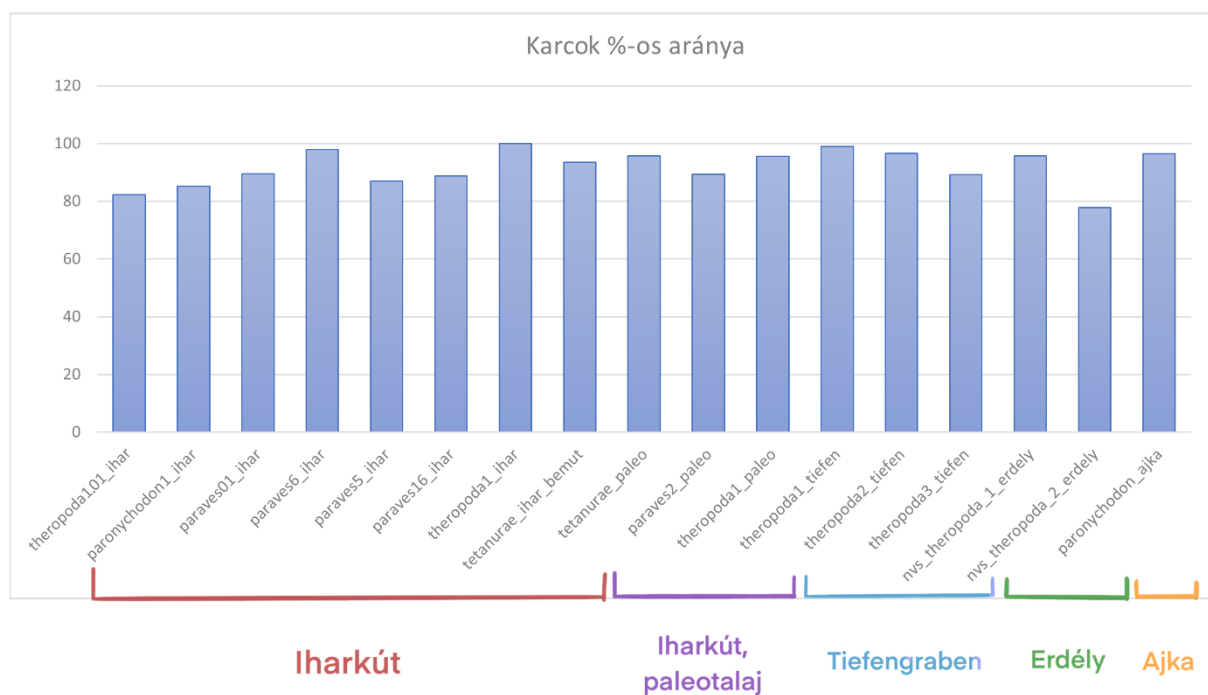
Az összes fognál egyértelműen látható, hogy a karcolások jóval nagyobb számban jelentek meg minden esetben, mint a gödrök (8. ábra). A gödrök százalékos arányát megfigyelve, a gödrök és karcok összességéhez viszonyítva, látható, hogy az iharkúti theropoda_1_ihar fog volt az egyetlen, aminek a felszínén nem található egyetlen gödör sem (9. és 10. ábra) (3. melléklet). Megfigyelhető továbbá, hogy a Theropoda indet. 1. csoportba sorolt, feltehetően *Enantiornithes* félékhez tartozó, recézetlen fogaknál az egyik legmagasabb a gödrök aránya.



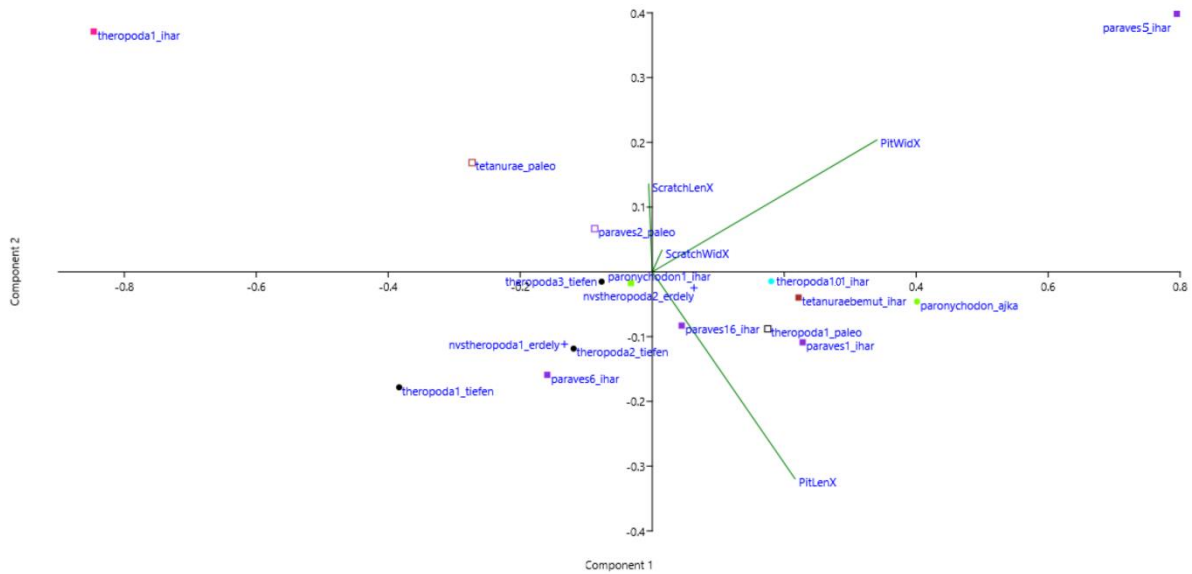
8. ábra: Karcok és gödrök aránya egymáshoz viszonyítva a 2D fogkopás elemzés során vizsgált példányoknál.



9. ábra: A gödrök százalékos aránya az összes bélyeghez viszonyítva az egyes fogaknál.



10. ábra: A karcok százalékos aránya az összes bélyeghez viszonyítva az egyes fogaknál.



11. ábra: PCA elemzés a 2D fogkopás vizsgálatára, a 2. mellékletben csatolt adatokkal.

