

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS INFORMATIKAI KAR
BIOLÓGIA DOKTORI ISKOLA

**A KÉTOLDALI ASZIMMETRIA FEJLŐDÉSÉNEK VIZSGÁLATA
TÖRTÉNETI EMBERTANI ANYAGON**

PHD ÉRTEKEZÉS

SZERZŐ: FOGL ÁGNES

TÉMAVEZETŐ:
DR. BALÁZS JÁNOS, TUDOMÁNYOS MUNKATÁRS

SZTE TTIK EMBERTANI TANSZÉK

SZEGED

2022

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	1
1.1 A végtagi kétoldali aszimmetria kapcsolata a különböző tudományterületekkel.....	2
1.2 A kétoldali aszimmetriával kapcsolatos fogalmak áttekintése	3
1.3 A végtagi aszimmetriák evolúciós gyökerei.....	5
1.4 A vázcsontok adaptív válasza a mechanikai hatásokra	9
1.5 A felnőttkorú vázak végtagi direkcionális aszimmetriája	11
1.6 A gyermekkorú vázak végtagi direkcionális aszimmetriája.....	15
2. CÉLKITŰZÉS	19
3. VIZSGÁLATI ANYAG	20
3.1 Régészeti háttér	20
3.2 Életmód	21
3.3 Általános antropológiai vizsgálat	21
4. MÓDSZEREK	24
4.1 Vizsgálati kritériumok.....	24
4.2 Az elhalálzási életkor becslése	24
4.3 Méretek.....	26
4.4 A felnőttekre jellemző dominancia-megoszlás elérésének vizsgálata.....	27
4.5 Statisztikai elemzés	27
5. EREDMÉNYEK	29
5.1 A vizsgált gyermekvázak standard gyermekvázakkal történő összehasonlítása	29
5.2 A felső végtag hosszúcsontjainak kétoldali aszimmetriája	29
5.3 Az alsó végtag hosszúcsontjainak kétoldali aszimmetriája.....	32
6. DISZKUSSZIÓ.....	39
6.1 A környezeti stressz mértéke a vizsgált gyermekvázak esetében	39
6.2 A felső végtag hosszúcsontjainak kétoldali aszimmetriája	40
6.3 Az alsó végtag hosszúcsontjainak kétoldali aszimmetriája.....	41

6.4	Konklúzió	43
6.5	További perspektívák	45
7.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	47
8.	IRODALOMJEGYZÉK	48
9.	ÖSSZEFOGLALÁS	59
10.	SUMMARY	63
11.	FÜGGELÉK.....	67

Az értekezésben használt, fontosabb rövidítések jegyzéke

AA – abszolút aszimmetria

ANOVA – analysis of variance – varianciaanalízis

B – bal oldal, bal oldali

CA – cortical area – kéregállomány

DA – direkcionális aszimmetria

FEMD – a femur diafizisének legnagyobb átmérője

FEMH – a femur diafizisének legnagyobb hossza

FIBH – a fibula diafizisének legnagyobb hossza

HUMD – a humerus diafizisének legnagyobb átmérője

HUMH – a humerus diafizisének legnagyobb hossza

Inf. I. – Infantia I. elhalálozási életkorcsoport

Inf. II. – Infantia II. elhalálozási életkorcsoport

J – jobb oldal, jobb oldali

LCA – last common ancestor – utolsó közös ős

MA – medullar area – velőállomány

RADH – a radius diafizisének legnagyobb hossza

SA – standardizált aszimmetria

SMA – second moments of area – másodrendű nyomaték terület

TIBD – a tibia diafizisének legnagyobb átmérője

TIBH – a tibia diafizisének legnagyobb hossza

ULNH – az ulna diafizisének legnagyobb hossza

1. BEVEZETÉS

Az ember a kétoldalian szimmetrikus állatok alországába tartozik. Bizonyos belső szervek aszimmetriájából, valamint abból, hogy a végtagok használata a fajok egy részében szimmetrikus, míg más részében aszimmetrikus az körvonalazódik, hogy a szimmetria és az aszimmetria az evolúció korai szakasza óta együtt léteznek (Corballis 2021).

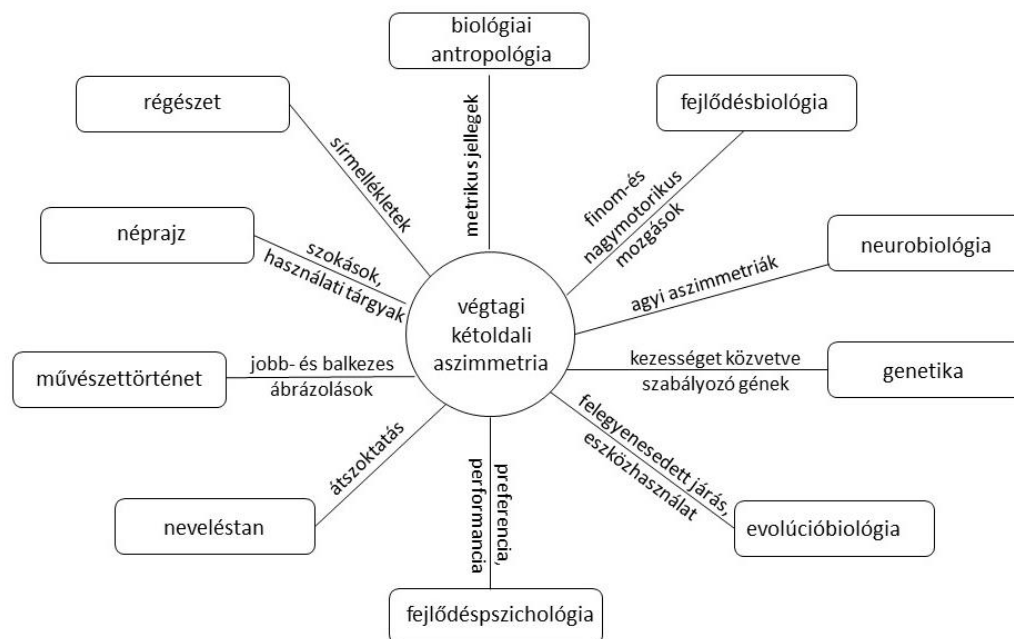
A felegyenesedett járást összetett evolúciós, környezeti, idegrendszeri és genetikai folyamatok eredményének tekintjük, amely a végtagi aszimmetriák kialakulása szempontjából döntő mozzanat volt: a kéz mentesült a földön való mozgás funkciójától, így képessé vált az olyan komplexebb, aszimmetrikus, kétkezes koordinációt igénylő tevékenységek elvégzésére, mint amilyen az eszközhasználat és eszközkészítés (Priour et al. 2019; Corballis 2021).

Ezzel egy időben az alsó végtag funkcionális aszimmetriája is kialakult. A preferált vagy domináns lábnak a mobilizáció és a manipuláció a szerepe, míg a nem preferált vagy nem domináns lábnak a preferált láb stabilizálása (Sadeghi et al. 2000).

A postcranialis váz kétoldali aszimmetriája azt az adaptív választ tükrözi, amellyel a domináns (vagy preferált) végtag mozgásaira reagálnak az izmok tapadási felületeit biztosító csontok. Ez az adaptív válasz megnyilvánulhat a csont robusztusabbá válásában, alakjának, méretének, izomtapadási helyeinek megváltozásában (Steele 2000). A felső és alsó végtag vázcsontjainak kétoldali aszimmetriára vonatkozó kutatása nemcsak evolúciós szempontból érdekes, hanem az egyedfejlődés tekintetében is. Ahhoz, hogy komplex képet kapjunk egy történeti népesség esetén a végtagcsontok kétoldali aszimmetriájának egyedfejlődéséről – mint arról a válaszról, amelyet a csont ad valamilyen fizikai tevékenységre –, nem választhatjuk el a történeti embertani vizsgálatokat a ma élő gyermekek biológiai antropológiai vizsgálatától, valamint a társadalomtudományoktól és a régészettől, amely szociális és történelmi kontextusba helyezi a régmúlt idők népességeit, segítve ezzel biológiai rekonstrukciójukat.

1.1 A végtagi kétoldali aszimmetria kapcsolata a különböző tudományterületekkel

A végtagi kétoldali aszimmetria kutatása számos tudományterület érdeklődési körében felmerült (1.1 ábra). Ezen kapcsolatok áttekintése során azokat emelem ki, amelyek segítséget nyújthatnak a régmúlt idők népességeinek biológiai rekonstrukciójában.



1.1. ábra: A végtagi kétoldali aszimmetria kapcsolata a különböző tudományterületekkel.

A biológiai antropológia szempontjából a történeti embertanban leginkább a metrikus jellegek vizsgálata terjedt el a jobb és bal oldali vázcsontok tekintetében (Ruff et al. 1993; Steele és Mays 1995; Auerbach és Ruff 2006), ám a morfológiai jellegek is szolgálhatnak arra vonatkozóan információval, hogy melyik oldali végtag terhelése lehetett intenzívebb az adott történeti népességet tekintve, amelyből annak életmódjára lehet következtetni (Tihanyi et al. 2020).

A gyermekkorú vázak végtagi kétoldali aszimmetriájának megértéséhez a fejlődésbiológiai és a fejlődésszichológiai tanulmányok eredményei is segítséget nyújthatnak. Az élő gyermekek finom- és nagymotorikus mozgásainak (Oláh 2008; Swan et al. 2020), végtagpreferenciájának (Gabbard 1992; McManus et al. 1988) fejlődési stádiumai életkorhoz kötöttek és ezek az életkorok, mint mérőkövek alapján korcsoportok határozhatóak meg a történeti népességek gyermekeinek vázcsontjai tekintetében is. A végtagcsontok kétoldali aszimmetriájának gyakoriságából, irányából, nagyságának

életkorral történő változásából a kezesség és a lábasság, mint a kétoldali aszimmetria markereinek tulajdonságaira lehet következtetni. Ennek megfelelően azok a fizikai terhelések, tevékenységek is vizsgálhatóak, amelyek az adott csontméret adott oldali dominanciáját okozzák.

A régészet és a néprajz a tárgyi kultúrán és szokásokon keresztül szolgál információval a bioarchaeológiai kutatásokhoz. A kézművesség, a földművelés és a mindennapi élet tevékenységei nyomot hagynak nemcsak a vázcsontokon, hanem a használati tárgyakon is, amelyekből rekonstruálható az a fizikai tevékenység, amely hozzájárult a végtagi kétoldali aszimmetria kialakulásához (Mellor 2014; Rebay-Salisbury és Pany-Kucera 2020).

A végtagi kétoldali aszimmetria kutatásában tehát számos tudományterület érdekelt a fentiekben áttekintetteken kívül is. A bioarchaeológiai vizsgálatok interpretálása során éppen ezért helyesen kell tudni megválasztani azokat a kapcsolódási pontokat, amelyek az adott témában relevánsan értelmezhető háttérinformációt nyújtanak.

1.2 A kétoldali aszimmetriával kapcsolatos fogalmak áttekintése

A kétoldali aszimmetriával kapcsolatos fogalmak többsége mind a végtagok, mind a páros érzékszervek (szem, fül) tekintetében használható, ám dolgozatomban a felső és alsó végtag és azok csontjai kapcsán alkalmazom őket.

A tudományos közleményekben is gyakran és helytelenül, egymás szinonimájaként használt kifejezések helyes használatára Gabbard hívta fel a figyelmet egy rövid, de annál világosabb összefoglaló cikkében (Gabbard 1997). Hasonló okokból a következőkben áttekintem e tudományterület legfontosabb alapfogalmait.

A kétoldali aszimmetria (többször leegyszerűsítve „aszimmetriaként” használják az irodalomban) kifejezés a jobb és bal oldal közötti morfológiai vagy funkcionális aszimmetriára utal. Mivel sok száz ilyen aszimmetria létezik, ezért érdemes legalább minimálisan csoportosítani őket aszerint, hogy mely szervrendszerükkel kapcsolatosak. Ennek alapján beszélhetünk perceptuális (szemesség, fülesség), kognitív (beszéd, nyelv) és motoros (végtagi) aszimmetriákról (Gabbard 1997).

A lateralizáció, mint folyamat és a lateralitás, mint ennek a folyamatnak az eredménye általános fogalmak, amelyet a funkcionális aszimmetriák oldalisága kapcsán használunk. Tehát mindig a vizsgált szerv vagy szervrendszerrel összefüggésben alkalmazzuk őket, például a beszélt nyelv és a kezesség evolúciójának irodalmában: agyi lateralizáció – az agyi

aszimmetriák fejlődésének folyamata; idegrendszeri lateralitás – bizonyos funkciók a bal, más funkciók a jobb agyféltekéhez köthetők (Gabbard 1997).

A preferencia vagy laterális preferencia az adott, kétoldalian szimmetrikusan elhelyezkedő szervpár egyikének előnyben részesítését jelenti. Az előnyben részesített szerv a preferált szerv. Leggyakrabban a preferált kéz, preferált láb, kézpreferencia, kézhasználati preferencia, lábpreferencia kifejezésekben találkozunk vele. Élő és történeti népeiségek esetén is használjuk ezt a kifejezést.

A performancia azt mutatja meg, hogy egy adott feladat elvégzése során mi a különbség a bal és a jobb kéz teljesítményében (Scharoun és Bryden 2014), melyből a kezesség fokára – arra, hogy mennyivel használja szívesebben az egyén az egyik kezét a másiknál többféle feladat elvégzése során – is lehet következtetni (McManus et al. 1988; Prichard et al. 2013). Leggyakrabban performancia tesztekkel vizsgálják. Ez a fogalom az élő populációk szintjén értelmezhető csak.

A domináns oldal azt az oldalt jelenti, amely oldalt az adott feladat elvégzésénél előnyben részesíti az egyén. Például a kéz és a láb esetén túlnyomó többségben a domináns oldal a jobb oldal. Élő és múltbéli populációknál is értelmezhető.

A kezesség kifejezést azoknál a fajoknál használjuk, ahol nemcsak az egyed és a csoport, hanem a populáció szintjén is jelentkezik a kézhasználati preferencia. Például a mai modern ember populációjának jellemzésére használható, viszont az emberszabású majmoknál célszerűbb a kézhasználati preferenciát alkalmazni helyette (Pobiner 1999).

Az egyén jellemzésére kézhasználati preferencia szempontjából a jobbkezes és balkezes jelző mellett az ambidexter vagy mixed kifejezést is használjuk, ebben az esetben mindkét kéz preferenciája azonos mértékű (Perelle és Ehrman 1994). Az irodalmi adatok gyakran a jobbkezesekhez sorolják őket (Annett 1985; Raymond és Pontier 2004; Papadatou-Pastou et al. 2020).

A direkcionális aszimmetria (DA) a kétoldali aszimmetria irányának (jobb vagy bal oldal), míg az abszolút aszimmetria (AA) annak nagyságának jellemzésére szolgál (Van Valen 1962; Sládek et al. 2018). A standardizált aszimmetria (SA) az irány és a nagyság kifejezésére egyaránt alkalmas. Utóbbi két fogalom a matematikai-statisztikai módszerek leírásánál használatos (Sládek et al. 2018).

A fluktuáló aszimmetria olyan, a csoport vagy a populáció szintjén értelmezhető eloszlás, amelyet a kétoldalian szimmetrikus mintázattól való egyéni eltérések okoznak (Ludwig 1932; Mather 1953; Van Valen 1962). A fejlődési instabilitás jelzőjeként, fenotípusos megjelenéseként értelmezik. Ma az egyedekre ható környezeti (extrinsic), vagy

genetikai (intrinsic) stressztényezők feltárására irányul a vizsgálata (Graham és Özener 2016; Graham 2021), mind a történeti embertani leleteken, mind élő populációkon.

Amennyiben több szerv preferenciáját viszonyítjuk egymáshoz, akkor azok eshetnek ugyanarra az oldalra, ez a kongurencia jelensége, vagy az ellenkező oldalra, ekkor a preferencia kontralaterális. A legerősebb kapcsolat a kéz- és a lábpreferencia között áll fenn (Gabbard 1992). Ezen viszonyításokat élő populációk jellemzésekor használjuk, de értelmezésük átvihető történeti népeiségekre is.

A keresztezett szimmetria abban nyilvánul meg, hogy az alsó végtag csontméretei a domináns kézzel ellentétes oldalon a nagyobbak (Schaeffer 1928). Ennek a megfigyelésnek az áll a háttérben, hogy a domináns kéztől (amely a recens populációk 90%-ában a jobb kéz) függetlenül általában a jobb láb a preferált láb, míg a bal lábnak stabilizáló szerepe van (Gabbard és Iteya 1996; Sadeghi et al. 2000), tehát anatómiai méretei nagyobbak. Az irodalmi források erre a jelenségre többféle elnevezést is használnak annak ellenére, hogy definíciója alatt ugyanazt értik. A szakirodalomban az európai szerzők keresztezett aszimmetriaként írják le (Szathmáry 1978, Bigoni és munkatársai 2005, Treffner és Kirchengast 2020), míg a kontinensen kívüli szerzők keresztezett szimmetriaként említik (Ruff 1992, Plochocki 2004, Kanchan és munkatársai 2008). Ezen felül ugyan ritkán, de kontralaterális szimmetriaként is utalnak rá (Auerbach és Ruff 2006). Disszertációmban az angol nyelvű irodalom túlsúlya miatt a keresztezett szimmetria elnevezést használom.

1.3 A végtagi aszimmetriák evolúciós gyökerei

A végtagi kétoldali aszimmetriára vonatkozó vizsgálatok sokrétűek lehetnek: történhetnek élő populációkon, történeti népeiségeken és az ember evolúciójának fontos állomásait képviselő csoportok szintjén (emberszabású majmok és a *Homo* genus legkorábbi képviselői). Mivel a mellső végtag a felegyenesedett járással vált szabaddá, így érdemes áttekintenünk elsőként a kétlábon járás evolúcióját, amely nem esik egybe szükségszerűen a *Homo* genus evolúciójával.

Az összehasonlító genetikai vizsgálatok szerint a csimpánzzal közelebbi a rokonságunk, mint a gorillával, és a vele közös leszármazási vonalról mintegy 5–7 millió évvel ezelőtt váltunk le (Ruvolo 1997). Ez a bizonyíték egybeesik a ma ismert legkorábbi hominina leletek korával (Harcourt-Smith 2010). Az ember evolúciója során megjelenő kétlábon járás gyökereit tehát ebben az időintervallumban kell keresnünk, mégpedig az utolsó közös őst (last common ancestor - LCA) végtagjainak anatómiai felépítésében. Az 1990-es évekig a

kétlábon járásra vonatkozó teóriák megalapozottságának bizonyítékai hiányosak voltak, hiszen a legkorábbi homininák leletei kis számban, és töredékes állapotban álltak a kutatók rendelkezésére (Lovejoy et al. 2009; Harcourt-Smith 2010). 1994-től kezdődően azonban kevesebb, mint 10 év leforgása alatt több olyan lelet is előkerült, amelyek hiánypótlóak az evolúció megértésének szempontjából: az *Ardipithecus ramidus* leleteiről először 1994-ben született közlemény, koruk 4,4 millió év (White et al. 1994); az *Ardipithecus kadabba* fossziliáiról 2001-ben jelent meg az első tudományos értékelés, koruk 5,6-5,8 millió év (Haile-Selassie 2001), az *Orrorin tugenensis* maradványáról szintén 2001-ben publikáltak először, kora 6 millió év (Senut et al. 2001), míg a *Sahelanthropus tchadensis* fossziliáját 2002-ben mutatták be, kora 7 millió év (Brunet et al. 2002). Közülük a legjobb megtartási állapotú az *Ardipithecus ramidus* leletegyüttes, így „Ardi” lett a maga 4,4 millió évével a korai emberszerűek fossziliái közül az, akinek vázából a mozgását vizsgálni lehetett, így modellezni tudták az utolsó közös ős mozgását (White et al. 1994). „Ardi” kéz- és lábcsontjai, medencéje, gerince és végtagjai azt mutatják, hogy mozgására nem volt jellemző a függeszkedés, a függőleges irányú mászás és a bütykön járás, hanem sokkal inkább a fák ágai között történő függeszkedve közlekedés és bizonyos fokig a kétlábon járás (Lovejoy et al. 2009).

A fakultatív kétlábon járás a *Homo* genus korai képviselőire és az *Australopithecus*-okra is jellemző volt (McHenry 2002; Harcourt-Smith 2007; Harcourt-Smith 2010). Ezt támasztja alá az eddig legkiválóbb állapotban előkerült, 3,67 millió éves *Australopithecus* fosszília, „Little Foot” anatómiai felépítése is (Carlson et al. 2021), melynek alsó végtagja hominina-szerű vonásokat mutat. Az évmilliók során újonnan megjelenő és ezzel párhuzamosan elveszített anatómiai tulajdonságok egész sora vezetett a mai modern emberre jellemző obligát kétlábon járás kialakulásához. A *H. habilis* lábán kialakult a hosszanti és a harántboltozat, amely a *H. erectus*, a *H. sapiens sapiens* és a *H. sapiens neanderthalensis* lábára is jellemző (Józsa 1995). Ezzel az optimálisan kivitelezhető felegyenesedett járáshoz szükséges láb evolúciója befejezettnek tekinthető (Józsa 1995).

Ezekből az evolúciós lépésekből látszik, hogy a kétlábon járás kialakulása több szakaszban zajlott le (Harcourt-Smith 2007), számos anatómiai változást eredményezve a csontvázon. A koponyaalapra áthelyeződött foramen magnum a gerincet függőlegesen tartja; a gerincoszlop kettős S görbülete, a kiszélesedett medence és a nagy csípőízület a törzs súlyát közvetíti a lábak felé az állás, járás, futás során (Harcourt-Smith 2007). A megnövekedett terhelés következtében az acetabulum nagyobb lett, a femur nyakának inferior része megvastagodott, a boka robusztusabb lett; a láb boltozatának megjelenése pedig a járás

közbeni rázkódásokat tompítja (Harcourt-Smith 2007). Ezekkel az újonnan megjelenő anatómiai vonásokkal egyidőben el is veszítettük azokat a tulajdonságokat, amelyek a fákon való közlekedésben segítettek minket: az öregujj opponálhatóságára, a kéz-és lábujjak görbületére és a vállízület ilyen jellegű vonásaira már egyre kevésbé volt szükség (Harcourt-Smith 2010). A kétlábon járással egy időben az alsó végtag funkcionális aszimmetriája is kialakult. A preferált vagy domináns lábnak a mobilizálás és a manipuláció a szerepe, míg a nem preferált vagy nem domináns lábnak a preferált láb stabilizálása (Peters 1988; Sadeghi et al. 2000). A kezességtől függetlenül a preferált láb a jobb láb (Macho 1991; Sadeghi et al. 2000; Čuk et al. 2001).

A felegyenesedett járással szabaddá váló mellső végtag tekintetében elindulhatott az egyszerűbb, majd komplexebb kézkoordináció fejlődése. A *Homo* genus tagjainak vázcsontjainak és anyagi kultúrájuk vizsgálata szerint a korai emberfélék már túlnyomórészt jobbkezesek lehettek (Toth 1985; Holloway és De La Costelareymondie 1982; Walker és Leakey 1993; Steele 2002), és ez a trend folytatódott a teljes neolitikumon át (Sládek et al. 2007) a recens emberi populációkig, elérve a jobbkezeség 90 %-os gyakoriságát (Annett 1985; Perelle és Ehrman 1994; Raymond és Pontier 2004; Papadatou-Pastou et al. 2020). A kézhasználati preferencia a populáció szintjén az eddigi kutatások szerint teljes bizonyossággal csak a mai modern ember esetében mutatható ki (Tamura és Akomo-Okoue 2021); gyökereit 5–7 millió évvel ezelőtt, a *Pan* és *Homo* vonal szétválása előtt kell keresni (Lonsdorf és Hopkins 2005).

A legtöbb emberben a beszéd, a gesztikuláció és a kézzel végzett mozgások esetében (a szakirodalomban gyakran kezességként utalnak rá ebben az összefüggésben, lásd Häberling et al. 2016, Prieur et al. 2019, Corballis 2021) a bal oldali agyfélteke a domináns, ezért is vált népszerűvé egymással és az agyi aszimmetriával való kapcsolatuk kutatása mind az evolúcióbíológusok, mind a neurobiológusok körében. Funkcionális mágneses rezonancia vizsgálattal jobb- és balkezeseken tanulmányozták, hogyan működnek az agykéreg egyes területei a vizsgálat közben végrehajtott beszéd feladatok és különböző cselekvéssorok megfigyelése közben (Häberling et al. 2016). Kezességtől függetlenül bal agyféltekei dominancia volt jellemző az ezeket a funkciókat irányító agyi területekre, melyeknek három független hálózatát sikerült azonosítani az agyban: az egyik alrendszer a beszélt nyelvért, míg a másik két alrendszer a kézzel végzett tevékenységek megfigyeléséért és a manipulatív tevékenységekért felel, kézpreferenciától függően és nagyobb részben attól függetlenül (Häberling et al. 2016). Valószínűleg ez a három hálózat a főemlősök tükrös neuron rendszeréből lateralizációval és differenciációval alakult ki (Häberling et al. 2016; Corballis

2021). A tükör neuron rendszer olyan neuronokból áll, amelyek akkor aktiválódnak, amikor az egyed kézzel végez tevékenységeket, vagy olyan egyedet figyel meg, aki ezt teszi. Mivel a tükör neuron rendszer egyes elemei megfeleltethetők az emberi agy Broca areájának (beszédértő központ), valamint a kiterjedt tükör neuron rendszer az emberi agy nyelvi körének, feltételezhető, hogy az evolúció során a tükör neuron rendszer által szabályozott manuális gesztikulációból és a hozzá társult vokalizációból alakult ki a beszélt nyelv (Häberling et al. 2016).

A legfrissebb elméletek szerint a kézhasználati preferencia kialakulása olyan komplex evolúciós, környezeti, idegrendszeri és genetikai folyamatok eredménye, melyek következménye a fán lakó életmódról a felegyenesedett járásra való áttérés lehet – az ily módon felszabadult kéz alkalmassá vált a komplexebb, kétkezes koordinációt igénylő feladatok elvégzésére, az eszközhasználatra és eszközkészítésre (Prieur et al. 2019). Az adaptív jellege mellett már részben fény derült a genetikai hátterére is: 2021-ben 41 lókuszt sikerült azonosítani – a korábbi egy génes, két allélos modellekkel szemben (Annett 1985; McManus 1985) –, amelyek a balkezességgel közvetett módon állnak kapcsolatban, míg lehet, amely az ambidexteritással (Cuellar-Partida et al. 2021). Ez a vizsgálat tárta fel azt is, hogy a balkezesség örökletessége csak gyenge szignifikanciát mutat, így a jobbkezesség irányába való eltolódás univerzális lehet, amelyet genetikai, kulturális és patológiai hatások is befolyásolnak (Corballis 2021). Jelenlegi tudásunk szerint a kézhasználati preferencia kialakulásában a genetikai hatások mintegy 20%-ot tehetnek ki, míg a fennmaradó 80% az egyénre ható környezeti hatásokból eredhet (Corballis 2021).

Tehát egyre jobban megismerjük a felegyenesedett járás evolúciós hátterét és a kézhasználati preferencia megjelenését, ám arra a kérdésre, hogy miért a jobbra tolódás jelent meg a végtagi preferenciában az evolúció során és miért nem a bal, nehéz választ adni. Az emberszabású majmok (*Pongida*) esetén is számos vizsgálat bizonyította az agyi lateralizáció meglétét (Steele 2002), így az agyi aszimmetriák megjelenését nem lehet kizárólagosan a *Homo* genus eszközhasználatához szükséges kézkoordinációval összekapcsolni – így Frost ilyen irányú elmélete megbukott (Frost 1980). Egy másik elmélet, a testtartás eredetű teória (MacNeilage et al. 1987) szerint a fán lakó ősünk a jobb kezét használta erőteljesebben a helyzetváltoztató mozgásai során, melynek következtében a szabad (bal) keze a táplálékszerzésben segítette. Később, amikor a két lábon való járással mindkét kéz szabaddá vált, a már preadaptálódott jobb kéz ügyesebbnek bizonyult a kétkezes koordinációban (MacNeilage et al. 1987). Az elmélettel kapcsolatban azonban több kérdés is nyitott maradt (McGrew és Marchant 1997): (1) Miért éppen a jobb kéz volt a fogókéz?

(2) Miért éppen egy fán lakó primátánál kezdődött el a kézhasználat lateralizációja? (3) Miért a faj, nem pedig az egyed szintjén fordul elő ez a lateralizáció? Fagot és Vauclair (1991) a kognitív kontroll és az agyi aszimmetria oldaláról közelítette meg a kézhasználati preferencia megjelenését. A kézhasználati preferenciát az alacsonyabb szintű tevékenységek közé sorolta: ezek olyan mindennapi feladatok, amelyek jól begyakorlottak és nem igényelnek nagy mértékű kognitív szabályozást. Ilyen tevékenység például a táplálék elérése. Ez a populációk szintjén értelmezve azt jelenti, hogy annyi egyed preferálja a jobb kezét, mint amennyi a balt. Ezzel szemben a magasabb szintű tevékenységek olyan finommotoros mozgások, amelyek komplex kognitív szabályozást igényelnek. Jellemzően olyan tevékenységeket sorolnak ebbe a csoportba – mint például a precíz eszközhasználat és a nem természetes testtartás felvétele –, melyek kivitelezésének háttérében az agyi aszimmetria, az ellenkező oldali félteke specializációja húzódik meg, ebből kifolyólag a populáció szintjén erőteljes eltolódás figyelhető meg valamelyik irányba (Fagot és Vauclair 1991). Bár előrelépésnek számít a korábbi elméletekhez képest, hogy megközelítésük figyelembe veszi a kéz aktivitásainak komplexitását, mégis hiányoznak belőle az alacsonyabb és magasabb szintű tevékenységek közötti átmeneti csoportok (McGrew és Marchant 1997). A preferencia irányát tekintve a konklúzió tehát az, hogy a jobbra tolódás evolúciós okát nem ismerjük: szerepet játszhatnak benne adaptív, genetikai és idegrendszeri tényezők is.

Annyi bizonyos, hogy a felegyenesedett járás, a kétkézes manipuláció és az idegrendszeri lateralizáció következtében a *Homo* genus életmódja az evolúció során folyamatosan változott és ezek a változások a postcranialis vázon is nyomot hagytak: a femur és a humerus robuszticitása időben csökkenő trendet mutat, amely jelenség háttérében a csontokra az izmokon keresztül közvetített csökkenő mechanikai hatások állhatnak, amelyet az evolúció során kialakult kulturális és technológia előnyök, valamint a kognitív funkciók fejlődése okozhatnak (Ruff et al. 1993).

1.4 A vázcsontok adaptív válasza a mechanikai hatásokra

A különböző mozgások mechanikai hatást gyakorolnak a vázcsontokra az izmokon keresztül, amelyekre a csont adaptív válasza a csont szerkezeti átrendeződése (modeling). Ezt a jelenséget Wolff törvényeként ismerjük (Wolff 1892; Ruff et al. 2006; Barak 2020). A szerkezeti átrendeződés a csont méreteinek, alakjának változását okozza, válaszul a különböző mechanikai hatásokra (Frost 1990). A mechanikai hatások származhatnak a

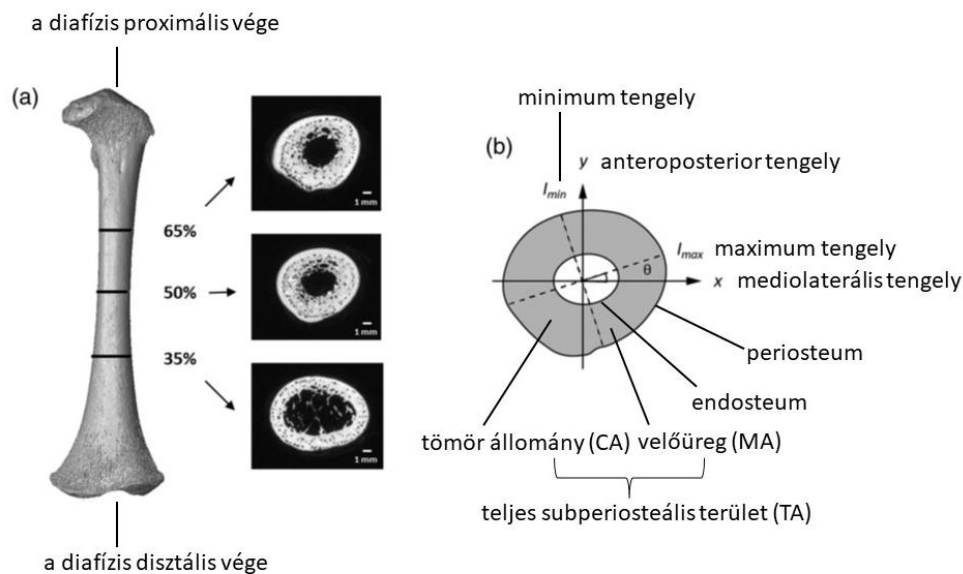
testtömeg eltérő eloszlásából, a testtartásból, valamint különböző mértékű fizikai tevékenységekből (Ruff 1992), így a végtagi preferenciára is lehet következtetni belőlük (Ruff 2005; Steele 2002).

A szerkezeti átrendeződés hátterében a csontgerendázat strukturális változásai állnak, melynek során az osteoblastok (csontképző sejtek) és az osteoclastok (csontfaló sejtek) egymástól függetlenül aktiválódnak attól függően, hogy az adott csont mely részét éri fokozott mechanikai hatás, vagy éppen annak tartós hiánya jelentkezik-e. Előbbi esetben az osteoblastok aktívak, míg az utóbbi esetben az osteoclastok. Mivel a két folyamat térben elhatárolt módon zajlik, a kéregállomány és a csontgerendázat átrendeződését okozza az eltérő mechanikai erők függvényében (Barak 2020).

A modeling mellett egy másik folyamatot is ismerünk, amely módosítja a csont szerkezetét, ez a remodeling (Frost 1990). A remodeling olyan meghatározott sorrendben lejátszódó, lokálisan zajló folyamatokat foglal magába, amelyek a régi csontszövetet újjal helyettesítik (Barak 2020). Remodeling történik például a csontszövet mikrosérüléseinek javítása során, vagy a vérplazma kalcium-szint homeosztázisának beállításakor (Hadjidakis és Androulakis 2006).

A hosszúcsontokra ható mechanikai erőket legegyszerűbben a gerenda-modell írja le: a hosszúcsontok alakja a gerendára hasonlít, és a mérnöki tervezés analógiáját alkalmazva a csont ellenállóképességét a mechanikai hatásokkal szemben a hossz tengelyére merőlegesen létrehozott keresztmetszetek geometriáján lehet tanulmányozni, amelyet a csontszövet eloszlása határoz meg. Ebből következtetni lehet a történeti és a recens populációk életmódjára (Ruff és Hayes 1983; Ruff 1992; Rhodes és Knüsel 2005).

A tömör állomány (cortical area - CA) azt mutatja meg, hogy az axiális irányban ható kompressziós és húzó erőkre hogyan reagál a csont. Ezek relatíve ritkán fordulnak elő, mivel a hosszú csontok természetes görbülettel rendelkeznek. Sokkal fontosabbak a hajlító és torziós erők, amelyekre a tömör állománytól eltérő geometriai területek reagálnak: ezeket másodrendű nyomaték területeknek nevezzük (second moments of area - SMA). Számításuk matematikai egyenletekkel lehetséges. Mind a CA, mind az SMA számításához pontos mérés szükséges, amelyet modern képalkotó diagnosztikai eljárásokkal végeznek el (Ruff 1992). A CA értéken kívül a velőüreg is fontos mutató (medullary area - MA). Hányadosaik, a CA/MA értékek a csontok relatív erősségét adják meg, amely a csont tengelyirányoktól eltérő terhelésre adott válasza. A keresztmetszeti minták vételezése a csont disztális végétől számított szakaszokon történik. Az általános vizsgálati protokollt az 1.2 ábra mutatja be.



1.2. ábra: A hosszúcsontok keresztmetszeti CT vizsgálatára alkalmazott protokoll. A femur disztális végétől számított szakaszokon történt keresztmetszeti mintavételek (a) és a keresztmetszeti vizsgálatokhoz szükséges paraméterek (b). (Swan et al. 2020, módosítva.)