A PCA elemzés során a PC1 73,6%-ban, a PC2 16,6%-ban magyarázza a variációt. Az ábrán jól látható, hogy a Tiefengraben-i fogak, valamint az erdélyi fogak egy helyen vannak, illetve az iharkúti Paraves indet. fogak is, leszámítva a paraves5_ihar fogat, ahol a többi Paraves indet. foghoz képest előfordulnak nagyobb gödrök is (11. ábra).

A theropoda1_ihar fog is egészen a bal térfélre esik a többi foghoz képest, ami valószínűleg azzal magyarázható, hogy a felületén nem találtam egyetlen gödröt sem.

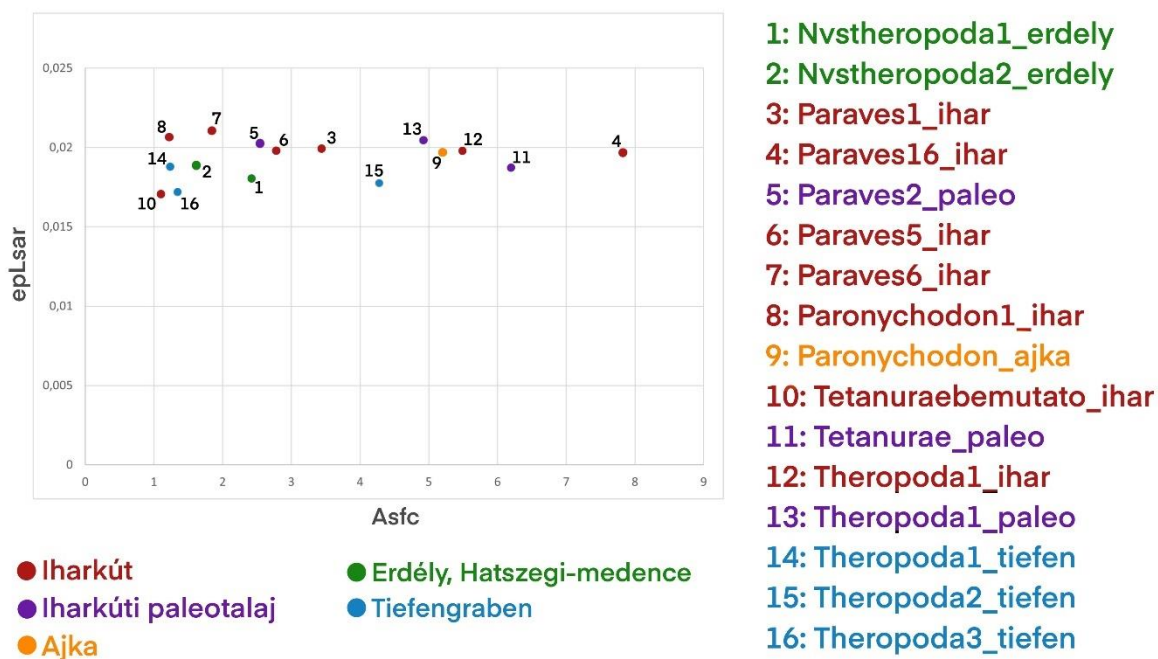
A két vizsgált Tetanurae fog (tetanurae_paleo és tetanuraebemut_ihar) is nagyon távol áll egymástól, ami a nagy méretbeli különbségnek köszönhető.

A két *Paronychodon* sp. fog is távol van egymástól, ami részben a fogkopási bélyegek számának köszönhető (8. ábra), részben pedig az ajkai fog rosszabb megtartásának.

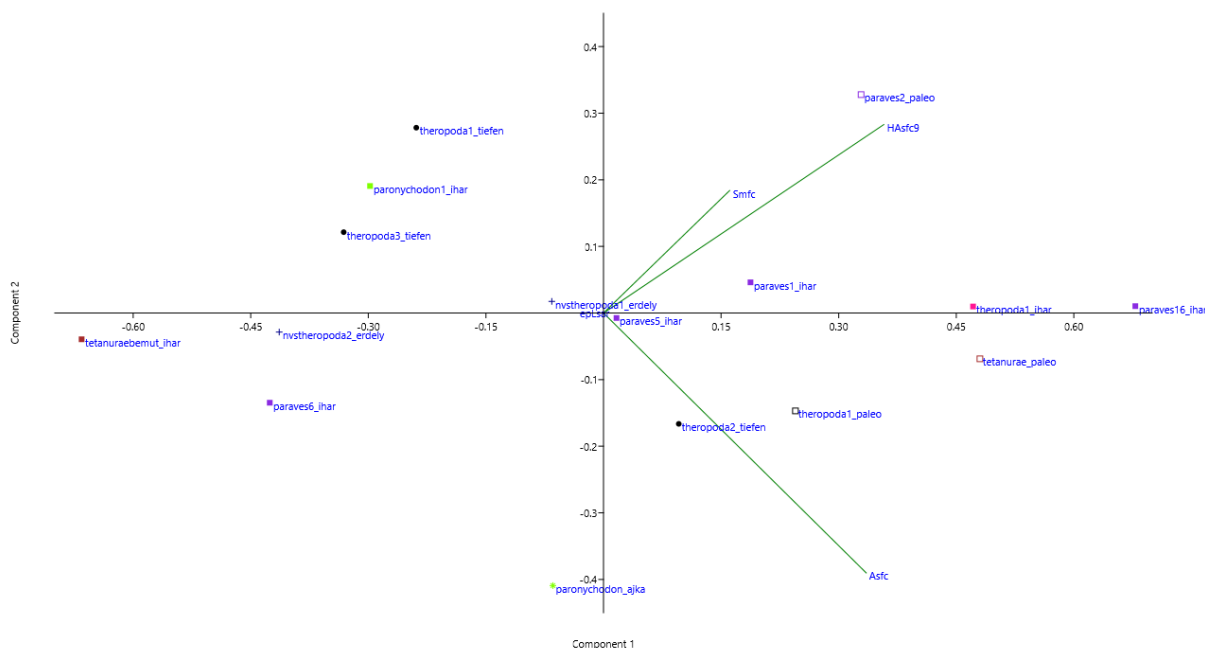
4.5.2. 3D mikrokopás eredmények

A 3D elemzés során a Theropoda indet. 1. csoportba tartozó theropoda1.01_ihar fogat nem vettem bele az elemzésbe, mivel a kapott adatok hibásak voltak.