A módszer elérhetősége és költségei miatt hazánkban nem jellemző a használata a nagy mintaelemszámú történeti embertani kutatásokban, viszont eredményei segítséget nyújtanak a kétoldali aszimmetria klasszikus antropometriai módszerekkel történő vizsgálatának megtervezéséhez: a felső végtag esetén az intenzívebb mechanikai hatások miatt a jobb oldal méretei nagyobbak, mint a bal oldali méretek, míg az alsó végtag esetén kisebb mértékű kétoldali aszimmetria jelentkezik egy fordított mintázat képében, melyet kereszttezett szimmetriának nevezünk – a bal oldali méretek nagyobbak, mint a jobb oldali méretek (Ruff 1992).

Az adott oldali csont a teljes hosszát tekintve is különféleképpen reagál a mechanikai terhelésre: a legkevésbé plasztikus választ a csonthossz és az ízfelszínnek adják, míg a legnagyobb kétoldali aszimmetriát a diafizis mutatja (Ruff et al. 1993). A diafizis plasztikusságának háttérében az állhat, hogy genetikailag kevésbé szoros a kontrollja, mint az ízfelszínké (Ruff et al. 1993).

A hosszúcsontok különböző méretei tehát az emberelődök, a történeti népségek és a ma élő populációk morfológiai és viselkedésbeli összehasonlítására is lehetőséget nyújtanak.

1.5 A felnőttkorú vázak végtagi direkcionális aszimmetriája

A felnőttkorú vázak végtagi aszimmetriájával kapcsolatos szakirodalom ismerete elengedhetetlen ahhoz, hogy értelmezni tudjuk a gyermekvázak végtagcsontjain jelentkező

aszimmetriát. A felnőttkorú vázak esetében a vizsgálatok túlnyomó része a felső végtagra koncentrál, és jóval kevesebb azon tanulmányok száma, amely az alsó végtagot vizsgálja, sőt: a felső és alsó végtagi hosszúcsont-aszimmetriák együttes vizsgálata meglehetősen ritka. Elsősorban utóbbiakat fogom részletesebben áttekinteni.

Latimer és Lowrance (1965) azon első kutatók közé tartoztak, akik klasszikus antropometriai módszerekkel tanulmányozták a végtagcsontok direkcionális aszimmetriáját. Recens populációból származó gyűjteményt vizsgálva azt tapasztalták, hogy a felső végtag esetében mindegyik hosszúcsont nehezebb és hosszabb volt a jobb oldalon. Az alsó végtagnál a jobb tibia és fibula volt nehezebb, míg a bal tibia és a jobb fibula hosszabb. Megfigyelték, hogy a felső végtag aszimmetrikusabb, mint az alsó, és hogy a hosszúcsontok proximális végeinek aszimmetriája nagyobb, mint a disztális végeké (Latimer és Lowrance, 1965). Ruff és Jones (1981) 5-10. századi fiatal felnőtt és felnőtt korú vázakat vizsgálva azt tapasztalta, hogy a humerus aszimmetrikusabb, mint a tibia, valamint hossz- és keresztmetszeti méretei is nagyobbak a jobb oldalon. A tibia ezzel szemben balra tolódó aszimmetriát mutatott. Ruff és Jones (1981) már a nemek közötti különbségeket is vizsgálta. A férfiak esetén a felső végtag, míg nőknél az alsó végtag aszimmetriája volt nagyobb, amelyet a nemek közti munkamegosztással és a testtartás nemi különbségeivel magyaráztak. Az aszimmetria irányán kívül megállapították azt is, hogy az aszimmetria nagysága az életkorral csökken, amelynek háttérében véleményük szerint az állhat, hogy a korrallal veszítünk a csonttömegeből, valamint egyre gyakrabban fordulnak elő olyan tevékenységek, amelyek egyforma mechanikai terhelést jelentenek mindkét végtag számára (Ruff és Jones 1981). Suskovics (1996) római-, avar-, honfoglalás- és Árpád-kori, valamint késő középkori temetők leletanyagát vizsgálva azt tapasztalta, hogy a humerus esetében a hosszban és a diafizis területében a jobb oldali méretek dominálnak, míg a radius-nál nem volt kimutatható dominancia egyik oldalra vonatkoztatva sem. A femur-nál viszont a bal oldali méretek voltak nagyobbak, és a tibia tekintetében – csakúgy, mint a radius-nál – nem volt jelentős különbség a jobb és bal oldali méretek között. Suskovics eredményeit a felső végtag esetén a jobb kezességgel magyarázta, az alsó végtagét pedig a „ballábassággal”, annak teherviselő funkciója miatt (Suskovics 1996). Čuk és munkatársai (Čuk et al. 2001) 10–15. századi történeti embertani anyagon végzett vizsgálatait azt mutatták, hogy a felső végtag jobbra tolódó aszimmetriát mutatott, míg az alsó végtag bal oldalit. A felső végtag direkcionális aszimmetriája kifejezettebb volt, mint az alsó végtagé; a legaszimmetrikusabb csontnak a humerus bizonyult, melyet a kezességgel indokoltak. A csontméretek alapján úgy becsülték, hogy a minta ~ 12%-a lehetett balkezes, amely hasonló arány, mint a recens populációkban.

Az alsó végtag esetén tapasztalt bal oldali aszimmetria okát azzal magyarázták, hogy a kézdominanciától függetlenül a bal láb tölti be a támasztó, stabilizáló funkciót, amely a femur méreteiben nyilvánul meg. Úgy tapasztalták, hogy összességében a hossz méretek kétoldali aszimmetriája a legkisebb, melynek oka az lehet, hogy a csontok hosszbeli növekedése 18–25 éves korban megáll, míg a szélességre vonatkozó méretek a biomechanikai hatások miatt az egész élet során változnak (Čuk et al. 2001). Plochocki (2004) 14. századi, fölművelő populációkon végzett vizsgálatai az ízületi felszínek direkcionális aszimmetriája tekintetében a Čuk és munkatársaiéhoz hasonló eredményeket hoztak (Čuk et al. 2001); a nemek között nem volt szignifikáns a különbség a keresztetett szimmetriában (Plochocki 2004). Čuk és munkatársai eredményeivel (Čuk et al. 2001) egybeeszenek Bigoni és munkatársai (Bigoni et al. 2005) 20. századi embertani anyagon végzett vizsgálatainak eredményei is. A nemek közti különbségek tekintetében viszont azt tapasztalták, hogy a direkcionális aszimmetria gyakoribb volt a nőknél, mint a férfiaknál. Összességében a kétoldali aszimmetria kialakulását a repetitív, nagyobb erő kifejtéssel járó mozgásokkal magyarázzák, semmint a finom motorikus tevékenységekkel (Bigoni et al. 2005). Nemcsak egyedi populációk tanulmányozására, hanem a különböző népelemek életmódjának összehasonlító vizsgálatára is alkalmas a kétoldali aszimmetria. Auerbach és Ruff rendkívül nagy mintaelemszámú ($n=780$), hat kontinenst és több tucat populációt felölelő vizsgálata is hasonló eredményeket hozott (Auerbach és Ruff 2006) a keresztetett szimmetria tekintetében. Úgy tapasztalták, hogy a méretek közül a diafizisek szélessége a legaszimmetrikusabb, míg a hossz és az ízfelső felület méretei kevésbé, tehát a csontot érő mechanikai hatásokra a diafizis válasza a legplasztikusabb – a csont hossz túlzott plaszticitása olyan mértékű aszimmetriát okozna, amely akadályt jelentene a járásban (Auerbach és Ruff 2006). Néhány méret esetén nemi különbségeket tapasztaltak a direkcionális aszimmetriában; ennek okát a viselkedésbeli (munkamegosztás), valamint a csontnövekedésben tapasztalható nemi különbségekkel magyarázzák (Auerbach és Ruff 2006). Az életmód tekintetében a vizsgált pre-indusztriális populációkra nagyobb mértékű aszimmetria volt jellemző, mint az indusztriális mintákra, melynek oka az lehet, hogy az előbbiekre nagyobb fizikai terhelés volt jellemző (Auerbach és Ruff 2006). Kujanová és munkatársai (2008) középkori és recens populációkat hasonlítottak össze. Eredményeik azt mutatták, hogy a direkcionális aszimmetria a középkori populációban kisebb mértékű volt, mint a recens esetében, tehát utóbbinál valamilyen oknál fogva nagyobb lehetett a mechanikai stressz.

A fenti irodalmi áttekintéssel megegyező eredményekkel találkozunk azon vizsgálatoknál is, amelyek a felső és alsó végtagi aszimmetriát külön-külön, egymástól függetlenül tanulmányozzák történeti népszerűségeken, illetve modern csontgyűjteményen (femur és tibia: Szathmáry 1978; femur: Macho 1991; humerus, radius, ulna: Steele és Mays 1995; humerus: Zelazny et al. 2021; Tihanyi et al. 2020).

Természetesen a végtagi kétoldali aszimmetriára az élőkon végzett vizsgálatok körében is találunk példát, ahol népszerű a profi teniszjátékosok bevonása a kar játék közbeni, egyoldali terhelése miatt. Esetükben a csontméreteken kívül tanulmányozható a csont ásványi anyag tartalma, az izomtömeg, a zsírintes testtömeg és körfogatok (Trinka et al. 1994; Haapasalo et al. 1996; Sanchis-Moysi et al. 2010; Filipcic et al. 2016). Eredményeik a domináns kar nagyobb mért értékeit mutatják.

Összefoglalásként, az irodalmi áttekintést követően a felnőtt vázak végtagcsontjainak kétoldali aszimmetriájáról a következő megfigyelések fogalmazhatóak meg:

- a felső végtag kétoldali aszimmetriája kifejezettebb, mint az alsó végtagé;
- a felső végtag esetén erőteljesen jobbra tolódó, az alsó végtag esetén kisebb mértékű, balra tolódó direkcionális aszimmetria figyelhető meg – ez a jelenség a keresztzett szimmetria;
- a keresztzett szimmetria háttérében az állhat, hogy a domináns (leggyakrabban jobb) kéztől függetlenül a domináns (preferált) láb a jobb láb, így a bal lábnak támasztó, teherbíró funkciója van, tehát nagyobb csontméretekkel rendelkezik;
- a legnagyobb mértékű direkcionális aszimmetriát a felső végtag esetében a humerus mutatja, míg az alsó végtag tekintetében – a humerus-nál jóval kisebb mértékben – a femur;
- a csontméretek közül a diafizis átmérő és keresztmetszeti méretei a legaszimmetrikusabbak, míg a csont hossza és ízületi felszínei kevésbé aszimmetrikusak;
- a diafizis keresztmetszeti tulajdonságai válaszolnak a legplastikusabban a mechanikai terhelésre; a hossz és az ízfelszín méretei erősebb genetikai kontroll alatt állnak;
- a nemek között lehetnek eltérések a kétoldali aszimmetria irányában és nagyságában, ez kulturális és növekedésbeli tényezőkkel magyarázható.

1.6 A gyermekkorú vázak végtagi direkcionális aszimmetriája

A gyermekkorú vázak végtagi direkcionális aszimmetriája jóval kevésbé kutatott terület, mint a felnőtt korú vázaké. Csakúgy, mint a felnőtt vázak szakirodalmában, gyakrabban találkozunk a kezességgel való kapcsolata miatt a felső végtag aszimmetriájára vonatkozó tanulmányokkal, mint az alsó végtagéval. A kétoldali aszimmetria ontogenetikus fejlődésének értelmezéséhez elengedhetetlen az élőkön végzett vizsgálatok (magzati ultrahang, röntgen, preferenciatesztek) eredményeinek, valamint a régmúlt korok gyermekének életmódjának ismerete – enélkül nem tudjuk kontextusba helyezni a vázcsontok kétoldali aszimmetriájának vizsgálata során tapasztaltakat.

Az egyik fontos kérdés a végtagi kétoldali aszimmetria kapcsán az, hogy mikor kezdődik el a lateralizált viselkedés, vagyis jelen van-e már a direkcionális aszimmetria a magzati korban. Az ultrahangos vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy az egyik legegyszerűbben megfigyelhető, a kezességre utaló viselkedés, az ujjszopás esetében már a 15 hetes magzatoknál jobb oldali preferencia jelentkezik (Hepper et al. 1991), amely a magzati élet során végig megmarad (Hepper 2013). A kar mozgásait vizsgálva is szignifikáns jobbra tolódást figyeltek meg a magzati korban, szintén ultrahangos vizsgálattal (Kurjak et al. 2002; Parma et al. 2017). Ezekből az eredményekből az látszik, hogy a lateralizált viselkedés már a magzati korban megjelenik, valószínűsíthetően genetikai kontroll alatt áll, és prekuzora lehet a posztnatális lateralizált viselkedéseknek (Hepper 2013; Parma et al. 2017).

A magzati vázokon végzett vizsgálatok eredményei nem ennyire egyértelműek abban a tekintetben, hogy megfigyelhető-e a kétoldali aszimmetria a magzati végtagcsontokon, avagy sem (Schultz 1926; Bareggi et al. 1994; Bagnall et al. 1982; Steele és Mays 1995), azonban számos vizsgálat növekvő jobbra tolódást mutatott ki a gyermekkor későbbi szakaszaiban. Stirland (1993) fiatal felnőtt és felnőttkorú, középkori brit vázak humerus-át tanulmányozta, és a jobbra tolódó aszimmetriát a fizikai aktivitással magyarázta. Steele és Mays (1995) szintén középkori, a Wharram Percy (Egyesült Királyság, Anglia) gyűjteményből származó vázak felső végtagcsontjainak hosszmeretein vizsgálták a direkcionális aszimmetriát. Eredményeik szerint a kétoldali aszimmetria nem volt megfigyelhető az újszülött korúaknál, viszont jelen volt ezt az életszakaszt követően, ami azt bizonyíthatja, hogy a hosszúcsontok kétoldali aszimmetriája a mechanikai terhelés miatt alakul ki a posztnatális élet során. Albert és Greene (1999) a felső és alsó végtag epifízis fugáinak záródásán vizsgálta a kétoldali aszimmetriát korai és késői keresztény periódusból

származó, 11–31 éves elhalálozási életkorú vázakon. Úgy találták, hogy a kétoldali aszimmetria a korai keresztény periódusból származó vázak esetén szignifikáns volt a jobb oldal javára, míg a késeiből származó vázaknál nem, ami arra utal, hogy a környezeti stressz nagyobb lehetett az előbbi időszakban. Blackburn (2011) nagy esetszámú (n=435), 11 angliai régészeti lelőhelyet felölelő tanulmányában a humerus kétoldali aszimmetriáját vizsgálta. Eredményei azt mutatják, hogy a direkcionális aszimmetria változik a korról: 1 éves korig szimmetrikusnak mutatkoztak a csontméretek, míg az azt követő életszakaszban jobbra tolódó aszimmetria jelentkezett, ami a legkifejezettebb a diafizis átmérőjének esetében volt, míg a legkevésbé a hosszúság tekintetében volt megfigyelhető. Waxenbaum és Sirak (2016) Új-Mexikóban feltárt, 9–16. századi kultúrát képviselő puebló indiánok felső és alsó végtagjának hosszúságszámjainak legnagyobb hosszúságát tanulmányozva azt tapasztalta, hogy a humerus-ra és a radius-ra jobbra tolódó direkcionális aszimmetria jellemző, ami változik az életkor előrehaladtával az adott életszakaszhoz megfelelő fizikai tevékenységeknek megfelelően. Az alsó végtag hosszúságszámjainak azonban nem volt megfigyelhető a kétoldali aszimmetria.

A gyermekeken végzett preferenciavizsgálatok azt mutatják, hogy a kézpreferencia iránya 3–6 éves között alakul ki, ám a következő években még tovább finomodik a tapasztalatokon és a mozgások begyakorlásán keresztül (McManus et al. 1988; Gabbard 1992; Scharoun és Bryden 2014). Mint látható, ezek a megfigyelések összhangban állnak azzal, amelyet a történelmi népelemek gyermekeinek felső végtagcsontjainak tapasztaltak a kétoldali aszimmetria vizsgálata során. Az alsó végtag tekintetében a lábpreferencia a kétoldali aszimmetria elfogulatlanabb indikátora, mint a kezesség, mivel nem érvényesül rajta az átszoktatásból adódó társadalmi nyomás (Gabbard és Hart 1996). Gabbard és Hart 1996, 4–20 éves gyermek- és fiatalkorú egyéneken végzett vizsgálataik azt mutatják, hogy már a 4 évesek 70%-a jobblábú, és ez az arány 8–11 éves kor között tovább nő azáltal, hogy a mixés és a ballábúak ebben az időszakban a jobb oldali preferencia irányába váltanak – tehát a lábdominancia körülbelül 11 éves korra alakul ki, majd a jobblábúak aránya 20 éves korra eléri a felnőtt populációra jellemző 80%-ot (Gabbard és Hart 1996). Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy azok a tevékenységek, amelyek a láb használatát igénylik, kevésbé komplexek és begyakorlottak, mint a kéz esetén (Gabbard és Hart 1996). A domináns (preferált) láb szerepe a mobilizáció és a manipuláció, míg a nem domináns (nem preferált) lábé a testtartás stabilizálása az adott tevékenység közben (Gabbard és Iteya 1996). Mivel az alsó végtag csontjainak kétoldali aszimmetria szempontjából történő vizsgálatának irodalma rendkívül korlátozott a gyermekvázak tekintetében, így a

szakirodalom adatait – a felső végtaggal ellentétben – nem tudjuk összehasonlítani az élő populációkon végzett vizsgálatok és a történeti népeségek biológiai antropológiai vizsgálatainak tekintetében.

A történeti embertan gyermekkorú vázainak kétoldali aszimmetriája önmagában a biológiai antropológiai vizsgálatokkal nem értelmezhető: a gyermek, mint biológiai és társadalmi lény vizsgálata interdiszciplináris terület. A biológiai antropológia mellett a szociológia és a régészet szempontjából is igény merült fel az 1970-es évektől kezdődően arra, hogy többet tudjunk meg életmódjukról, a családban betöltött szerepükről, fejlődésükről és érésükről (Lewis 2007).