A többi fog adatait felhasználva a PCA sajnos nem adott sok eredményt, azonban az anizotrópia és komplexitás értékek összehasonlítása recens fajokkal segít.



12. ábra: Anizotrópia a komplexitás függvényében a 3D elemzés során.



13. ábra: PCA elemzés a fogak 3D adataival (Smfc, Asfc, HAsfc9, epLsar), melyet a 4. melléklet tartalmaz.

Gyíkokon végzett fogkopás vizsgálatok során megállapították, hogy a ragadozó formák anizotrópia értékei nagyon hasonlóak a Theropodák értékeihez (Winkler et al., 2019). A tetanuraebemut_ihar példánynál a komplexitás értéke is igen alacsony, ami szintén jellemző a

ragadozó gyíkokra, így ez alátámasztja a ragadozó életmódot a Theropodák esetében is. Bár igyekeztem a vizsgált terület egészen kopott zománcterületet elemezni, az eredményeket nagyban befolyásolhatja, hogy a fogkopás vizsgálatot a zománc felületén végeztem, így esetleg néhány esetben a zománc eredeti díszítettsége is belejátszhatott. Fontos megjegyezni, hogy a 2D elemzésre ez nem volt kihatással, mivel ott a fogkopási bélyegeket manuálisan mértem, kihagyva a fogzománc esetleg megőrződött eredeti struktúráját.

A felszíni anizotrópia (epLsar) nem mutat nagy változatosságot, a fogak 0,015 és 0,025 értékek közé esnek (12. ábra). A komplexitás értékek (Asfc) az 1-8 értékek között szórnak, ami igen tág tartomány, ennek pedig az eltérő táplálék lehet az alapja. Nem csak az eltérő csoportokat tekintve, de egy csoporton belül is nagy az értékbeli szórás.

A Paraves fogak anizotrópiája mindegyik példány esetében a 0,02 érték köré esik, azonban a komplexitása ezek közül a paraves16_ihar példánynak a legmagasabb. Ennek a különbségnek az lehet az oka, hogy az említett példány az egyetlen Paraves fog az elemzésben, amely nem recézett.

A Tetanurae fogak közt igen nagy a különbség, ami adódhat méretbeli különbségből is, vagy esetleg abból, hogy a tetanurae_paleo egy fiatal példányhoz tartozott.

A PCA elemzésen nem különül el egy taxon sem a többitől, így ennek az elemzésnek az eredményei nem kerültek bele a végső következtetésekbe (13. ábra) Az PC1 72,2%-ban, míg a PC2 15,88%-ban befolyásolta a varianciát.

5. Diszkusszió

5.1. Taxonómiai következtetések

5.1.1. Paraves indet. és lehetséges rokonai

Iharkútról eddig négy taxonba sorolt Theropoda fogakat ismertünk (Ősi et al., 2010), azonban az újonnan, iszapolás révén előkerült leletanyagban hét taxont tudtam elkülöníteni. A korábbi Paraves indet. taxont három külön csoportra osztottam, és ezeket a morfo csoportokat más lelőhelyeken is találtam. Ilyen volt például a Lano-i *Richardoestes* A és *Richardoestes* B csoportok. Bár az általam alapul vett cikkben (Valentin et al., 2012) ez csak két taxont takart, a PCA elemzésem alapján (6. ábra) a *Richardoestes* A csoport akár további két taxonra osztható, mivel az ide tartozó fogak nagy területet fednek le. Ez alapján mégis azt mondhatom,

hogy a Paraves indet. 1. és Paraves indet. 3. fogak nagyon hasonlítanak a *Rcihardoestesie* A taxonra.

Az iharkúti paleotalajból előkerült két Paraves fog (paraves1_paleo és paraves2_paleo) morfológiailag a Paraves indet. 1. csoportba sorolható, illetve az erdélyi nvstheropoda2_erdely fog is ide sorolható, így ezek a formák a maastrichti Erdélyben is előfordulhattak. Igaz, az erdélyi fog egy kicsit teltebb volt az iharkúti fogaknál, így valószínűsíthető, hogy az nvstheropoda2_erdely példány egy rostralis helyzetű fog volt (ebben az esetben méretét tekintve az erdélyi Paravesek nagyobb testméretet érthettek el), de az is elképzelhető, hogy a Paraveseknek egy későbbi formájától származik.

5.1.2. A nagy testű *Tetanurae* ragadozók

A Tetanurae indet. fogak Iharkútról, illetve az *Arcovenator* sp. fogak Lanoból szintén nagyon hasonlóak (4. ábra), így feltételezhetjük, hogy a két lelőhely bár nem egy időszakot reprezentál (Iharkút santoni, Lano felső-campani), de ezek a formák talán azonos csoport tagjai voltak. A Gams-i turonból Ősi et al., 2019), és a Muthmannsdorf-i alsó-campaniból (Ősi et al., 2010) is vannak Tetanurae rokon fogak, tehát ez a morfocsoport, melyre jellemző a nagy méret, illetve az mesialis carinan részben recézettek, a distalis oldalon pedig teljes hosszában, a turontól a campani végéig jelen voltak Közép-Európában. Érdekeség, hogy a Erdély maastrichti rétegeiből már nem ismerünk ilyen nagy méretű Theropoda fogakat (Csiki és Grigorescu 1998).

5.1.3. *Theropoda* indet. 1-2. fogak

A Theropoda indet. 1. csoportba tartozó fogakhoz (melyek az *Enantiornithes* fogakhoz hasonlítanak leginkább) csak egy hasonló fogat találtam, ami Ajkáról került elő (theropoda2_ajka).

A Theropoda indet. 2. csoportba (recézetlen, enyhén befelé görbülő, hátra hajló fogak) tartozó fogakhoz hasonló példány Erdélyből is került elő (nvstheropoda1_erdely).