A gyermekkor történetének kutatásának egyik első tanulmánya Ariés-é volt, aki magyar nyelven is megjelent könyvével osztotta meg a tudományos közvéleményt (Ariés 1987). A művészetekben megfigyelhető gyermekábrázolásból arra következtetett, hogy a gyermekkor felfogása, felnőtt kortól való elkülönítése még a középkorban sem volt jellemző – a gyermek a felnőttek társadalmi egységébe tartozott (Ariés 1987). A játékok 3–4 éves korig történő használatából és az inasnak adás szokásából arra következtetett, hogy a gyermeknek már a korai gyermekkorban hozzá kellett járulnia a család boldogulásához és nem alakult ki érzelmi egység a szülő és a gyermek között. Ariés nézeteit sokan támadták, főként a szülő-gyermek érzelmi kapocs hiányának feltételezése miatt (Lewis 2007). A temetkezés módja, a sírmellékletek, a néprajz és az antropológiai vizsgálatokon keresztül ugyanis egyre jobban megismerjük a történeti népeségek gyermekeinek kapcsolatát a fizikai környezetükkel és a felnőtt világgal, ezek eredményei pedig azt mutatják, hogy a gyermekek fejlődésének egyes állomásait számontartották, ünnepezték és szoros kötelék létezett a szülő és a gyermek között (Péter 1996; Lewis 2007; Hadley és Hemer 2014). Az a tény, hogy a gyermekek jelen vannak a temetőben arra utal, hogy a temetési szertartás keretein belül a közösség tagjaiként ismerték el őket (Hadley és Hemer 2014). Azonban Ariés azon feltételezése, mely szerint a gyermekek akár már 6–7 évesen bevonódtak a család fennmaradását szolgáló munkákba, igaz lehet – ezt támasztják alá azok a sírmellékletek, amelyeket nemük és társadalmi státuszuk szerint, az életkor előrehaladtával egyre gyakrabban temettek a gyermekek mellé (Rebay-Salisbury és Pany-Kucera 2020). Sőt, elképzelhető, hogy a rutin munkába való bekapcsolódás már a függési időszak lezárultával, azaz 3 éves kortól is bekövetkezhetett (Rebay-Salisbury és Pany-Kucera 2020). A középkori Angliában a gyermekkor 7 éves korban véget ért; a lányoknak a háztartás vezetésébe kellett bekapcsolódniuk, míg a fiúk inasnak álltak (Mellor 2014). A gyermekek a fazekasmesterségben biztosan segédkeztek, mivel ujjlenyomataikat számos cserépedényen megtalálták (Mellor 2014). Az anyagi kultúra

mellett a gyermekvázak növekedési mintázatai (László 2012), patológiás elváltozásai is utalhatnak a gyermek és szociológiai környezetének kapcsolatára (Alfonso-Durruty és Thompson 2014).

A gyermekkorú vázak vizsgálatának lehetőségeit tehát nemcsak biológiai, hanem szociológiai kontextusban is értelmeznünk kell ahhoz, hogy minél pontosabb képet kapjunk a történeti korok gyermekeinek életéről (Halcrow és Tayles 2008; Clark et al. 2020).

A gyermekkorú vázak kétoldali aszimmetriájának szakirodalma alapján az alábbi konklúzió vonható le:

- a felső végtag vázcsontjainak kétoldali aszimmetriája szélesebb körben vizsgált terület, mint az alsó végtagé;
- a felső végtag csontjai közül a legnagyobb aszimmetriát a humerus mutatja, ezt követi a radius, majd az ulna;
- a felnőtt vázakkal ellentétben nemcsak a csont diafízis átmérője, hanem a hossz is szignifikáns kétoldali aszimmetriát mutat;
- az alsó végtagi kétoldali aszimmetria történeti embertani anyagból származó gyermekvázakon szinte alig tanulmányozott terület, az eredmények nem mutatják a felnőttek esetében megfigyelt kétoldali aszimmetriát;
- a keresztezett szimmetria vizsgálatához a ma élő gyermekek nagy- és finom motorikus mozgásainak, végtagi preferenciájának ismerete elengedhetetlen;
- az életmód ismerete nélkül nem kaphatunk teljes képet a történeti népeségek gyermekeinek kétoldali aszimmetriájának fejlődéséről az ontogenezis posztnatális szakaszának kezdetén.

2. CÉLKITŰZÉS

A felnőtt korú egyének végtagi kétoldali aszimmetriáját számos kutatás vizsgálja mind történeti embertani anyagon, mind élő populációkon, elsősorban a vázcsontokra ható mechanikai hatások tükrében. Ásatásokból származó infans korú gyermekvázak végtagi kétoldali aszimmetriájának fejlődéséről azonban kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre nemzetközi szinten.

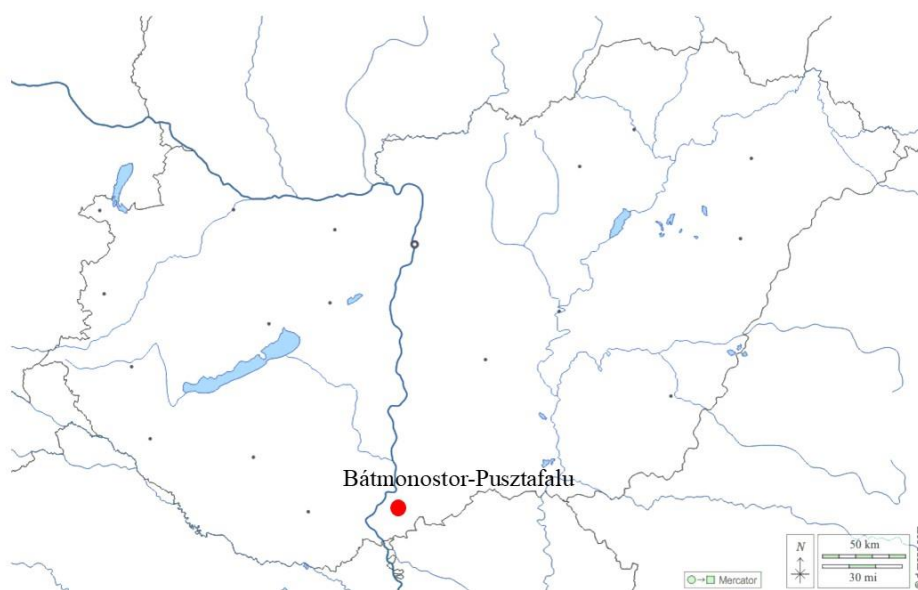
Doktori értekezésem célkitűzései a következők:

1. Bátmonostor-Pusztafalu 14–16. századi középkori temető fogak előtörésének alapján becsült elhalálzási életkorcsoportba sorolt, gyermekkorú csontvázainak metrikus összevetése a gyermekvázak tekintetében standardként elfogadott történeti embertani széria felső végtagi hosszúcsont méreteinek adataival.
2. A kétoldali aszimmetria megjelenésének, gyakoriságának, irányának és nagyságának kutatása az ontogenetikus fejlődés születéstől a pubertásig tartó szakaszában infans elhalálzási életkorcsoportba sorolt történeti korú csontvázmaradványokon. Annak vizsgálata, hogy a felső és alsó végtag mely csontjainak mely méreteire jellemző a kétoldali aszimmetria – a humerus hosszúságának és diafizis átmérőjének, a radius és az ulna hosszúságának, a femur és a tibia hosszúságának és diafizis átmérőjének, valamint a fibula hosszúságának tanulmányozása.
3. A vizsgált történeti embertani gyermekkorú vázak adatainak és aszimmetria-mintázatának összevetése ma élő gyermekek végtagi kétoldali aszimmetriájára vonatkozó metrikus, nonmetrikus és fiziológiai adataival.

3. VIZSGÁLATI ANYAG

3.1 Régészeti háttér

Disszertációm vizsgálati anyagát a Bátmonostor-Pusztafalu 14–16. századi középkori temető gyermekmaradványai képezik. A vizsgált lelőhely földrajzi elhelyezkedését a 3.1 ábra mutatja.



3.1. ábra: A vizsgált lelőhely földrajzi elhelyezkedése.

A temető ásatásának története Henszlmann Imre munkálataival kezdődött 1871-ben. Az akkoriban általa a bencés apátság majorságának vélt területen egy templom, annak északi oldalán egy kolostor, déli oldalán pedig egy kápolna épületének maradványai kerültek felszínre, melyek építésének korát Henszlmann a 14. századra helyezte (Biczó 1981; Knotik és Kőhegyi 1995).

A későbbi okleveles források azonban rávilágítottak, hogy az első templom és monostor építése egy pápai irat szerint a 12. század végére tehető. A Both bihari ispán által építtetett, de teljesen be nem fejezett monostort (innen a both-bát, azaz Bátmonostor elnevezés) a tatárok pusztították el, majd a Becseiek állították helyre a 14. század második felére Ágostonrendi remeték számára. Becsei Töttös udvarházának és a körülötte elterülő falu romjait Henszlmann visszatemette, de nyomuk a felszínen továbbra is látható maradt, emiatt

az 1960-as években példátlan műemlék-rombolás áldozata lett: a helybéli termelészövetkezet kitermelte a kő-és téglanyagát (Knotik és Kőhegyi 1995).

A leletmentést Kőhegyi Mihály végezte 1966-ban. Ekkor 103 sírt tárt fel és további épületekre derített fényt, valamint pontosította Henszlmann korábbi feljegyzéseit (H. Tóth 1990; Knotik és Kőhegyi 1995).

Az ásatásokat Biczó Piroska folytatta 1977–1986 között. Vezetése során további 2543 sírt tártak fel, valamint az évszázadok alatti használat nyomait tanúsító épületeket, többek között egy Árpád-kori templom romjait is. A sírmellékletek alapján (ruhadarabok, párta) a sírok zöme a 14–16. századból származik (H. Tóth 1990).

Kőhegyi Mihály és Biczó Piroska régészeti kutatásainak részeként tehát összesen 2646 sírból 3783 egyén csontváza került elő, ezzel hazánk egyik legnagyobb középkori temetőjévé emelve a Bátmonostor-Pusztafalu feltárás területét (Farkas et al. 2007). A temető 80%-ban tekinthető feltártnak (Farkas et al. 2007).

3.2 Életmód

Az 1300-as években a Becseiek birtokainak központja lett Bátmonostor, mely mezővárosi szerepet töltött be a középkorban (Biczó 1981). A mezőváros az oppidum magyar megfelelője, amely fallal nem körbevett, földesúri várost jelent – tehát a mező szó jelentése itt a „nyílt” szóval cseng egybe, nem pedig a mezőgazdasággal. Kétségtelen azonban, hogy a mezővárosok életében a mezőgazdaságnak is igen fontos szerep jutott (Kubinyi 2000; Petrovics 2008).

Gazdálkodásukban az állattenyésztés és a szőlőgazdálkodás volt a legfontosabb, mely a kereskedelmüket is meghatározta. Ezzel szemben a szántóföldi gazdálkodás inkább az önellátást szolgálta. Az 1552-es dézsmajegyzék adatai alapján a Bács megyei oppidumok átlagos lélekszáma 155 főre tehető. A gazdálkodás mellett a lakosok 20%-a kézműves, míg 18%-a iparos lehetett (Petrovics 2008).

3.3 Általános antropológiai vizsgálat

A temető általános antropológiai vizsgálatát Farkas és munkatársai végezték (Farkas et al. 2007). A 2646 sírből 67-ben egyetlen emberi maradvány sem került elő, míg 444 sír több egyén vázát is tartalmazta. Összesen 3783 egyén maradványát vizsgálták, melyből 1510 egyént az elhalálzási életkor becslése alapján gyermek korúnak, 153 egyént Juvenis elhalálzási életkorcsoportúnak jegyeztek fel. Az adatok ugyan magas gyermekhalálzási

rátára utalnak, ám ez egyáltalán nem meglepő jelenség a középkorban. A gyermek- és ifjúkorú maradványokon túl 517 egyén az Adultus, 883 a Maturus, 366 a Senium, 354 a nem meghatározható elhalálozási életkorcsoportba tartozik.

A felnőtt vázak esetén a nemek arányát tekintve 2:1 a férfi:nő megoszlás (Farkas et al. 2007). Ennek a rendhagyó jelenségnek, valamint a patológiai kutatások eredményeinek vélhetően az állhat a hátterében, hogy Bátmonostoron ispotály működhetett a 14–15. században (Körmendy 1985; Józsa és Farkas 2006; Farkas et al. 2007; Józsa 2008).

A gyermekeket érintő patológiai elváltozások közül ki kell emelnünk a növekedésre esetlegesen hatást gyakorlókat. A hyperostosis porotica 1397 vizsgált gyermek 16,0%-ánál fordult elő. Ez a csontelváltozás nemcsak haemolyticus anaemia esetén van jelen, hanem egyéb eredetű vérszegénységben is megjelenhet (pl. vashiány, B12 vitamin vagy folsav hiány). Kórképére jellemző, hogy léziók jelennek meg a szemüreg csontos falán, továbbá súlyossági fokától függően az agykoponya, illetve az arckoponya csontjain is (Józsa et al. 2010). Bár a hyperostosis porotica-t a táplálkozási stressz indikátorának tartjuk, amely csökkenti az egyén környezetéhez való adaptációs képességét, mégsem szabad figyelmen kívül hagynunk azt a megfigyelést sem, mely szerint a patogénekre a szervezet reagálhat a vas szint csökkentésével is (Andrews 2008; Ganz és Nemeth 2009). Ebben az összefüggésben tehát a hyperostosis porotica nem feltétlen környezeti stressz indikátoraként szerepel, hanem a populáció adaptivitását fejezi ki (Stuart-Macadam 1992).

A középkori széria egyéneinek elhalálozási életkor szerinti megoszlását, a gyermekkorú vázak reprezentáltságát a 3.1 táblázat mutatja be.

3.1. táblázat: A disszertáció alapjául szolgáló Bátmonostor-Pusztafalu temető (14–16. sz.) embertani leleteinek elhalálozási életkor szerinti megoszlása (Farkas et al. 2007)

Összes egyén	Gyermeckorú vázak (magzat, újszülött, Inf. I., Inf. II.)	Juvenis	Adultus	Maturus	Senium	Nem becsülhető életkorú
3783	1510	153	517	883	366	354

Disszertációmban a Bátmonostor-Pusztafalu 14–16. századi középkori temető gyermekmaradványait vizsgálom a végtagi kétoldali aszimmetria szempontjából. A kutatás előzetes eredményei egy publikációban kerültek közlésre (Fogl et al. 2022). A vázak a Szegedi Tudományegyetem Embertani Tanszékének embertani gyűjteményének részét képezik.

Összehasonlításként ma élő populációk adatait használtam fel, amelyet irodalmi forrásokból merítettem. Ezek az adatok a finom-és nagymotorikus mozgások, valamint a kéz-és lábpreferencia fejlődésére vonatkoznak (McManus et al. 1988; Gabbard 1992; Gabbard és Hart 1996; Gabbard és Iteya 1996; Oláh 2008; Scharoun and Bryden 2014; Swan et al. 2020).

4. MÓDSZEREK

4.1 Vizsgálati kritériumok

A kétoldali aszimmetria gyermekkorú vázakon történő vizsgálatához mind az elhalálozási életkor becslésének, mind a méretek felvételének érdekében a vázaknak bizonyos kritériumoknak meg kell felelnie.

- (1) A vázaknak az adott hosszúcsont jobb és bal oldali tagjával is rendelkeznie kellett.
- (2) Általános kritérium volt, hogy a cranium-on és a postcranialis vázon ne legyenek jelen olyan ante mortem vagy post mortem elváltozások, pathológiás jelenségek, amelyek az elhalálozási életkor becslését és a méretek felvételét direkt módon (pl. törés, subperiostealis elváltozás, post mortem csontvég lemorzsolódás) vagy indirekt módon befolyásolják (növekedést befolyásoló fejlődési rendellenességek, súlyos pathológiás elváltozások).
- (3) Az elhalálozási életkor becsléséhez a fogak előtörésnek követhetőnek kellett lennie, tehát a mandibula vagy a maxilla jobb vagy bal oldalának épnek kellett lennie.
- (4) Csak olyan vázak kerültek a vizsgálati anyagba, amelyek hosszúcsontjain az epifízis még nem záródott, így elkerülhetőek voltak azok a – kétoldali aszimmetria szempontjából – fals méretek, amely a csontosodás megindulásából származtak volna.
- (5) Csak azok a gyermekvázak kerültek be a vizsgálatba, akik csontméreteik alapján elérték a Kósa-féle elhalálozási életkor becslés szerinti (Fazekas és Kósa 1978) legalább 10 holdhónapos életkort, melyet a 0 éves kor jelöl jelen vizsgálatban. Ezen elhalálozási életkorú gyermekek jobban reprezentálják egy populáció normál fejlődési mintázatát, mint in utero elhalt társaik (Steele 2000).

4.2 Az elhalálozási életkor becslése

A gyermekek elhalálozási életkorának becsléséhez Ubelaker fogelőtörési sémáját alkalmaztam (Ubelaker 1978). A fogak előtörésének sorrendje megbízhatóbb korjelzőként használható, mint a hosszúcsont méretek, mivel a fogfejlődésre kevésbé hat a környezeti stressz (táplálékhiány, akut vagy krónikus betegségek), mint a hosszúcsontok fejlődésére (Hoppa és Fitzgerald 1999; Cardoso 2007; Bagherian és Sadeghi 2011).

Annak megvizsgálására, hogy az adott temető adott korú gyermekvázai valóban átlagosnak minősülnek-e a környezeti stressz tekintetében, a felső végtag hosszúcsont

méreteit Stloukal és Hanáková nemzetközi standardjával hasonlítottam össze (Stloukal és Hanáková 1978), amelyről már korábban is bizonyítást nyert, hogy jól alkalmazható Kárpát-medencei gyermekmintákon is az elhalálozási életkor becslésére (Bernert et al. 2008). Módszerük alapja a hosszúcsont méretek fogak előtörése alapján alkotott korcsoportokhoz rendelése. Mivel a felső végtag az irodalmi adatok szerint nagyobb kétoldali aszimmetriát mutat, mint az alsó végtag, és emellett feltételezzük, hogy az alsó végtag növekedése összehangolt a felső végtagéval, a standarddal való összehasonlítást csak a felső végtag hosszúcsontjain végeztem el.