E hasonlóság, illetve az nvstheropoda2_erdely példány alapján kijelenthetem, hogy az iharkúti és erdélyi lelőhelyek közt bár 15 millió év különbség van, a Theropodákat tekintve mutatnak csoportszintű átfedéseket, melyet a makroszkópikus leletanyag is alátámasztani látszik (Csiki et al., 2016).

5.1.4. *Paronychodon* fogak

Az iharkúti Szál-6-ból ismert *Paronychodon* sp. foghoz hasonló töredékes leletek előkerültek az ausztriai Gamsból, Ajkáról, illetve az iharkúti paleotalajból. A paronychodon1_ihar példány

mind közül a legteljesebb, de a töredékes példányokon is észre lehet venni a hasonlóságokat. Így tehát láthatjuk, hogy e különleges, recézetlen *Paronychodon* sp. fogak igen nagy időintervallumban, egészen a turontól a maastrichtiig előfordulhattak Közép-Európában.

5.2. Táplálkozás ökológiai kérdések

A fogkopásvizsgálatok során egyik vizsgált csoportnál sem volt kiemelkedő a zománc felszínén a gödrök száma, és mindenhol a karcok domináltak, melyek jóval nagyobb arányban fordultak elő a gödrökhöz képest. Ebből arra következtetnek, hogy alapvetően a táplálkozásbeli különbség nem túl nagy a csoportok között.

A 2D vizsgálatok alapján a karcok százalékos aránya szinte minden fog esetében 80% felett van, kivéve az nvs_theropoda2_erdely fog esetében, ahol ez az arány valamivel kisebb, mivel a gödrök száma ennél a példánynál 23, míg a többi taxonnál ettől kevesebb. Ez összefügghet akár azzal is, hogy ez a fog valóban egy anterior helyzetű fog, így a táplálék eltérő nyomokat hagyott a zománc felszínén, vagy egyszerűen a más eredetű tápláléktól származnak a nyomok.

A 3D elemzés során a felszíni komplexitás és anizotrópia alapján kijelenthetjük, hogy a késő-kréta Theropodák táplálkozása hasonlít a mai ragadozó gyíkokéra, azonban a komplexitás a Theropodák esetében több értéket fed le, ami a gyíkokétól eltérő táplálékból adódhat. A Paravesek esetében például megfigyelhetjük, hogy az anizotrópia értékek 0,02 körül vannak, azonban a komplexitást megfigyelve a paraves16_ihar, ami a Paraves indet. 2. csoportba tartozik, jóval messzebbre esik a többi Paraveshez képest. Ebben az is szerepet játszhat, hogy az elemzésben szereplő többi Paraves mind recézett, egyedül a paraves16_ihar példány tartozik a nem recézett Paravesek közé (Paraves indet. 2. csoport).

A 3D elemzésben szereplő két Theropoda indet. 2. csoportba sorolható fog (theropoda1_ihar és theropoda1_paleo) szintén közel van egymáshoz, és hozzájuk igen közel helyezkedik el a paronychodon_ajka példány is.

A 3D elemzésnél tehát kijelenthetjük, hogy a recézetlen Theropoda fogaknál általában nagyobb a felszíni komplexitás, azonban ez alól kivétel a paronychodon1_ihar, ami bár recézetlen, de a felszíni komplexitása majdnem a legkisebb a vizsgált példányok közül.

A varánuszok esetében is hasonló eredményekre jutottak a nagyon hasonló, recézett fogakkal rendelkező, recens ragadozó gyík, a *Varanus komodoensis* fajnál (Fuller, 2018). A 2D fogkopási képek igen hasonlóak a Theropoda fogakhoz, és a 3D elemzés során keletkezett adatok (Asfc, Smfc, epLsar, HAsfc9) is hasonlóak (bár a varánuszok esetében a fogkopási vizsgálatokat 150x-es nagyításnál végezték, így ezeket az összehasonlításokat fenntartással kezeljük).

Kutatásom során sikerült kimutatnom, hogy az egykor élt Theropoda dinoszauruszok fogazatán minden esetben a karcok domináltak, és a táplálkozásból eredő fogkopást össze lehet vetni a mai ragadozó gyíkokkal, ami alátámasztja a Theropodak ragadozó életmódját. Ebből arra következtetek, hogy ezek az állatok nagy valószínűséggel nem gyakran fogyasztottak kemény táplálékot, hiszen a fogazatuk nem volt alkalmas annak összetörésére, illetve igen kevés gödröt véltem felfedezni a vizsgált példányok zománc felületén.

Későbbi kutatásaim során szeretném a meglévő adatbázisomat bővíteni, illetve több példányon is elvégezni fogkopás vizsgálatot, hogy pontosíthassam a táplálkozással kapcsolatos felvetéseimet.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm a sok segítséget, iránymutatást, támogatást, biztatást a témavezetőmnek, Dr. Ósi Attilának.

Köszönettel tartozom a segítségért és leletanyag válogatásért Szabó Mártonnak és Magyar Jánosnak.

Köszönöm a segítséget és tanácsokat Dr. Karádi-Kapiller Viktornak, Dr. Virág Attilának, Segesdi Martinnak, Román Zsófinak, Szabó Nimródnek, Vadler Emmának és Botka Eszternek.

Köszönöm a lehetőséget és a segítséget Nagy András Lajosnak és a győri Széchenyi István Egyetemnek, hogy használhattam a laborfelszereléseket.

Köszönettel tartozom továbbá az ELTE TTK Őslénytani tanszékének és kollégáinak, a Magyar Természettudományi Múzeumnak, illetve az iharkúti ásatások minden résztvevőjének, különösen az iszapolási munkákat végzőknek.

Kutatásomat a Magyar Dinoszaurusz Alapítvány, illetve a NKFIH K 131597 és az NKFIH OTKA PD 131557 pályázatok támogatták.

Köszönöm a családomnak és barátaimnak a támogatást, és hogy hittek bennem.

Irodalomjegyzék

Astibia, H., Buffetaut, E., Buscalioni, A. D., Cappetta, H., Corral, C., Estes, R., ... & Tong, H. (1990). The fossil vertebrates from Lano (Basque Country, Spain); new evidence on the composition and affinities of the Late Cretaceous continental faunas of Europe. *Terra Nova*, 2(5), 460-466.