A felső végtag kétoldali aszimmetriájának vizsgálata esetén olyan korcsoportokba soroltam a gyermekkorú vázakat, melyek a finom- és nagymotoros mozgásaik fejlődésén alapulnak (Oláh 2008):

1. korcsoport: 0–1 éves kor (tárgyak megfogása, kézzel/evőeszközzel való étkezés, hüvelykujj opponálása);
2. korcsoport: 1,5–3 év (egyszerűbb játékok használata, javul a kéz finom motorikája, beszéd megjelenése);
3. korcsoport: 4–5 év (önálló öltözködés, a kézkontroll tovább fejlődése);
4. korcsoport: 6–7 év (evőeszközök megfelelően használata, részletgazdag rajzolás);
5. korcsoport: 8–15 év (érett mozgások, melyek tanulással, tapasztalással tovább finomodnak).

Az alsó végtag tekintetében a korcsoportok megalkotásánál Swan és munkatársai módszerét követtem (Swan et al. 2020), kiegészítve Gabbard és munkatársai (1991), valamint Gabbard és Iteya (1996) megfigyeléseivel:

1. korcsoport: 0,5–1 éves kor (a gyermek önállóan ül, négykézláb mászik, majd segítséggel áll);
2. korcsoport: 1,5–2 éves kor (önálló járás, a csípő és a térd feszes);
3. korcsoport: 3–4 éves kor (gyorsabbak és precízebbek a mozgások, a laterális preferencia első jelei már mutatkoznak, az alsó végtag mobilizáló és stabilizáló funkciója már jelen van);
4. korcsoport: 5–15 éves kor (érett járásmód, teljesen kialakult laterális preferencia).

4.3 Méretek

A felső és alsó végtag hosszúcsontjain a méreteket Martin és Saller (1957), valamint Fazekas és Kósa (1978) módszere szerint vettem fel. A mérésekhez a GPM hitelesített antropometriai készletének tolómérőjét, valamint csontmérő lapot használtam.

A diafizis átmérőjének esetében ugyan született a hazai irodalomban javaslat a konkrét mérőpontok kijelölésére, ám elsősorban az elhalálozási életkor becslése kapcsán (Bernert et al. 2008). Azonban ez a gyermekvázak aszimmetriájával kapcsolatos nemzetközi irodalomban nem terjedt el, így az irodalommal való összehasonlíthatóság végett az alábbi méreteket vettem fel a Bátmonostor-Pusztafalú temető gyermekvázain:

- (a) Humerus diafizisének legnagyobb hossza (HUMH): a humerus diafizisének legproximálisabb és legdisztálisabb pontja közötti egyenes vonalú távolság. Mérőeszköz: csontmérőlap.
- (b) Humerus diafizisének legnagyobb átmérője (HUMD): a humerus diafizisének középső pontját csontmérőlappal határoztam meg, majd a csontot egy kézzel forgatva határoztam meg a legnagyobb átmérőt tolómérő segítségével.
- (c) Radius diafizisének legnagyobb hossza (RADH): a radius diafizisének legproximálisabb és legdisztálisabb pontja közötti egyenes vonalú távolság. Mérőeszköz: csontmérőlap.
- (d) Ulna diafizisének legnagyobb hossza (ULNH): az ulna diafizisének legproximálisabb és legdisztálisabb pontja közötti egyenes vonalú távolság. Mérőeszköz: csontmérőlap.
- (e) Femur diafizisének legnagyobb hossza (FEMH): a femur diafizisének legproximálisabb és legdisztálisabb pontja közötti egyenes vonalú távolság. Mérőeszköz: csontmérőlap.
- (f) Femur diafizisének legnagyobb átmérője (FEMD): a femur diafizisének középső pontját csontmérőlappal határoztam meg, majd a csontot egy kézzel forgatva határoztam meg a legnagyobb átmérőt tolómérő segítségével.
- (g) Tibia diafizisének legnagyobb hossza (TIBH): a tibia diafizisének legproximálisabb és legdisztálisabb pontja közötti egyenes vonalú távolság. Mérőeszköz: csontmérőlap.
- (h) Tibia diafizisének legnagyobb átmérője (TIBD): a tibia diafizisének középső pontját csontmérőlappal határoztam meg, majd a csontot egy kézzel forgatva határoztam meg a legnagyobb átmérőt tolómérő segítségével.

- (i) Fibula diafizisének legnagyobb hossza (FIBH): a fibula diafizisének legproximálisabb és legdisztálisabb pontja közötti egyenes vonalú távolság. Mérőeszköz: csontmérőlap.

4.4 A felnőttekre jellemző dominancia-megoszlás elérésének vizsgálata

Hogy vizsgálni tudjam, mely életkorcsoportban jelentkezik a felnőttekre jellemző százalékos megoszlás a jobb oldali dominancia tekintetében, modern és történeti populációk felnőttekre vonatkozó adatait vettem alapul a felső végtag tekintetében. Ilyen típusú adatok az alsó végtag esetében történeti anyagon nem állnak rendelkezésünkre.

Steele és Mays (1995) középkori felnőtt vázakat vizsgálva azt tapasztalta, hogy az esetek 77%-ában a jobb oldali humerus hosszabb, és 81%-ban a karhossz (humerus+radius méret) is jobbra tolódó aszimmetriát mutat. Annett és Kilshaw (1983) modern populációk felnőtt egyénein végzett vizsgálatait azt mutatják, hogy az emberek 82%-a jobbkezes – ehhez az arányhoz közel esik a középkori felnőtteknél Steele és Mays (1995) által tapasztalt megoszlás. A két irodalmi adat intervallumát alapul véve, a 77%–82% közötti értékeket használtam viszonyítási alapként. Számításaimba az azonos méretű jobb és bal oldali csontok adatai nem kerültek bele.

A megfelelő morfometriai módszerek hiányában (Hoppa és Fitzgerald 1999; Scheuer és Black 2004) a nem meghatározását nem végeztem el.

4.5 Statisztikai elemzés

A standardizált aszimmetriát (SA) a jobb és bal oldali csontméretekéből számítottam (Van Valen 1962; Sládek et al. 2018):

$$SA = (J-B)/((J+B)/2) \times 100$$

ahol a „J” a jobb oldali csontméretet, míg a „B” a bal oldali csontméretet jelöli. Ez a formula magába foglalja az aszimmetria nagyságát és irányát is: a pozitív értékek jobb oldalra, míg a negatív értékek bal oldalra tolódást jelentenek. A nulla és a nullához közeli értékek az aszimmetria hiányát jelölik, tehát ilyen esetekben az adott csontméret szimmetrikusként kezelendő. Az aszimmetria nagyságát a standardizált aszimmetria abszolút értékei fejezik ki, melyek függetlenek az aszimmetria irányától (Sládek et al. 2018).

A statisztikai elemzéseket R statisztikai környezetben végeztem (R Core Team 2019). A nulla standardizált aszimmetriával rendelkező és a nullától eltérő aszimmetriájú

csontpárok gyakoriságait, valamint a jobb és bal oldali standardizált aszimmetriával rendelkező csontpárok gyakoriságait χ^2 teszttel hasonlítottam össze korcsoportonként. (chisq.test függvény). Azokban az esetekben, ahol egy korcsoportban a gyakoriságok kisebbek voltak ötnél, Fischer-féle egzakt tesztet végeztem (fisher.test függvény). A különböző korcsoportok SA értékeit (beleértve a nulla értékeket is) varianciaanalízissel (ANOVA) hasonlítottam össze (aov függvény). Ahol szükséges volt, a varianciaanalízis elvégzése előtt a változókat logaritmikusan transzformáltam, hogy teljesüljön az adateloszlás normalitása és a varianciák homogenitása. Az alkalmazott modellekbe az SA értékek független változóként, míg a korcsoportok magyarázó változóként kerültek be. A korcsoportok közötti, páronkénti post-hoc összehasonlítást a TukeyHSD függvénnyel végeztem. A standardizált aszimmetria abszolút értékeit (kivéve a nulla értékeket) korcsoportonként átlagoltam. A korcsoportok és az átlagolt SA értékek közötti korrelációt Pearson-féle korrelációval vizsgáltam (cor.test függvény).

5. EREDMÉNYEK

5.1 A vizsgált gyermekvázak standard gyermekvázakkal történő összehasonlítása

A vizsgálati anyag jobb és baloldali felső végtag hosszúsontjainak átlagait összehasonlítottam a Stloukal és Hanáková standardjaival (Stloukal és Hanáková 1978). A vizsgálati anyag humerus és a radius hosszának átlagai esetén 100%-os volt az egyezés, míg az ulna hosszánál ez az arány 84,6% volt (5.1. táblázat).

5.1. táblázat: A vizsgálati anyag felső végtagi hosszúsontjainak átlagai összehasonlítva a Stloukal-Hanáková (S-H) standardokkal. HUMH: a humerus diafizisének legnagyobb hossza, RADH: a radius diafizisének legnagyobb hossza, ULNH: az ulna diafizisének legnagyobb hossza. N.A.: az adott korcsoportra nézve nem áll rendelkezésre adat.

Fogkor (hónap)	S-H standard HUMH (mm)	Bátmonostor HUMH korcsoport átlag (mm)	S-H standard RADH (mm)	Bátmonostor RADH korcsoport átlag (mm)	S-H standard ULNH (mm)	Bátmonostor ULNH korcsoport átlag (mm)
6	78-97	81,13	63-75	N.A.	72-80	<u>70,00</u>
9	N.A.	92,30	N.A.	75,50	N.A.	88,00
12	89-106	99,00	68-85	N.A.	79-86	84,00
18	98-118	105,67	75-90	81,00	85-95	N.A.
24	106-129	121,00	80-96	92,00	93-102	98,13
36	120-147	131,88	93-110	93,71	104-117	<u>99,25</u>
48	128-159	139,40	98-120	105,58	111-129	113,33
60	136-170	158,17	105-130	117,83	118-139	135,00
72	147-181	164,67	114-140	122,10	125-152	134,57
84	157-192	180,00	121-152	134,50	134-164	142,50
96	169-201	186,17	130-160	136,21	145-174	145,25
108	178-210	208,18	139-163	145,30	154-178	165,56
120	186-218	211,23	149-168	152,42	163-186	173,38
132	196-224	223,30	156-175	N.A.	169-193	173,17
144	202-234	225,86	160-179	165,67	173-198	179,20
180	N.A.	233,00	N.A.	176,17	N.A.	191,88
		Egyezés: 14/14 korcsoport		Egyezés: 13/13 korcsoport		Egyezés: 13/11 korcsoport
		100,00%		100,00%		84,60%

5.2 A felső végtag hosszúsontjainak kétoldali aszimmetriája

A vizsgálati kritériumok alapján a Bátmonostor-Pusztafalu lelőhelyről 134 pár humerus, 70 pár radius és 62 pár ulna került a statisztikai elemzésekbe.

Az 5. korcsoportban (8–15 évesek) minden vizsgált csonttípus esetében szignifikánsan nagyobb volt az aszimmetrikus csontpárok gyakorisága, mint a szimmetrikusoké (5.2. táblázat), és az aszimmetria irányát tekintve a gyakoriságok szignifikánsan a jobb oldal felé tolódtak el (5.2. táblázat). A radius diafizisének legnagyobb hossza már a 4. korcsoportban (6–7 évesek) szignifikánsan nagyobb aszimmetria-gyakoriságot mutatott. A humerus diafizisének legnagyobb átmérője tekintetében a szimmetrikus csontpárok gyakorisága szignifikánsan nagyobb volt az 1. korcsoportban (0–1 évesek).

5.2. táblázat: A direkcionális aszimmetria (DA) gyakorisága az egyes csontpárok méretei esetében, korcsoportonként. OSA: a standardizált aszimmetria nulla értékeivel rendelkező csontpárok száma; B: bal oldali aszimmetria; J: jobb oldali aszimmetria. HUMH, RADH, ULNH: a humerus, a radius és az ulna diafizisének legnagyobb hossza; HUMD: a humerus diafizisének legnagyobb átmérője. 1. korcsoport: 0–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–3 évesek; 3. korcsoport: 4–5 évesek; 4. korcsoport: 6–7 évesek; 5. korcsoport: 8–15 évesek. A szignifikáns *p*-értékeket félkövér kiemelés jelzi.

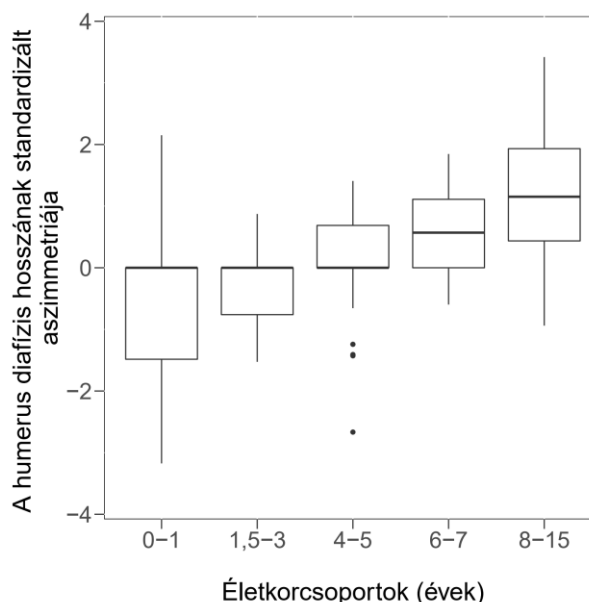
	Korcsoport	Összesen	OSA	<i>p</i> SA	B	J	<i>p</i> DA
HUMH	1	20	8	0,65	9	3	0,28
	2	22	10	0,93	7	5	0,73
	3	22	7	0,25	4	11	0,21
	4	23	6	0,1	4	13	0,08
	5	47	6	>0,001	6	35	>0,001
HUMD	1	20	16	0,03	3	1	0,58
	2	22	13	0,66	4	5	1
	3	22	12	0,93	3	7	0,44
	4	23	9	0,66	5	8	0,73
	5	47	21	0,68	5	21	0,02
RADH	1	7	3	1	1	3	0,58
	2	11	3	0,28	4	4	1
	3	15	5	0,35	2	8	0,24
	4	13	1	0,01	4	8	0,48
	5	24	4	0,009	2	18	0,004
ULNH	1	9	5	1	1	3	0,58
	2	6	1	0,32	2	3	1
	3	12	3	0,28	2	7	0,23
	4	11	2	0,13	2	7	0,23
	5	26	2	>0,001	4	20	>0,01

A nagyobb bal és jobb oldali méretek százalékos arányát vizsgálva a felnőtt populációkra jellemző értékek a humerus méretei esetében az 5. korcsoportban jelentek meg (8 éves kortól), míg a radius és az ulna diafizisének legnagyobb hosszát tekintve a 3. korcsoporttól kezdődően (4 éves kortól) egészen az 5. korcsoportig voltak jelen. Ezekbe a számításokba az azonos méretű jobb és bal oldali csontok adatai nem kerültek bele (5.3. táblázat).

5.3. táblázat: A nagyobb bal vagy jobb oldali méretekkkel rendelkező egyének százalékos megoszlása. B: bal oldal; J: jobb oldal. HUMH, RADH, ULNH: a humerus, a radius és az ulna diafizisének legnagyobb hossza; HUMD: a humerus diafizisének legnagyobb átmérője. A felnőttekre jellemző jobb oldali dominancia százalékos arányát félkövér kiemelés jelzi. 1. korcsoport: 0–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–3 évesek; 3. korcsoport: 4–5 évesek; 4. korcsoport: 6–7 évesek; 5. korcsoport: 8–15 évesek.

Korcsoport	HUMH	HUMH	HUMD	HUMD	RADH	RADH	ULNH	ULNH
	B %	J %	B %	J %	B %	J %	B %	J %
1.	75	25	75	25	25	75	25	75
2.	58	42	44	56	50	50	40	60
3.	27	73	30	70	20	80	22	78
4.	24	76	38	62	33	67	22	78
5.	15	85	19	81	10	90	17	83

A standardizált aszimmetria különbségeinek korcsoportok közötti összehasonlítása csak a humerus diafizisének legnagyobb hossza esetében mutatott szignifikáns különbséget ($F = 9,46$; $p < 0,001$; 5.1 ábra).



5.1. ábra: A humerus párok diafizisének legnagyobb hosszának standardizált aszimmetria eltérései a különböző korcsoportok között (medián, alsó és felső kvartilis, minimum és maximum értékek).

Ezen különbségek az 1. és a 3., az 1. és a 4., valamint az 1. és az 5. korcsoportok között voltak szignifikánsak (5.1. ábra; 5.4. táblázat). Ezen felül a 2. és 5. korcsoport között is szignifikáns volt a különbség (5.1. ábra; 5.4. táblázat; 5.1. ábra.). A többi korcsoport között a különbségek nem voltak szignifikánsak ($\text{diff} < 0,78$; $p > 0,12$; 5.1 ábra; 5.4. táblázat).

5.4. táblázat: A direkcionális aszimmetria összehasonlítása a korcsoportok között a humerus diafizisének legnagyobb hossza esetében. 1. korcsoport: 0–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–3 évesek; 3. korcsoport: 4–5 évesek; 4. korcsoport: 6–7 évesek; 5. korcsoport: 8–15 évesek. A szignifikáns *p*-értékeket félkövér kiemelés jelzi.

Korcsoportok	Átlagok különbségei 95% CrI	<i>p</i>
1 - 2	0,77 (-0,29; 1,84)	0,27
1 - 3	1,15 (0,09; 2,22)	0,02
1 - 4	1,44 (0,38; 2,49)	0,002
1 - 5	1,93 (1,01; 2,85)	>0,001
2 - 3	0,38 (-0,66; 1,42)	0,85
2 - 4	0,67 (-0,36; 1,69)	0,38
2 - 5	1,16 (0,26; 2,05)	0,004
3 - 4	0,29 (-0,74; 1,32)	0,94
3 - 5	0,78 (-0,12; 1,67)	0,12
4 - 5	0,49 (-0,39; 1,37)	0,54

A korcsoportok között nem volt szignifikáns különbség a humerus diafizisének legnagyobb átmérőjében ($F=1,48$; $p = 0,21$), valamint a radius ($F = 1,98$; $p = 0,11$) és az ulna diafizisének legnagyobb hosszában ($F = 0,16$; $p = 0,96$).

Az aszimmetria nagyságát illetően a kor és a korcsoportokhoz tartozó átlagolt SA értékek negatívan korreláltak a humerus diafizisének legnagyobb átmérője esetében ($r = -0,76$; $t = -4,16$; $N = 15$; $p = 0,001$), míg az ulna (Pearson $r = -0,28$; $t = -1,01$; $N = 14$; $p = 0,33$), a radius ($r = 0,13$; $t = 0,45$; $N = 13$; $p = 0,66$) és a humerus diafizisének legnagyobb hosszát vizsgálva ($r = -0,26$; $t = -1,01$; $N = 16$; $p = 0,33$) nem volt korreláció. Tehát az aszimmetria nagysága a humerus diafizis legnagyobb átmérője esetében csökkent az életkorral, míg a többi csont hossz méretét tekintve változatlan maradt.

5.3 Az alsó végtag hosszúcsontjainak kétoldali aszimmetriája

A vizsgálati kritériumok alapján a femur diafizis legnagyobb hossza esetében 225 pár, a femur diafizis legnagyobb átmérője esetében 224 pár, a tibia esetében 168 pár, míg a fibula esetében 18 pár csont került a statisztikai elemzésekbe.

A korcsoportoktól függetlenül a femur diafizis legnagyobb hossza az esetek 67%-ában, a femur diafizis legnagyobb átmérője 46%-ban, a tibia diafizis legnagyobb hossza 70%-ban, a tibia diafizis legnagyobb átmérője 51%-ban, a fibula diafizis legnagyobb hossza pedig 61%-ban mutatkozott aszimmetrikusnak (5.5. táblázat).

A korcsoportokat is figyelembe véve, a femur esetében a diafizis legnagyobb hosszánál a 3. (3–4 évesek) és a 4. korcsoportokban (5–15 évesek) az aszimmetria gyakorisága szignifikánsan nagyobb volt, mint a szimmetrikus csontok gyakorisága, míg a diafizis legnagyobb átmérőjénél csak a 3. korcsoportban mutatkozott szignifikáns különbség az aszimmetrikus csontok gyakoriságának javára (5.5. táblázat). A direkcionális aszimmetria a femur diafizisének legnagyobb hossza esetében az 1. korcsoportban (0,5–1 évesek) jobbra tolódott, míg a 3. korcsoportban (3–4 évesek) balra (5.2. ábra, 5.5. táblázat), ellenben a többi korcsoportban az aszimmetria eloszlása egyenletes volt a jobb és bal oldal között. A tibia diafizisének legnagyobb hossza a 4. korcsoportban (5–15 évesek) szignifikánsan nagyobb aszimmetria-gyakoriságot mutatott, mint szimmetria-gyakoriságot (5.5. táblázat). A tibia diafizisének legnagyobb átmérője esetében az aszimmetria-gyakoriságok minden korcsoportban egyenletesen oszlottak meg a jobb és bal oldal között (5.5. táblázat). Hasonló figyelhető meg a fibula diafizisének legnagyobb hossza esetében a 4. korcsoportban (5.5. táblázat). Ezzel szemben az ugyanezen a csonthoz tartozó 1. korcsoportban csak egy fibulapár volt mérhető, mely jobb oldali aszimmetriát mutatott, ám a kis mintaelemszám miatt ezt a korcsoportot nem lehetett külön elemezni.

A nagyobb bal és jobb oldali méretekkal rendelkező egyének százalékos megoszlását is kiszámoltam, hogy meg lehessen határozni, mely korcsoportban kezdődik el a balra tolódó alsó végtagi aszimmetria kialakulása (5.6. táblázat). A femur diafizisének legnagyobb hossza a 2. korcsoporttól (1,5–2 évesek), diafizisének legnagyobb átmérője pedig a 3. korcsoporttól (3–4 évesek) mutatott balra tolódást. A femur méretei esetében a bal oldal dominanciája a 3. korcsoportban volt a leggyakoribb, azaz a 3–4 évesek körében (5.6. táblázat), majd a 4. korcsoportban csökkenő tendenciát mutatott. A tibia diafizisének legnagyobb hossza a 4. korcsoportban (5–15 évesek) jelzett bal oldali dominanciát, míg a diafizis legnagyobb átmérője egyik korcsoportban sem billent át jelentősen a bal oldali dominancia irányába, bár a kezdeti jobb oldali dominancia gyakorisága fokozatosan csökkent az életkor előrehaladtával (5.6. táblázat). A fibula diafizisének legnagyobb hossza csak a 4. korcsoportban volt értékelhető a domináns oldal szempontjából. Ez a csontméret ebben a korcsoportban jelentős jobb oldali dominanciát mutatott (5.6. táblázat).

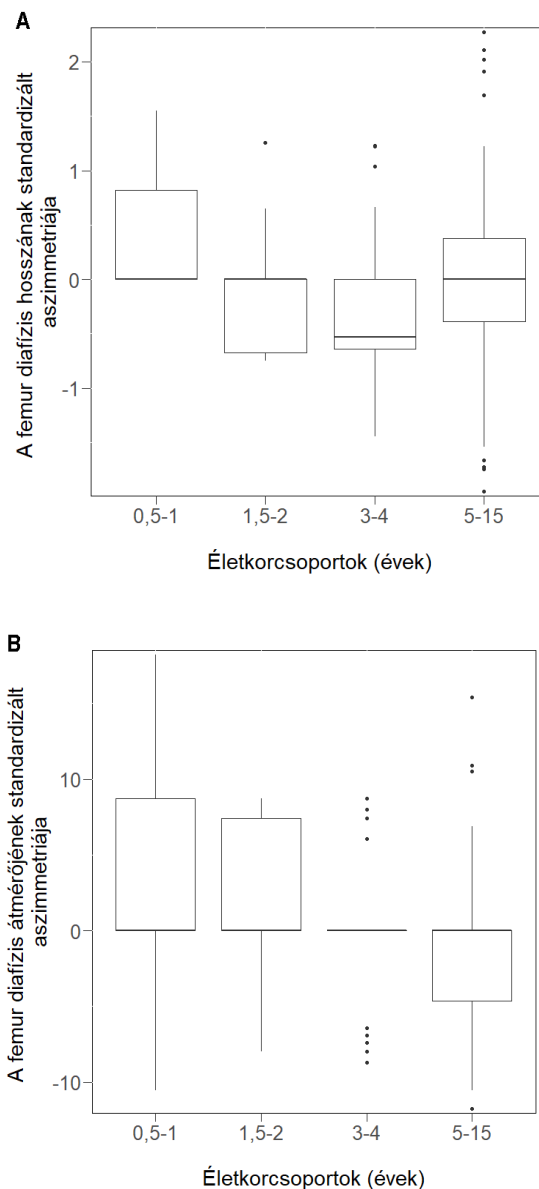
5.5. táblázat: A direkcionális aszimmetria (DA) gyakorisága az egyes korcsoportokban. OSA: a standardizált aszimmetria nulla értékeivel rendelkező csontpárok száma; B: bal oldali aszimmetria; J: jobb oldali aszimmetria. FEMH, TIBH, FIBH: a femur, a tibia és a fibula diafizisének legnagyobb hossza; FEMD, TIBD: a femur és a tibia diafizisének legnagyobb átmérője. 1. korcsoport: 0,5–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–2 évesek; 3. korcsoport: 3–4 évesek; 4. korcsoport: 5–15 évesek. A szignifikáns p-értékeket félkövér kiemelés jelzi.

	Korcsoport	n	SA	OSA	pSA	B	J	pDA
FEMH	1	18	8	10	0,92	0	8	0,02
	2	17	9	8	1	5	4	1
	3	45	33	12	0,01	28	5	0,001
	4	145	100	45	>0,001	52	48	0,84
	Összesen	225	150	75		85	65	
	%	100,00	66,66	33,33		56,66	43,33	
FEMD	1	17	8	9	1	1	7	0,18
	2	17	10	7	0,77	4	6	0,71
	3	45	13	32	0,031	8	5	0,73
	4	145	71	74	0,92	39	32	0,59
	Összesen	224	102	122		52	50	
	%	100,00	45,53	54,46		50,98	49,01	
TIBH	1	13	6	7	1	3	3	1
	2	8	5	3	0,68	0	5	0,1
	3	33	19	14	0,62	7	12	0,51
	4	114	88	26	>0,001	52	36	0,21
	Összesen	168	118	50		62	56	
	%	100,00	70,23	29,76		52,54	47,45	
TIBD	1	13	3	10	0,17	0	3	0,46
	2	8	1	7	0,18	0	1	1
	3	33	15	18	0,83	7	8	1
	4	114	67	47	0,16	34	33	1
	Összesen	168	86	82		41	45	
	%	100,00	51,19	48,80		47,67	52,32	
FIBH	1	0	0	0	-	0	0	-
	2	0	0	0	-	0	0	-
	3	3	0	3	0,46	0	0	-
	4	15	11	4	0,2	4	7	0,71
	Összesen	18	11	7		4	7	
	%	100,00	61,11	38,88		36,37	63,63	

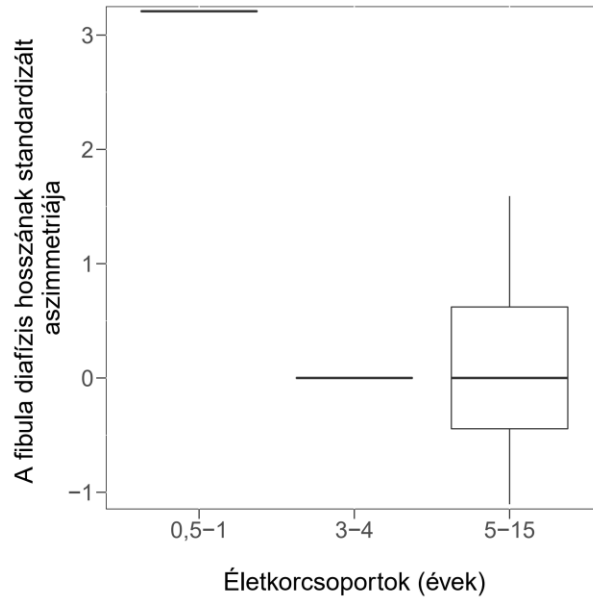
5.6. táblázat: A nagyobb jobb vagy bal oldali méretekkkel rendelkező egyének százalékos megoszlása. A számítások nem tartalmazzák a szimmetrikus eseteket. B: bal oldal; J: jobb oldal. FEMH, TIBH, FIBH: a femur, a tibia és a fibula diafizisének legnagyobb hossza; FEMD, TIBD: a femur és a tibia diafizisének legnagyobb átmérője. Az adott oldal nagyobb méreteit félkövér kiemelés jelzi. 1. korcsoport: 0,5–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–2 évesek; 3. korcsoport: 3–4 évesek; 4. korcsoport: 5–15 évesek.

Kor-csoport	FEMH B %	FEMH J %	FEMD B %	FEMD J %	TIBH B %	TIBH J %	TIBD B %	TIBD J %	FIBH B %	FIBH J %
1.	0,00	100,00	12,5	87,5	50,00	50,00	0,00	100,00	-	-
2.	55,55	44,44	40,00	60,00	0,00	100,00	0,00	100,00	-	-
3.	84,84	15,15	61,53	38,46	36,84	63,15	46,66	53,33	-	-
4.	52,00	48,00	54,92	45,07	59,09	40,90	50,74	49,25	36,37	63,63

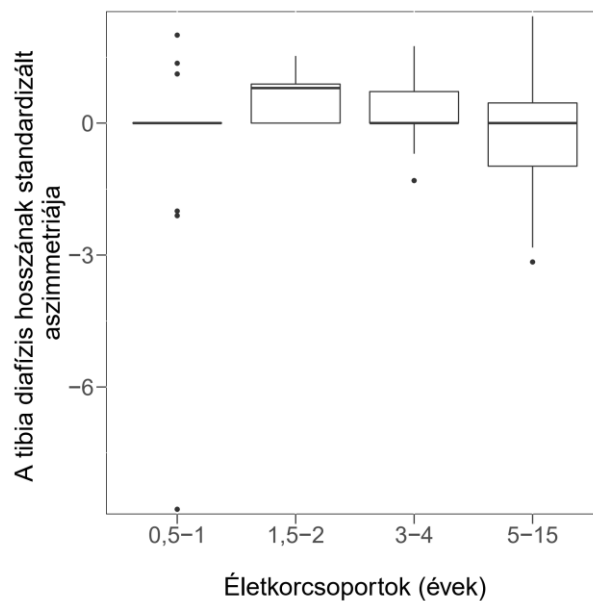
A korcsoportok között a SA különbségei a következő méretek esetében voltak szignifikánsak: a femur diafizisének legnagyobb hossza ($F = 5,69$; $p < 0,001$; 5.2. ábra) és diafizisének legnagyobb átmérője ($F = 3,61$; $p = 0,01$; 5.2. ábra), valamint a fibula diafizisének legnagyobb hossza ($F = 8,16$; $p = 0,003$; 5.3. ábra). Ugyan a tibia diafizisének legnagyobb hosszában is szignifikáns volt a különbség a korcsoportok között ($F = 2,75$; $p = 0,045$; 5.4. ábra), ám a páronkénti összehasonlításokat követően ez a különbség már nem volt szignifikáns ($-0,44 < \text{diff} < 1,26$; $p > 0,11$).



5.2. ábra: A femur párok diafizisének legnagyobb hosszának (A) és a diafizisek legnagyobb átmérőjének (B) standardizált aszimmetria eltérései a vizsgált korcsoportok között (medián, alsó és felső kvartilis, minimum és maximum értékek). 1. korcsoport: 0,5–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–2 évesek; 3. korcsoport: 3–4 évesek; 4. korcsoport: 5–15 évesek.



5.3. ábra: A fibula párok diafizisének legnagyobb hosszának standardizált aszimmetria eltérései a vizsgált korcsoportok között (medián, alsó és felső kvartilis, minimum és maximum értékek). 1. korcsoport: 0,5–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–2 évesek; 3. korcsoport: 3–4 évesek; 4. korcsoport: 5–15 évesek.



5.4. ábra: A tibia párok diafizisének legnagyobb hosszának standardizált aszimmetria eltérései a vizsgált korcsoportok között (medián, alsó és felső kvartilis, minimum és maximum értékek). 1. korcsoport: 0,5–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–2 évesek; 3. korcsoport: 3–4 évesek; 4. korcsoport: 5–15 évesek.

A femur méretei és a fibula diafizisének legnagyobb hossza esetében az 1. és a 3., valamint az 1. és a 4. korcsoportok között voltak szignifikánsak a különbségek (5.2. és 5.3 ábra; 5.7. táblázat). A femur diafizis legnagyobb hossza esetében a szignifikáns különbség a 3. és a 4. korcsoportok között is megmutatkozott (5.2. ábra; 5.7. táblázat). A tibia diafizisének legnagyobb átmérője esetében nem volt szignifikáns különbség a korcsoportok között ($F = 0,74$; $p = 0,53$).

5.7. táblázat: A különböző csontméretek direkcionális aszimmetriájának összehasonlítása a korcsoportok között. FEMH, TIBH, FIBH: a femur, a tibia és a fibula diafizisének legnagyobb hossza, FEMD: a femur diafizisének legnagyobb átmérője. A szignifikáns p -értékeket félkövér kiemelés jelzi. 1. korcsoport: 0,5–1 évesek; 2. korcsoport: 1,5–2 évesek; 3. korcsoport: 3–4 évesek; 4. korcsoport: 5–15 évesek.

	Korcsoportok	Átlagok különbségei 95% CrI	p
FEMH	1 - 2	0,44 (-1,04; 1,17)	0,24
	1 - 3	0,77 (-1,27; -0,27)	>0,001
	1 - 4	0,44 (-0,89; 0,002)	0,005
	2 - 3	0,33 (-0,84; 0,18)	0,33
	2 - 4	0,005 (-0,46; 0,45)	0,99
	3 - 4	0,33 (0,02; 0,63)	0,03
FEMD	1 - 2	2,61 (-6,82; 1,59)	0,38
	1 - 3	3,99 (-7,48; -0,49)	0,02
	1 - 4	3,78 (-6,92; -0,63)	0,01
	2 - 3	1,38 (-4,87; 2,11)	0,74
	2 - 4	1,17 (-4,31; 1,98)	0,77
	3 - 4	0,21 (-1,88; 2,3)	0,99
TIBH	1 - 2	1,26 (-0,19; 2,72)	0,11
	1 - 3	0,84 (-0,22; 1,9)	0,17
	1 - 4	0,39 (-0,55; 1,35)	0,69
	2 - 3	0,42 (-1,7; 0,85)	0,83
	2 - 4	0,86 (-2,05; 0,32)	0,24
	3 - 4	0,44 (-1,08; 0,2)	0,29
FIBH	1 - 3	3,21 (-5,45; -0,96)	0,005
	1 - 4	3,11 (-5,11; -1,09)	0,003
	3 - 4	0,1 (-1,13; 1,33)	0,97

Az aszimmetria nagyságára vonatkozó statisztikai eredmények szerint az életkorcsoportok és a femur méretei, a tibia diafizisének legnagyobb átmérője, valamint a fibula diafizisének legnagyobb hossza között volt negatív a korreláció (femur diafizisének legnagyobb hossza: Pearson $r = -0,63$; $t = -3,06$; $N = 16$; $p = 0,008$; femur diafizisének legnagyobb átmérője: $r = -0,78$; $t = -4,72$; $N = 16$; $p < 0,001$; tibia diafizisének legnagyobb átmérője: $r = -0,98$; $t = -16,02$; $N = 14$; $p < 0,001$; fibula diafizisének legnagyobb hossza: $r = -0,83$; $t = -3,37$; $N = 7$; $p = 0,01$), ám a tibia diafizisének legnagyobb hosszával nem volt korreláció ($r = -0,3$; $t = -1,18$; $N = 16$; $p = 0,26$). Tehát az aszimmetria nagysága jelentős

mértékben csökkent az életkor előrehaladtával minden vizsgált alsó végtagi csontméret esetében, kivéve a tibia diafizisének legnagyobb hosszát.

6. DISZKUSSZIÓ

A Bátmonostor-Pusztafalu középkori temető gyermekkorú vázain azt vizsgáltam, hogy a felső és alsó végtag mely csontjainak mely méreteire jellemző a kétoldali aszimmetria, és hogy az egyedfejlődés születéstől a pubertásig tartó szakaszában mi jellemző a megjelenésére, nagyságára, irányára. Továbbá célom volt, hogy a középkori gyermekvázak aszimmetria-mintázatát recens populációk nonmetrikus adataival hasonlítsam össze és a kapott adatok segítségével rekonstruáljam azokat a fizikai tevékenységeket, amelyekbe a gyermekek bekapcsolódhattak.