Bodor, E. R., & Baranyi, V. (2012). Palynomorphs of the Normapolles group and related plant mesofossils from the Iharkút vertebrate site, Bakony Mountains (Hungary). *Central European Geology*, 55(3), 259-292.

Botfalvai, G., Csiki-Sava, Z., Kocsis, L., Albert, G., Magyar, J., Bodor, E. R., ... & Makádi, L. (2021). 'X' marks the spot! Sedimentological, geochemical and palaeontological investigations of Upper Cretaceous (Maastrichtian) vertebrate fossil localities from the Vălioara valley (Densuș-Ciula Formation, Hațeg Basin, Romania). *Cretaceous Research*, 123, 104781.

Botfalvai, G., Haas, J., Bodor, E. R., Mindszenty, A., & Ősi, A. (2016). Facies architecture and palaeoenvironmental implications of the upper Cretaceous (Santonian) Csehbánya formation at the Iharkút vertebrate locality (Bakony Mountains, Northwestern Hungary). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 441, 659-678.

Botfalvai, G., Ősi, A., & Mindszenty, A. (2015). Taphonomic and paleoecologic investigations of the Late Cretaceous (Santonian) Iharkút vertebrate assemblage (Bakony Mts, northwestern Hungary). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 417, 379-405.

Brown, C. M., Greenwood, D. R., Kalyniuk, J. E., Braman, D. R., Henderson, D. M., Greenwood, C. L., & Basinger, J. F. (2020). Dietary palaeoecology of an Early Cretaceous armoured dinosaur (Ornithischia; Nodosauridae) based on floral analysis of stomach contents. *Royal Society open science*, 7(6), 200305.

Csiki, Z., & Grigorescu, D. (1998). Small theropods from the late cretaceous of the Hateg Basin (Eastern Romania). An unexpected diversity at the top of the food chain.

Csiki, Z., Ionescu, A., & Grigorescu, D. (2008). The Budurone microvertebrate site from the Maastrichtian of the Hăţeg Basin-flora, fauna, taphonomy and paleoenvironment. *Acta Palaeontologica Romaniae*, 6(4).

Csiki-Sava, Z., Vremir, M., Vasile, Ş., Brusatte, S. L., Dyke, G., Naish, D., ... & Totoianu, R. (2016). The east side story—the Transylvanian latest Cretaceous continental vertebrate record and its implications for understanding Cretaceous–Paleogene boundary events. *Cretaceous Research*, 57, 662-698.

Edmund, A. G. (1960). Tooth replacement phenomena in lower vertebrates. *Contr Life Sci Div R Ont Mus*, 52, 1-90.

Frederickson, J. A., Engel, M. H., & Cifelli, R. L. (2018). Niche partitioning in theropod dinosaurs: Diet and habitat preference in predators from the Uppermost Cedar Mountain Formation (Utah, USA). *Scientific Reports*, 8(1), 1-13.

Fuller, C. (2018). A Comparison of Dental Microwear in *Varanus komodoensis* and *Varanus grayi*

Garcia, G., & Vianey-Liaud, M. (2001). Dinosaur eggshells as biochronological markers in Upper Cretaceous continental deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 169(1-2), 153-164.

Gellai, M., Knauer, J., Tóth, K., & Szantner, F. (1985). Az iharkúti bauxitterület rétegtani viszonyai. *Földtani Közlöny*, 115, 23-44.

Hendrickx, C., Mateus, O., & Araújo, R. (2015). A proposed terminology of theropod teeth (Dinosauria, Saurischia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 35(5), e982797.

Hendrickx, C., Mateus, O., Araujo, R., & Choiniere, J. (2019). The distribution of dental features in non-avian theropod dinosaurs: Taxonomic potential, degree of homoplasy, and major evolutionary trends. *Palaeontologia Electronica*, 22(3), 1-110.

Isasmendi, E., Torices, A., Canudo, J. I., Currie, P. J., & Pereda-Suberbiola, X. (2022). Upper Cretaceous European theropod palaeobiodiversity, palaeobiogeography and the intra-Maastrichtian faunal turnover: new contributions from the Iberian fossil site of Laño. *Papers in Palaeontology*, 8(1), e1419.

Molnar, R. E., & Clifford, H. T. (2000). Gut contents of a small ankylosaur. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 20(1), 194-196.

Ósi, A., & Mindszenty, A. (2009). Iharkút, Dinosaur-bearing alluvial complex of the Csehbánya Formation. *Cretaceous sediments of the Transdanubian Range. Field guide of the geological excursion organized by the Sedimentological Subcommittee of the Hungarian Academy of Sciences and the Hungarian Geological Society, Budapest, Hungary*, 51-63.

Ósi, A., Apesteguía, S., & Kowalewski, M. (2010). Non-avian theropod dinosaurs from the early Late Cretaceous of Central Europe. *Cretaceous Research*, 31(3), 304-320.

Ósi, A., Bodor, E. R., Makádi, L., & Rabi, M. (2016). Vertebrate remains from the Upper Cretaceous (Santonian) Ajka coal formation, western Hungary. *Cretaceous Research*, 57, 228-238.

Ósi, A., Rabi, M., Makádi, L., Szentesi, Z., Botfalvai, G., Gulyás, P., & Godefroit, P. (2012). The Late Cretaceous continental vertebrate fauna from Iharkút, western Hungary: a review. *Bernissart dinosaurs and Early Cretaceous terrestrial ecosystems*, 533-568.

Ósi, A., Szabó, M., Kollmann, H., Wagreich, M., Kalmar, R., Makádi, L., ... & Summesberger, H. (2019). Vertebrate remains from the Turonian (Upper Cretaceous) Gosau Group of Gams, Austria. *Cretaceous Research*, 99, 190-208.

Ósi, A., Szabo, M., Tóth, E., Bodor, E., Lobitzer, H., Kvaček, J., ... & Botfalvai, G. (2021). A brackish to non-marine aquatic and terrestrial fossil assemblage with vertebrates from the lower Coniacian (Upper Cretaceous) Gosau Group of the Tiefengraben locality near St. Wolfgang im Salzkammergut, Austria. *Cretaceous Research*, 127, 104938.

Smith, J. B., Vann, D. R., & Dodson, P. (2005). Dental morphology and variation in theropod dinosaurs: implications for the taxonomic identification of isolated teeth. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 285(2), 699-736.

Summesberger, H., & Kennedy, W. J. (1996). Turonian ammonites from the Gosau Group (Upper Cretaceous; northern Calcareous Alps; Austria) with a revision of *Barroisiceras haberfellneri* (HAUER, 1866). *Beiträge zur Paläontologie*, 21(105), e177.

Ungar P. S. (2002). Microware software, Version 4.02. A semi-automated image analysis system for the quantification of dental microwear. Unpublished, Fayetteville, Arkansas

Schubert, B. W., & Ungar, P. S. (2005). Wear facets and enamel spalling in tyrannosaurid dinosaurs. *Acta Palaeontologica Polonica*, 50(1).

Scott, R. S., Ungar, P. S., Bergstrom, T. S., Brown, C. A., Childs, B. E., Teaford, M. F., & Walker, A. (2006). Dental microwear texture analysis: technical considerations. *Journal of human evolution*, 51(4), 339-349.

Valentin, X., Godefroit, P., Tabuce, R., Vianey-Liaud, M., Wu, W., & Garcia, G. (2012). First late Maastrichtian (latest Cretaceous) vertebrate assemblage from Provence (Vitrolles-la-Plaine, southern France). *Bernissart Dinosaurs and Early Cretaceous Terrestrial Ecosystems*. Indiana University Press, Bloomington, 582-597.

Varricchio, D. J. (2001). Gut contents from a Cretaceous tyrannosaurid: implications for theropod dinosaur digestive tracts. *Journal of Paleontology*, 75(2), 401-406.

Vasile, Ș. T. E. F. A. N. (2008). A new microvertebrate site from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) deposits of the Hațeg Basin. *Sargetia*, 21, 5-15.

Winkler, D. E., Schulz-Kornas, E., Kaiser, T. M., & Tütken, T. (2019). Dental microwear texture reflects dietary tendencies in extant Lepidosauria despite their limited use of oral food processing

Függelék

	LOG	AL	CBL	CBR	CBW	CH	CHR	DAV G
Paraves indet. 3 (1)_ihar		0,5378 19	0,3710 68	- 0,408 94	- 0,0457 6	0,4623 98	0,0899 05	0,9344 98
Paraves indet. 1 (2)_ihar		0,8129 13	0,4471 58	- 0,221 85	0,2304 49	0,7993 41	0,3521 83	0,7481 88
Paraves indet. 1 (3)_ihar		0,4771 21	0,1760 91	- 0,481 49	- 0,3010 3	0,4149 73	0,2380 46	1
Paraves indet. 1 (4)_ihar		0,5051 5	0,1760 91	- 0,585 03	- 0,3979 4	0,4623 98	0,2855 57	1,0791 81
Paraves indet. 1 (5)_ihar		0,7634 28	0,3617 28	- 0,284	0,0791 81	0,6901 96	0,3283 8	0,9822 71
Paraves indet. 1 (6)_ihar		0,7075 7	0,3424 23	- 0,397 94	- 0,0457 6	0,6334 68	0,2900 35	0,9542 43
Paraves indet. 1 (8)_ihar		0,6334 68	0,3424 23	- 0,346 79	0	0,5797 84	0,2380 46	0,8450 98
Paraves indet. 3 (10)_ihar		0,5440 68	0,3617 28	- 0,455 93	- 0,0969 1	0,4913 62	0,1271 05	0,8633 23
Paraves indet. 1 (11)_ihar		0,5051 5	0,2304 49	- 0,387 22	- 0,1549	0,4913 62	0,2600 71	0,9190 78
Paraves indet. 1 (12)_ihar		0,4771 21	0,2304 49	- 0,455 93	- 0,2218 5	0,4149 73	0,1846 91	0,9030 9

Paraves indet. 1 (14)_ihar		0,3802 11	0,1461 28	- 0,366 53	- 0,2218 5	0,3617 28	0,2148 44	1,0791 81
Paraves indet. 3 (15)_ihar		0,2304 49	0,0791 81	- 0,481 49	- 0,3979 4	0,1461 28	0,0644 58	1,0899 05
Arcovenator MCNA 1852		1,5498 61	1,1714 34	- 0,163 26	1,0081 74	1,5503 51	0,3789 17	0,4149 73
Arcovenator MCNA 1853		1,4055 17	1,1322 6	- 0,270 13	0,8621 31	1,3492 78	0,2170 18	0,4771 21
Arcovenator MCNA 14520		1,8137 14	1,3340 51	- 0,313 28	1,0207 75	1,7965 05	0,4624 54	0,4471 58
Arcovenator MCNA 14521		1,5842 18	1,1504 49	- 0,174 1	0,9763 5	1,5579 88	0,4075 39	0,4361 63
Arcovenator MCNA 14522		1,2491 98	1,1065 31	- 0,336 42	0,7701 15	1,3100 56	0,2035 25	0,5224 44
Arcovenator MCNA 16863		1,3168 09	1,1360 86	- 0,302 3	0,8337 84	1,3424 23	0,2063 37	0,5051 5
Arcovenator MCNA 16864		1,3812 96	1,1673 17	- 0,273	0,8943 16	1,3794 87	0,2121 69	0,4955 44
Dromaeosauridae MCNA 14623		0,8965 26	0,6532 13	- 0,324 83	0,3283 8	0,7528 16	0,0996 04	0,7781 51
Dromaeosauridae MCNA 14624		0,9781 81	0,7234 56	- 0,087 97	0,6354 84	0,8208 58	0,0974 02	0,7781 51