6.1 A környezeti stressz mértéke a vizsgált gyermekvázak esetében

A fogak előtörésének alapján becsült elhalálási életkorcsoportozáshoz tartozó felső végtagi hosszúcsont méretek átlagainak vizsgálata alapján a Bátmonostor-Pusztafalu temető gyermekkorú vázainak növekedése megközelítőleg egyezik a standardként választott mintáéval. Stloukal és Hanáková (1978) referenciamintája 9. századi szláv populációból származik, így földrajzi elhelyezkedése és kronológiája szempontjából is alkalmasabb az összehasonlításra a Bátmonostor-Pusztafalu temető gyermekvázai esetén, mint egy földrajzilag távol eső, recens gyűjtemény adatbázisa. Mivel a felső végtag az irodalmi adatok alapján nagyobb kétoldali aszimmetriát mutat, mint az alsó végtag, továbbá feltételezhető, hogy az alsó végtag növekedése összehangolt a felső végtagéval, a standarddal való összehasonlítást csak a felső végtag hosszúcsontjain végeztem el.

A fogelőtörés és a hosszúcsontméretek, mint biológiai korjelzők összhangja jelzi, hogy a vizsgált középkori gyermekek életében valószínűleg nem volt jelentősebb a környezeti stressz, mint egy átlag történeti populációban, hiszen akkor a krónikus betegségek és a nem megfelelő táplálkozással kapcsolatos hiánybetegségek következtében a csontkor elmaradt volna a fogelőtörés alapján becsült elhalálási életkortól (Hoppa és Fitzgerald 1999; Cardoso 2007; Bagherian és Sadeghi 2011). Ezen eredmények egybeesnek a középkor gazdaságának kutatásaival is: a középkorban hazánk földművelése és állattartása elegendő mennyiségű élelmet szolgáltatott a lakosságnak (Laszlovszky 2006).

Ezek alapján a Bátmonostor-Pusztafalu temető gyermekvázai alkalmasnak bizonyultak a kétoldali aszimmetria kutatásának céljára, mivel végtagcsontjaik növekedése nem különbözött jelentősen a standard mintáétól.

6.2 A felső végtag hosszúcsontjainak kétoldali aszimmetriája

A kétoldali aszimmetria megjelenésének ideje kapcsán az egyik fő kérdés az, hogy vajon jelen van-e a születéskor. A vizsgálataim eredménye alapján a szimmetrikus és aszimmetrikus csontok gyakorisága hasonló volt a születéskor és a korai gyermekkorban, kivéve a humerus diafizisének legnagyobb átmérőjét – ebben az esetben az aszimmetrikus csontok gyakorisága alacsonyabb volt az első életévben. Bár néhány tanulmányban a magzati korban jobbra tolódó aszimmetriát jegyezték fel (Schultz 1926; Bareggi et al. 1994), vizsgálataim eredményei azt az általános megfigyelést támasztják alá, hogy a felső végtag vázcsontjaira jellemző jobb oldali direkcionális aszimmetria a növekedés során fokozatosan alakul ki a domináns kar mechanikai terhelésének hatására (Ingelmark 1946; Steele és Mays 1995; Blackburn 2011; Waxenbaum és Sirak 2016).

Az idősebb korcsoportokban, 8 éves kor után a humerus és az ulna diafizisének legnagyobb hosszának aszimmetria-gyakorisága szignifikánsan növekedett. A radius diafizisének legnagyobb hosszának aszimmetriája 6 éves kortól kezdődően volt szignifikáns. 8 éves kor után minden méretben szignifikáns jobbra tolódás jelentkezett – ez az az időszak a gyermekkorban, amikor a mozgások a leginkább javulnak a kivitelezésük pontosságát tekintve (McManus et al. 1988; Gabbard 1992; Scharoun és Bryden 2014). A humerus diafizisének legnagyobb hosszában az aszimmetria-gyakoriság mellett az aszimmetria iránya is fokozatosan jobbra tolódott, amely megegyezik Steele és Mays (1995) középkori gyermekvázakon végzett megfigyeléseivel, valamint Waxenbaum és Sirak (2016) 9–16. századi, új-mexikói puebló indiánok humerus-ára és radius-ára vonatkozó eredményeivel.

A felnőtt korra jellemző mértékű jobb oldali preferenciát a Bátmonostor-Pusztafalu gyermekvázai a humerus méretei esetében 8 éves korra, a radius és az ulna esetében pedig 4 éves korra érték el: ebben az életszakaszban a gyermekek eszközhasználatában és segítség nélküli, önálló tevékenységeiben jelentős fejlődés tapasztalható (Oláh 2008). Vizsgálataim eredménye konzisztens Scharoun és Bryden (2014) szakirodalmi összefoglalójával: a gyermekek kézhasználati preferenciájának iránya körülbelül 6 éves korra alakul ki, ám az ezt követő években tapasztalati úton és gyakorlással finomodik, míg végül stabilizálódik.

Eredményeim a középkori magyar alföldi földművelő kultúra hatásait is szemléltetik. Az itt élők a tavaszi és őszi búza termesztéséből, gyümölcsstermesztésből (alma, körte, szilva), állattenyésztésből (szarvasmarha, kecske, bárány) és kézművességből tartották fenn magukat, valamint járultak hozzá az ország éléskamrájához (Laszlovszky 2006). Ebbe az életformába a gyermekeknek is be kellett kapcsolódniuk. Akár már 7–8 éves koruktól

kezdődően részt kellett vállalniuk az egyszerű házkörű feladatokban, a földeken zajló munkában és az állatállomány gondozásában, hogy hozzájáruljanak a család megélhetéséhez (Ariés 1987; Mellor 2014; Rebay-Salisbury és Pany-Kucera 2020). Biomechanikai értelemben ez a felső végtagok hosszúcsontjainak mechanikai terhelését jelenti, amely a mezőgazdasági munkával kapcsolatos feladatokból adódik (Sládek et al. 2018). A középkori mintám gyermekvázai esetén ezek a mechanikai hatások magyarázatul szolgálhatnak a növekedés során a humerus diafizis hosszának jobb oldali direkcionális aszimmetriájára, viszont más csontok méretei esetében ez a hatás nem nyilvánult meg. Eredményeim összhangban vannak Steele és Mays (1995), Waxenbaum és Sirak (2016), és részben Blackburn megfigyeléseivel is (Blackburn 2011) – utóbbi a humerus diafizis átmérőjének direkcionális aszimmetriájában is tapasztalt növekedést az életkor előrehaladtával.

Az aszimmetriának az irányán kívül a mértéke is az egyik jellemző tulajdonsága. A Bátmonostor-Pusztafalu temető gyermekvázain az aszimmetria mértéke különféleképpen jelentkezett a felső végtag csontjain: a humerus diafizis legnagyobb átmérőjében az életkorral csökkent, míg a többi méretben nem volt szignifikáns a változása. Vagyis, az aszimmetria nagysága a hossz méretben nem változott, míg az átmérőben csökkent a kor előrehaladtával. Ennek értelmezéséhez figyelembe kell vennünk a gyakoriságokra vonatkozó eredményeket is: az aszimmetria nagysága a legnagyobb értékeket korai gyermekkorban mutatta, ám kevés egyénnél. Ezt követően az életkorral csökkent a mértéke, de nőtt a gyakorisága, míg végül az idősebb korcsoportokban a legalacsonyabb értékek voltak a leggyakoribbak. Bár ez ellentmond annak, amit Blackburn (2011) tapasztalt a diafizis aszimmetriájának mértéke kapcsán, ám lehetnek olyan tevékenységek a fazekassággal, a földműveléssel és az állattartással kapcsolatos munkákban, amely a felső végtagok szimmetrikus használatát igénylik és amelyek magyarázatot adhatnak a csökkenő mértékű aszimmetriára (Ruff 1981). Ilyen például a kukoricamorzsolás és az ásás (Sládek et al. 2018), a fejtés, a kapálás, a víz húzás és az agyaghordás (Mellor 2014).

6.3 Az alsó végtag hosszúcsontjainak kétoldali aszimmetriája

Az alsó végtag esetén a szimmetrikus és az aszimmetrikus csontpárok eloszlása nemcsak a különböző csonttípusok esetén volt eltérő, de az adott csont hossz mérete és átmérője is eltérő eredményeket hozott a különböző korcsoportokban.

A femur (3–15 éves korig tartó szakaszban) és a tibia (5–15 évesek) diafizisének legnagyobb hossza esetében az aszimmetrikus csontpárok gyakorisága nagyobb volt, mint a

szimmetrikusoké. A femur diafizisének legnagyobb hosszának aszimmetriája a korai időszakban (1. életkorcsoport, 0,5–1 évesek) jobb oldali gyakoriságot, míg a későbbi időszakban (3. életkorcsoport, 3–4 évesek) bal oldali gyakoriságot mutatott. Ezzel szemben a femur diafizisének legnagyobb átmérője esetében a csontpárok szimmetriája volt gyakoribb, míg a többi csont esetében a szimmetrikus-aszimmetrikus csontpárok gyakorisága hasonló volt, valamint a jobb és baloldali aszimmetria is egyenlően oszlott el. A femur diafizisének legnagyobb hosszának és átmérőjének aszimmetriája jelentősen csökkent az életkor előrehaladtával (3. és a 4. életkorcsoportokban az 1. életkorcsoportéhoz képest), de a különbség a 4. korcsoportban kisebb volt (5–15 évesek), tehát ekkor az aszimmetria mértéke újra nőtt a 3. korcsoportéhoz képest (3–4 évesek), legalábbis a femur diafizisének legnagyobb hossza esetében. Az 1. életkorcsoportéhoz képest hasonló csökkenés volt megfigyelhető a 3. és 4. életkorcsoportokban (3–4, illetve 5–15 évesek) a fibula diafizisének legnagyobb hossza esetében is, azonban itt az 1. csoportban csak egy aszimmetrikus csontpár állt rendelkezésre, így ezen eredményeket óvatosan kell kezelnünk. Általánosságban elmondható, hogy az aszimmetria nagysága jelentős mértékben csökkent az életkorral az alsó végtagi csontméretek esetében, kivéve a tibia diafizisének legnagyobb hosszát. Ennek hátterében a kétlábbon való járás tanulási folyamata állhat, amely folyamatosan csökkenti az érett járásmód kialakulásáig az alsó végtagi aszimmetriát (Waxenbaum és Sirak 2016; Plochocki 2004). Az alsó végtag esetén evolúciós hátrány lehet a markáns aszimmetria, mivel a jobb és bal oldal jelentős hosszúságú eltéréseivel elveszne az alsó végtagnak az az evolúciós előnye, mely hatékonnyá teszi a távolságok megtételében (lásd Dart szavanna-elméletét: Dart 1925).

A direkcionális aszimmetria tekintetében a nagyobb jobb és bal oldali méretek százalékos eloszlása azt jelzi a femur méretei esetében, hogy a korai életszakaszban erőteljes volt a jobbra tolódás, majd ezt balra tolódás követte, végül a jobb és bal oldali direkcionális aszimmetria kiegyenlítődt az idősebb gyermekeknél. Eredményeim egybecsengenek az aszimmetria nagyságára vonatkozó eredményeimmel is, melynek értéke jelentősen csökkent az életkorral a femur méretei tekintetében. A tibia nagyobb jobb és bal oldali méretei a femur-ral ellentétben tartósan jobbra tolódó aszimmetriát mutattak, amely az idősebb gyermekeknél kiegyenlítődt a két oldal tekintetében - ahogyan az a femur méreteire is jellemző volt.

A nagyobb jobb és bal oldali százalékos megoszlások különbözősége a femur és a tibia esetében felveti annak lehetőségét, hogy a femur balra tolódó aszimmetriáját a tibia kompenzálja a jobb oldali direkcionális aszimmetriájával a 1,5–4 éves korosztályban (2. és

3. korcsoport). Ez az életszakasz egybeesik a járás tanulásával, tehát figyelembe kell venni azt a tényt is az eltérések értelmezése során, hogy a kúszás, mászás, totyogás fázisaiban az alsó végtagra különböző mechanikai erők hatnak az adott mozgásformának megfelelően (Swan et al. 2020). A jobb-bal direkcionális aszimmetria kompenzációja és a járás tanulása során ható mechanikai erők lehetséges hatásain kívül fontos tényező lehet a lábpreferencia fejlődése is, melynek kialakulása az élőkön végzett vizsgálatok szerint 2–4 éves korra tehető és irányát tekintve jobb oldali, a felső végtagi preferencia irányától függetlenül (Gabbard et al. 1991; Gabbard és Iteya 1996). Ebből következik, hogy ebben az életszakaszban már jelen van a funkcionális eltérés az alsó végtagokban: a preferált láb (jobb láb) szerepe a mobilizáció, míg a nem-preferált láb (bal láb) a stabilizáció, ezáltal a femur méretei nagyobbak lehetnek a bal oldalon, mint a jobb oldalon.

A 1,5–4 éves kor után életszakaszban, a járás fejlődésével azonban az aszimmetria nagysága és a jobb-bal oldali különbségek is csökkennek az alsó végtag esetén, melynek okai lehetnek a már említett evolúciós előny megtartásán kívül a kétlábon járás csontokra gyakorolt, az oldalakat tekintve kiegyenlített mechanikai igénye.

6.4 Konklúzió

A Bátmonostor-Pusztafalu temető gyermekvázainak vizsgálati eredményei alapján a felső és alsó végtag hosszúcsontjainak kétoldali aszimmetriája eltérő a különböző csontok tekintetében.

A felső végtag hosszúcsontjainak vizsgálati eredményei azt mutatják, hogy a kétoldali aszimmetria nem volt még jelen a születéskor: csak ezt követően, az életkor előrehaladtával fokozatosan alakult ki a csontra ható mechanikai erők következtében. A felső végtag minden csontja esetében nőtt az aszimmetrikus csontok gyakorisága az életkorral, ami a humerus hosszmérete esetében szignifikáns jobbra tolódó aszimmetriát mutatott. Tehát a felnőtt vázakra vonatkozó irodalommal ellentétben nem a humerus diafizisének átmérője, hanem a hosszmérete válaszolt plasztikusabban a mechanikai erők hatásaira. Ennek oka az lehet, hogy felnőttek esetén a hosszúcsontok növekedése már megállt, így a diafízis átmérője az, ami reagálni tud a mechanikai terhelésre, míg a gyermekek esetén a dinamikus növekvő csonthossz jobban ellensúlyozza ezeket az erőbehatásokat. Az aszimmetria nagyságának csökkenése is ezt támasztja alá a humerus diafizisének átmérőjének esetében, amelynek hátterében a két kar munkáját egyformán igénylő tevékenységek állhatnak.

A gyermekvázak felső végtagi direkcionális aszimmetriájának felnőtt populációkra jellemző értékének elérésének ideje, az aszimmetria irányának, nagyságának karakterisztikája egybeesik az élő populációkon végzett vizsgálatokkal. Bioarchaeológiai szempontból ezen posztnatális időskála mentén értelmezhetővé válik a középkor gyermekének és környezetének viszonya, életmódjának egy szegmense.

Az alsó végtag hosszúcsontjai közül az esetszámok alakulása miatt csak a femur és a tibia esetében vonhatóak le következtetések. A legaszimmetrikusabb a vizsgált csontok közül a femur volt, ezt követte a tibia. Mindkét csont esetében a hosszúság tekintetében volt értelmezhető az aszimmetria, míg a diafizis átmérőjében nem. Ennek háttérében a felső végtag tekintetében is felmerülő magyarázat állhat: a még növekvő csont hossza jobban kompenzálja a mechanikai hatásokat, mint az átmérő.

A femur direkcionális aszimmetriája az életkor előrehaladtával jobbra tolódóból balra tolódóvá változott, amelynek oka a keresztzett szimmetria lehet: a kezességtől függetlenül a jobb láb az esetek túlnyomó többségében a preferált (domináns) láb, míg a bal lábnak stabilizáló, teherbíró funkciója van az adott tevékenység kivitelezésében, tehát anatómiai méretei nagyobbak, amely a medenceövhöz közelebb eső csonton, azaz a femur-on kifejezettebb. Azonban ezt követően a jobb és bal oldali aszimmetria megoszlása kiegyenlítődtött a két oldal között, és az aszimmetria nagysága is csökkent az életkorral. Ennek egyik magyarázata az lehet, hogy az érett, felnőttekre is jellemző stabil járásmód mechanikai igénye annyira intenzív, hogy az életkor előrehaladtával elnyomhatja azokat a kétoldali aszimmetriákat, amelyek a lábpreferenciából adódnának. A másik kézenfekvő okot a járás evolúciós előnyében kell keresnünk: ha a végtagokon túlzott kétoldali aszimmetria jelentkezne, az anatómiai akadályozottság miatt elveszne a gyors helyváltoztatás lehetősége.

A femur-ral ellentétben a tibia esetében gyakoribb volt a jobbra tolódó aszimmetria, ám az életkor előrehaladtával a jobb és bal oldali gyakoriságok kiegyenlítődttek, csakúgy, mint a femur esetében. Ez ellentétes irányú direkcionális aszimmetria felveti annak lehetőségét, hogy a femur bal oldali direkcionális aszimmetriáját a tibia jobb oldali direkcionális aszimmetriája kompenzálja, de a kialakulásában szerepe lehet annak is, hogy a járás tanulásának különböző szakaszaiban eltérő mechanikai erők hatnak az alsó végtag csontjaira.

Az eredményekből tehát az látszódik, hogy a felső és alsó végtag eltérő funkciói más módon hatottak a hosszúcsontok kétoldali aszimmetriájára: feltehetően a nagyobb erő kifejtést igénylő, mindennapi tevékenységek végzése következtében a felső végtag esetében kifejezettebb volt az aszimmetria, mint az alsó végtag esetén. Ezzel ellentétben a

két lábbal szemben kiegyenlített mechanikai igényt támaztó járás evolúciósan rögzítettebb szimmetriát követelhet.

A csontok mechanikai hatásokra adott válasza mellett a végtagi kétoldali aszimmetriák vizsgálata lehetőséget adott arra, hogy a középkori gyermekek életmódjának egy része bioarchaeológiai szempontból is megismerhető legyen, amely hozzájárul a Bátmonostor-Pusztafalu temető leletanyagának biológiai rekonstrukciójához.