Richardoestesia MCNA 14606		0,7535 83	0,5024 27	- 0,416 07	0,0863 6	0,6364 88	0,1340 61	0,8450 98
Richardoestesia MCNA 14608		0,6424 65	0,4712 92	- 0,458 45	0,0128 37	0,5158 74	0,0445 82	0,8450 98
Richardoestesia MCNA 14609		0,4116 2	0,2148 44	- 0,415 5	- 0,2006 6	0,2552 73	0,0404 29	1
Richardoestesia MCNA 14610		0,3541 08	0,1271 05	- 0,282 01	- 0,1549	0,2833 01	0,1561 96	0,9542 43
Richardoestesia MCNA 14619		0,6512 78	0,2878 02	- 0,509 65	- 0,2218 5	0,5774 92	0,2896 9	1
Richardoestesia MCNA 14576		0,4941 55	0,3802 11	- 0,380 21	0	0,3692 16	-0,011	0,9030 9
Richardoestesia MCNA 16861		0,9084 85	0,4756 71	- 0,296 69	0,1789 77	0,8337 84	0,3581 13	0,8450 98
Richardoestesia MCNA 16779		0,4517 86	0,2355 28	- 0,396 68	- 0,1611 5	0,3856 06	0,1500 78	0,9030 9
Richardoestesia MCNA 14569		0,3692 16	0,1702 62	- 0,406 83	- 0,2365 7	0,2304 49	0,0601 87	1,1139 43
Richardoestesia MCNA 14570		0,4828 74	0,2329 96	- 0,454 84	- 0,2218 5	0,3617 28	0,1287 32	1,1760 91
Richardoestesia MCNA 14571		0,4116 2	0,2552 73	- 0,462 88	- 0,2076 1	0,2764 62	0,0211 89	1,2041 2

Richardoestesia MCNA 14572		0,4533 18	0,1643 53	- 0,423 99	- 0,2596 4	0,4031 21	0,2387 68	0,9542 43
Richardoestesia MCNA 14573		0,5327 54	0,2278 87	- 0,298 47	- 0,0705 8	0,4814 43	0,2535 56	1,0413 93
Richardoestesia MCNA 14575		0,4698 22	0,2600 71	- 0,544 07	-0,284	0,3579 35	0,0978 63	1
Richardoestesia MCNA 14577		0,3961 99	0,1583 62	- 0,495 6	- 0,3372 4	0,3483 05	0,1899 42	0,8450 98
Richardoestesia MCNA 14580		0,4133	0,1846 91	- 0,436 5	- 0,2518 1	0,3443 92	0,1597 01	1,1760 91
Richardoestesia MCNA 14581		0,4031 21	0,1072 1	- 0,366 85	- 0,2596 4	0,3579 35	0,2507 25	1,1760 91
Richardoestesia MCNA 14584		0,6637 01	0,4199 56	- 0,470 57	- 0,0506 1	0,5921 77	0,1722 21	0,9542 43
Richardoestesia MCNA 14585		0,7084 21	0,4133	- 0,356 39	0,0569 05	0,6551 38	0,2418 39	0,9030 9
Richardoestesia MCNA 14586		0,5477 75	0,3159 7	- 0,446 74	- 0,1307 7	0,4727 56	0,1567 86	1
Richardoestesia MCNA 14587		0,4345 69	0,1931 25	- 0,444 94	- 0,2518 1	0,3598 35	0,1667 11	0,9542 43
Richardoestesia MCNA 14589		0,8469 55	0,4578 82	- 0,264 76	0,1931 25	0,7435 1	0,2856 28	1,0413 93

Richardoestesia MCNA 14597		0,6201 36	0,3304 14	- 0,361 93	- 0,0315 2	0,4983 11	0,1678 97	0,8450 98
Richardoestesia MCNA 14598		0,4183 01	0,2878 02	- 0,314 67	- 0,0268 7	0,2329 96	- 0,0548 1	0,8450 98
Richardoestesia MCNA 14599		0,5763 41	0,2528 53	- 0,439 94	- 0,1870 9	0,4941 55	0,2413 02	0,9030 9
Richardoestesia MCNA 16788		0,7201 59	0,4857 21	- 0,355 39	0,1303 34	0,5831 99	0,0974 77	0,8450 98
Richardoestesia MCNA 16832		0,2718 42	0,0827 85	- 0,342 42	- 0,2596 4	0,1959	0,1131 14	0,9030 9
Richardoestesia MCNA 16849		0,2810 33	0,1038 04	- 0,422 56	- 0,3187 6	0,1271 05	0,0233 01	1
Richardoestesia MCNA 16852		0,5550 94	0,2013 97	- 0,388 48	- 0,1870 9	0,4440 45	0,2426 48	1,0413 93
Richardoestesia B MCNA 16798		0,5465 43	0,1553 36	- 0,391 91	- 0,2365 7	0,5237 46	0,3684 1	1,0413 93
Richardoestesia B MCNA 16800		0,5403 29	0,1613 68	- 0,286 31	- 0,1249 4	0,5092 03	0,3478 35	1
Richardoestesia B MCNA 16845		0,3747 48	0,0755 47	- 0,343 15	- 0,2676 1	0,3654 88	0,2899 41	1,0791 81
Richardoestesia B MCNA 16854		0,4232 46	0,1702 62	- 0,256 45	- 0,0861 9	0,3560 26	0,1857 64	1,0413 93

Variraptor 791		1,0170 33	0,8061 8	- 0,329 06	0,4771 21	1,0934 22	0,2872 42	0,7481 88
Variraptor 792		1,1205 74	0,8325 09	- 0,241 47	0,5910 65	1,1818 44	0,3493 16	0,7481 88
Paraves 1 paleo		0,6627 58	0,2695 13	- 0,123 44	0,1461 28	0,6283 89	0,3588 67	0,9698 82
Paraves 2 paleo		0,9030 9	0,4771 21	- 0,301 03	0,1760 91	0,8260 75	0,3679 71	1,0909 63
Theropoda indet. 1 gams		0,5563 03	0,2787 54	- 0,376 75	- 0,0969 1	0,5051 5	0,2253 09	0,9542 43
Theropoda indet. 2 gams		0,4913 62	0,1139 43	- 0,267 61	- 0,1549	0,4313 64	0,3159 7	1
Theropoda indet. 3 gams		0,7708 52	0,4623 98	- 0,318 76	0,1461 28	0,7481 88	0,2855 57	0,9542 43
Theropoda 1 tiefen		0,6434 53	0,2787 54	- 0,284	0	0,6020 6	0,3222 19	1
ENVS2 erdély		1,7075 7	0,4913 62	- 0,284	0,2041 2	0,6627 58	0,1702 62	0,8633 23
Pal 2014.109.1.Tetanur ae		1,3560 26	0,8450 98	- 0,146 13	0,6989 7	1,3117 54	0,4666 56	0,4866 67
Pal 2014.110.1.Tetanur ae		1,3873 9	1,1072 1	- 0,417 01	0,6901 96	1,3283 8	0,2211 7	0,5051 5

Pal 2014.111.1.Tetanurae		1,3654 88	1,0899 05	- 0,297 51	0,7923 92	1,3579 35	0,2680 3	0,5051 5
Pal 2014.112.1.Tetanurae		1,3283 8	1,0413 93	- 0,277 96	0,7634 28	1,2787 54	0,2373 61	0,4771 21
V01.54.Tetanurae		1,4885 51	1,1702 62	- 0,337 75	0,8325 09	1,4424 8	0,2722 18	0,4573 77
V2008.36.5.Tetanurae		1,4871 38	1,1731 86	- 0,298 13	0,8750 61	1,4297 52	0,2565 66	0,4366 93
V2008.36.17.Tetanurae		1,2922 56	0,9912 26	- 0,367 98	0,6232 49	1,2528 53	0,2616 27	0,5314 79
V2008.36.21.Tetanurae		1,2900 35	1,0086	- 0,355 39	0,6532 13	1,2304 49	0,2218 49	0,5141 05

1. melléklet: A morfometriai főkomponens elemzéshez felhasznált adatok (AL, CBL, CBR, CBW, CH, CHR, DAVG) logaritmizálva.

	LOGátlag	PitLenX	PitWidX	ScratchLenX	ScratchWidX
enantiornites1_ihar		0,894316	0,651762	1,403206	-0,06048
nvstheropoda2_erdely		0,861236	0,529559	1,448938	0,058805
paraves1_ihar		0,941511	0,673942	1,194237	-0,03621
paraves2_paleo		0,669782	0,476397	1,376394	-0,04818
paraves5_ihar		0,860038	1,395326	1,395326	0,102091
paraves16_ihar		0,86835	0,502427	1,339054	0,033424
paronychodon1_ihar		0,819873	0,440122	1,49059	0,130334
tetanuraebemut_ihar		0,968249	0,649821	1,476107	0,058805
tetanurae_paleo		0,473487	0,380211	1,359741	-0,03858

theropoda1_ihar		0	0	1,407221	0,004321
theropoda1_tiefen		0,69897	0,103804	1,270213	-0,02687
theropoda3_tiefen		0,704151	0,460898	1,216957	0,033424
nvstheropoda1_erdely		0,797614	0,337459	1,340741	0,012837
paraves6_ihar		0,755875	0,332438	1,122216	-0,04576
paronychodon_ajka		0,959995	0,86835	1,141607	-0,07058
theropoda1_paleo		0,895423	0,63799	1,187239	0,021189
theropoda2_tiefen		0,758155	0,375664	1,165838	0,02735

2. melléklet: A 2D PCA elemzéshez felhasznált adatok, logaritmizálva.

ÁTLAG	N	PitN	ScratchN	Scratch%	Pit%
enantiornites1_ihar	73	13	60	82,19178	17,80822
paronychodon1_ihar	88	13	75	85,22727	14,77273
paraves01_ihar	67	7	60	89,55224	10,44776
paraves6_ihar	47	1	46	97,87234	2,12766
paraves5_ihar	108	14	94	87,03704	12,96296
paraves16_ihar	67	7,5	59,5	88,80597	11,19403
theropoda1_ihar	31,5	0	31,5	100	0
tetanurae_ihar_bemut	107	7	100	93,45794	6,542056
tetanurae_paleo	34,5	1,5	33	95,65217	4,347826
paraves2_paleo	23,5	2,5	21	89,3617	10,6383
theropoda1_paleo	90	4	86	95,55556	4,444444
theropoda1_tiefen	100	1	99	99	1
theropoda2_tiefen	103	3,5	99,5	96,60194	3,398058
theropoda3_tiefen	74	8	66	89,18919	10,81081
nvs_theropoda_1_erdely	151,5	6,5	145	95,70957	4,290429
nvs_theropoda_2_erdely	103,5	23	80,5	77,77778	22,22222
paronychodon_ajka	41,5	1,5	40	96,38554	3,614458

3. melléklet: A 2D elemzéshez, illetve a 8. 9. 10. ábrákhoz felhasznált adatok, logaritmizálva.

LOGátlag	Asfc	Smfc	HAsfc9	epLsar
enantiornites1_ihar	0,832816	-0,17742	0,924014	- 1,72924
nvstheropoda1_erdely	0,384133	0,012615	-0,22575	- 1,74344
nvstheropoda2_erdely	0,207443	0,057375	-0,58267	- 1,72461
paraves1_ihar	0,536227	0,212657	-0,09406	- 1,70075
paraves16_ihar	0,893656	0,483563	0,157534	- 1,70609
paraves2_paleo	0,404154	0,236089	0,222444	- 1,69417
paraves5_ihar	0,443527	-0,11488	-0,10646	- 1,70358
paraves6_ihar	0,264815	-0,14982	-0,56228	- 1,67667
paronychodon1_ihar	0,084948	-0,191	-0,19032	- 1,68479
paronychodon_ajka	0,716094	-0,03571	-0,51455	- 1,70548
tetanuraebemut_ihar	0,040483	-0,16165	-0,69004	- 1,76821
tetanurae_paleo	0,792162	0,01442	0,178456	- 1,72773
theropoda1_ihar	0,739252	0,185386	0,137568	- 1,70365
theropoda1_paleo	0,691632	-0,15816	0,009427	- 1,68905

theropoda1_tiefen	0,090689	0,242288	-0,30426	- 1,72597
theropoda2_tiefen	0,631305	0,029641	-0,23122	- 1,75054
theropoda3_tiefen	0,127906	-0,09463	-0,31978	- 1,76473

4. melléklet: A 3D elemzéshez, illetve ábrákhoz felhasznált adatok logaritmizálva.