6.5 További perspektívák

A Bátmonostor-Pusztafalu középkori temető az egyik legkiemelkedőbb, régészeti korát tekintve egységes hazai lelőhelyünk a nagy számban feltárt gyermekvázai tekintetében. Bár a kétoldali aszimmetria hosszúcsontokon történő vizsgálata a csontpárok mindkét tagjának igénye miatt limitálja a vizsgálatba bevonható esetszámot, mégis számos egyéb perspektíva áll rendelkezésre, amelyekkel a középkori gyermek bioarchaeológiai szempontból nagy mintaelemszámon tanulmányozható.

Természetesen néhány fő metodológiai és teoretikai probléma még mindig megoldásra vár. Az egyik nehézség az, hogy nem állnak rendelkezésre olyan megbízható morfometriai módszerek, amelyek a gyermekkorú vázak nemmeghatározásában minden kétséget kizárólag alkalmazhatóak, így ebben témában a genetikai vizsgálatokra vagy a sírmellékletekre tudunk támaszkodni. Szintén metodológiai kérdés a méretek felvétele, amelyre a gyermekkorú vázak aszimmetria vizsgálatainak tekintetében nincs konszenzus az irodalomban. Éppen ezért érdemes lenne összehasonlítani a jövőben a diafizis legnagyobb átmérőjeként definiált értékeket az anterio-posterior és a transversalis irányú átmérők mért értékeivel. Egy másik elméleti és gyakorlati megfontolást is igénylő jelenség az ún. oszteológiai paradoxon, vagyis az, hogy a gyermekvázakon jelenlévő patológiás elváltozások azt jelezhetik, hogy ez az egyén egészségesebb, mint az a fiatalabb társa, akin nem találunk ilyen elváltozásokat, hiszen túlélte a betegség lezajlását – míg az a gyermek, akin nem találunk semmilyen betegségre utaló elváltozást, valószínűleg elégtelen működésű immunrendszerrel rendelkezett, így azelőtt meghalt, mielőtt kialakulhatott volna a szervezetében egy krónikus betegség.

A fent említett nehézségek ellenére mégis a gyermek valamilyen módon reprezentálja azt a szociológiai környezetet, amelyben élt, tehát a fluktuáló aszimmetria, a gyermek morbiditás és mortalitás, a növekedés, a stabil izotóppal vizsgálható anyatejes táplálás és elválasztás, valamint a paleopatológiai elváltozások mind olyan további vizsgálati

lehetőségeket nyújtanak, amelyek segítségével mérhetjük a gyermekkorra jellemző egészségi állapotot, összefüggésbe hozhatjuk azt a szociális környezettel, így jobban megismerhetjük az adott történeti népesség arculatát.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Munkám során nyújtott segítségükért, tanácsaikért és elfogadó hozzáállásukért köszönetemet fejezem ki:

Dr. Balázs János témavezetőmnek, aki szakmai tudásával, higgadtságával, kritikus szemléletével, idejét nem kímélve segítette dolgozatom megszületését;

Dr. Maák Elek Istvánnak és Dr. Boda Krisztinának a biostatistikai elemzésekben nyújtott, önzetlen szakmai támogatásáért;

Dr. Molnár Erikának és Dr. Pálfi Györgynek, hogy szakmailag és emberileg is támogattak az éppen aktuális fokozatszerzési fázisokban;

Dr. Just Zsuzsannának és Prof. Dr. Kósa Ferencnek, hogy felébresztették bennem a gyermekkorú vázak tanulmányozása iránti érdeklődést és stabil szakmai alapokat adtak;

Prof. Dr. Farkas L. Gyulának, hogy a vizsgált temető előzetes általános antropológiai feldolgozásával hozzájárult munkám eredményességéhez;

Pap Evelin régész-muzeológusnak és Biczó Piroska ásatást vezető régésznek az értékes szakmai tanácsaikat;

Dr. Marcsik Antóniának, hogy a szülővárosom embertani leleteinek feldolgozása során segíthettem a munkáját és tapasztalatot gyűjthettem;

Dr. Bereczki Zsoltnak, akihez bármikor fordulhattam szakmailag és emberileg egyaránt;

az SZTE-TTIK Embertani Tanszékének valamennyi dolgozójának a munkám során nyújtott biztatásáért és támogatásáért, a sok jó szóért és mosolyért.

Köszönöm családom türelmét és feltétlen támogatását: szeretetükkel, odafigyelésükkel, a javamra történő lemondásaikkal olyan háttérrel teremtettek számomra, amelyben nyugodtan dolgozhattam.

Munkámat Nagymamámnak ajánlom.

8. IRODALOMJEGYZÉK

Albert AM, Greene DL (1999) Bilateral asymmetry in skeletal growth and maturation as an indicator of environmental stress. *American Journal of Physical Anthropology* 110:341–349. DOI: 10.1002/(SICI)1096-8644(199911)110:3<341::AID-AJPA6>3.0.CO;2-8

Alfonso-Durruty MP, Thompson JL (2014) Little Helping Hands: Insights from Punta Teatinos, Chile. In: Thompson JL, Alfonso-Durruty MP (eds.) *Tracing Childhood: Bioarchaeological Investigations of Early Lives in Antiquity*. University Press of Florida, Gainesville, pp. 183–197.

Andrews N (2008) Forging a field: the golden age of iron biology. *Blood* 112(2):219–30. DOI: 10.1182/blood-2007-12-077388

Annett M (1985) Left, right, hand and brain: The right shift theory. Lawrence Erlbaum Associates, London.

Annett M, Kilshaw D (1983) Right and left-hand skill II: estimating the parameters of the distribution of L-R differences in males and females. *British Journal of Psychology* 74:269–283. DOI: 10.1111/j.2044-8295.1983.tb01862.x

Ariés P (1987) Gyermekek, család, halál. Gondolat Kiadó, Budapest.

Auerbach BM, Ruff CB (2006) Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *Journal of Human Evolution* 50(2):203–218. DOI: 10.1016/j.jhevol.2005.09.004

Bagherian A, Sadeghi M (2011) Assessment of dental maturity of children aged 3.5 to 13.5 years using the Demirjian method in an Iranian population. *Journal of Oral Science* 53:37–42. DOI: 10.2334/josnusd.53.37

Bagnall KM, Harris PF, Jones PRM (1982) A radiographic study of the longitudinal growth of primary ossification centers in limb bones of the human fetus. *The Anatomical Record* 203:293–299. DOI: 10.1002/ar.1092030211

Barak MM (2020) Bone modeling or remodeling: That is the question. *American Journal of Physical Anthropology* 172(2):153–155. DOI: 10.1002/ajpa23966

Bareggi R, Grill V, Zweyer M, Sandrucci MA, Narducci P, Forabasco A (1994) The growth of long bones in human embryological and fetal upper limbs and its relationship to other developmental patterns. *Anatomy and Embryology* 189:19–24. DOI: 10.1007/BF00193126.

- Bernert Zs, Évinger S, Hajdu T (2008)** Adatok a gyermekek életkorbecsléséhez a Kárpát-medencei történeti népességek gyermekhalottainak csontméretei alapján. *Anthropologiai Közlemények* 49:43–50.
- Biczó P (1981)** Régészeti kutatások a középkori Bátmonostor területén. *Műemlékvédelem* 25:104–108.
- Bigoni L, Žaloudková M, Velemínská J, Velemínský P, Seichert V (2005)** The occurrence of directional and fluctuating limb asymmetry in a recently identified collection of human bones. *Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series* 174(1–4):129–147.
- Blackburn A (2011)** Bilateral asymmetry of the humerus during growth and development. *American Journal of Physical Anthropology* 145:639–646. DOI: 10.1002/ajpa.21555
- Brunet M, Guy F, Pilbeam D, Mackaye HT, Likius A, Aounta D, et al. (2002)** A new hominid from Upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature* 418:145–151. DOI: 10.1038/nature00879
- Cardoso HFV (2007)** Environmental effects on skeletal versus dental development: using a documented subadult skeletal sample to test a basic assumption in human osteological research. *American Journal of Physical Anthropology* 132:223–233. DOI: 10.1002/ajpa.20482
- Carlson KJ, Green DJ, Jashashvili T, et al. (2021)** The pectoral girdle of StW 573 ('Little Foot') and its implications for shoulder evolution in the Hominina. *Journal of Human Evolution* 158:102983. DOI:10.1016/j.jhevol.2021.102983
- Clark M, Bargielski R, Reich D (2020)** Adult paleopathology as an indicator of childhood social roles: A case study of Perthes disease in a Native Ohio female. *International Journal of Osteoarchaeology* 30(1):24–32. DOI: 10.1002/oa.2826.
- Corballis MC (2021)** How Asymmetries Evolved: Hearts, Brains, and Molecules. *Symmetry* 13(6):914. DOI: 10.3390/sym13060914
- Cuellar-Partida G, Tung JY, Eriksson N et al. (2021)** Genome-wide association study identifies 48 common genetic variants associated with handedness. *Nature Human Behaviour* 5:59–70. DOI: 10.1038/s41562-020-00956-y
- Čuk T, Leben-Seljak P, Štefančič M (2001)** Lateral asymmetry of human long bones. *Variability and Evolution* 9:19–32.
- Dart R (1925)** *Australopithecus africanus* The Man-Ape of South Africa. *Nature* 115:195–199. DOI:10.1038/115195a0

- Fagot J, Vaclair J (1991)** Manual laterality in nonhuman primates: A distinction between handedness and manual specialization. *Psychological Bulletin* 109:76–89. DOI: 10.1037/0033-2909.109.1.76.
- Farkas LGy, Józsa L, Bereczki Zs (2007)** Examination of the human remains from the medieval cemetery of Bátmonostor-Pusztafalu in Hungary. *Acta Biologica Szegediensis* 51(2):87–92.
- Fazekas I Gy, Kósa F (1978)** Forensic fetal osteology. Akadémia Kiadó, Budapest.
- Filipic A, Čuk I, Filipčič T (2016)** Lateral Asymmetry in Upper and Lower Limb Bioelectrical Impedance Analysis in Youth Tennis Players. *International Journal of Morphology* 34:890–895. DOI: 10.4067/S0717-95022016000300012
- Fogl Á, Pálfi Gy, Molnár E, Just Zs, Balázs J, Maák IE (2022)** Development of bilateral asymmetry of the upper limb in children from a medieval population in Central Europe, Hungary. *Anthropologischer Anzeiger*, in press. DOI: 10.1127/anthranz/2022/1478
- Frost GT (1980)** Tool Behavior and the Origins of Laterality. *Journal of Human Evolution* 9(6):447–459. DOI: 10.1016/0047-2484(80)90002-0
- Frost H (1990)** Skeletal structural adaptations to mechanical usage (SATMU): 2. Redefining Wolff's Law: The remodeling problem. *The Anatomical Record* 226:414–422. DOI: 10.1002/ar.1092260403
- Gabbard C (1992)** Associations between hand and foot preference in 3- to 5-year-olds. *Cortex* 28(3):497–502. DOI: 10.1016/s0010-9452(13)80158-x
- Gabbard C (1997)** Coming to Terms With Laterality. *The Journal of Psychology Interdisciplinary and Applied* 131(5):561–564. DOI: 10.1080/00223989709603545
- Gabbard C, Dean M, Haensly P (1991)** Foot preference behavior during early childhood. *Journal of Applied Developmental Psychology* 12(1):131–137. DOI: 10.1016/0193-3973(91)90036-4
- Gabbard C, Hart S (1996)** A question of foot dominance. *The Journal of General Psychology* 123(4):289–296. DOI:10.1080/00221309.1996.9921281
- Gabbard C, Iteya M (1996)** Foot laterality in children, adolescents, and adults. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 1(3):199–205. DOI: 10.1080/135765096397748
- Ganz T, Nemeth E (2009)** Iron sequestration and anemia of inflammation. *Seminars in Haematology* 46:387–393.
- Graham JH (2021)** Fluctuating Asymmetry and Developmental Instability, a Guide to Best Practice. *Symmetry* 13(1):9. DOI: 10.3390/sym13010009

- Graham JH, Özener B (2016)** Fluctuating Asymmetry of Human Populations: A Review. *Symmetry* 8(12):154. DOI: 10.3390/sym8120154
- Haapasalo H, Sievanen H, Kannus P, Heinonen A, Oja P, Vuori I (1996)** Dimensions and estimated mechanical characteristics of the humerus after long-term tennis loading. *Journal of bone and mineral research: the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 11(6):864–872. DOI: 10.1002/jbmr.5650110619
- Hadjidakis DJ, Androulakis II (2006)** Bone remodeling. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1092:385–396. DOI:10.1196/annals.1365.035
- Hadley DM, Hemer KA (2014)** Archaeological approaches to medieval childhood, c.500-1500. In: Hadley DM, Hemer KA (eds.) *Medieval Childhood: Archaeological Approaches* Vol. 3. Oxbow Books, Oxford, pp. 1–26. DOI: 10.2307/j.ctvh1drt6
- Haile-Selassie Y (2001)** Late Miocene hominids from the Middle Awash, Ethiopia. *Nature* 412:178–81. DOI: 10.1038/35084063
- Halcrow SE, Tayles N (2008)** The Bioarchaeological Investigation of Childhood and Social Age: Problems and Prospects. *Journal of Archaeological Method and Theory* 15(2):190–215. DOI: 10.1007/s10816-008-9052-x
- Harcourt-Smith WHE (2007)** The Origins of Bipedal Locomotion. In: Henke W, Tattersall I (eds.) *The Handbook of Paleoanthropology*. Springer, Dordrecht, pp. 1483–1518.
- Harcourt-Smith WHE (2010)** The First Hominins and the Origins of Bipedalism. *Evolution: Education and Outreach* 3:333–340. DOI:10.1007/s12052-010-0257-6
- Häberling IS, Corballis PM, Corballis MC (2016)** Language, gesture, and handedness: Evidence for independent lateralized networks. *Cortex* 82:72-85. DOI: 10.1016/j.cortex.2016.06.003.
- H. Tóth E (1990)** Négy évtized régészeti kutatásai Bács-Kiskun megyében (1949-1989). *Cumania* 12:81–236.
- Hepper PG (2013)** The developmental origins of laterality: fetal handedness. *Developmental Psychobiology* 55(6):588–595. DOI:10.1002/dev.21119
- Hepper PG, Shahidullah S, White R (1991)** Handedness in the human fetus. *Neuropsychologia* 29(11):1107–1111. DOI: 10.1016/0028-3932(91)90080-R
- Holloway RL, De La Costelareymondie MC (1982)** Brain endocast asymmetry in pongids and hominids: some preliminary findings on the paleontology of cerebral dominance. *American Journal of Physical Anthropology*, 58(1):101–110. DOI: 10.1002/ajpa.1330580111

- Hoppa RD, Fitzgerald CM (1999)** From head to toe: integrating studies from bones and teeth in biological anthropology. In: Hoppa, R.D., Fitzgerald, C.M. (eds.) Human growth in the past – Studies from bones and teeth. University Press, Cambridge, pp. 1–31.
- Ingelmark BE (1946)** Über die Längenasymmetrien der Extremitäten und ihren Zusammenhang mit der Rechts-Linkshaändigkeit. Upsala Lakareforenings Forhandlingar N.F. 52:17–82.
- Józsa L (1995)** Az emberi láb evolúciója. *Anthropologiai Közlemények* 37:159–176.
- Józsa L (2008)** A kórházi ápolás kialakulása a 11-14. századi Magyarországon. *Debreceni Szemle* 16(1):10–22.
- Józsa L, Farkas LGy (2006)** Egy magyarországi ispotály (Bátmonostor) beteganyaga az ásatási leletek tükrében. *Orvosi Hetilap*, 147(49):2379–2384.
- Józsa L, Pap I, Farkas LGy (2010)** Hyperostosis protica – ritka és elfeledett csontelváltozás. *Osteologiai Közlemények*, 2010(4):192–198.
- Kanchan T, Mohan Kumar TS, Pradeep Kumar G, Yoganarasimha K (2008)** Skeletal asymmetry. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 15(3):177–179. DOI: 10.1016/j.jflm.2007.05.009
- Knotik M, Kőhegyi M (1995)** A bátmonostori késő középkori temető vásznainak vizsgálata. In: Bende L, Lőrinczy G, Szalontai Cs (szerk.) A Móra Ferenc Múzeum Évkönyve: *Studia Archaeologica* 1. Ferences Nyomda és Könyvkiadó, Szeged, pp. 283–290.
- Körmendy L (1985)** Kalocsa orvostörténeti vonatkozásai az államalapítástól Hollós Mátyás haláláig. In: Gubacsi L, Lusztig G, Matejka Zs (szerk.) Bács-Kiskun megyei orvosok-gyógyszerészek évkönyve. Petőfi Nyomda, Kecskemét, pp. 357–364.
- Kubinyi A (2000)** Városfejlődés és vásárhálózat a középkori Alföldön és az Alföld szélén. In: Blazovich L (szerk.) Dél-alföldi évszázadok 14. Agapé Ferences Nyomda és Könyvkiadó Kft., Szeged, pp. 7–50.
- Kujanová M, Bigoni L, Velemínská J, Veleminsky P (2008)** Limb Bones Asymmetry and Stress in Medieval and Recent Populations of Central Europe. *International Journal of Osteoarchaeology* 18:476–491. DOI: 10.1002/oa.958
- Kurjak A, Vecsek N, Hafner T, Bozek T, Funduk-Kurjak B, Ujevic B (2002)** Prenatal diagnosis: what does four-dimensional ultrasound add? *Journal of Perinatal Medicine* 30(1):57–62. DOI:10.1515/JPM.2002.008
- Laszlovszky J (2006)** Földművelés és állattenyésztés a középkori Magyarországon. In: Ferenczi L, Laszlovszky J, Szabó P (szerk.) Magyar középkori gazdaság- és pénztörténet. Bölcsész Konzorcium, Budapest, pp. 53–80.

- László O (2012)** „Régmúlt gyermekkor” – középkori temetők gyermeknépszerűségeinek összehasonlító elemzése. In: Kreiter A, Pető Á, Tugya B (szerk.) *Környezet – ember – kultúra: Az alkalmazott természettudományok és a régészet párbeszéde (Environment – human – culture: Dialogue between applied sciences and archaeology)*. Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Örökségvédelmi Központ, Budapest, pp. 240–251.
- Latimer HB, Lowrance EW (1965)** Bilateral asymmetry in weight and in length of human bones. *The Anatomical Record* 152(2):217–24. DOI: 10.1002/ar.1091520213
- Lewis ME (2007)** *The Bioarchaeology of Children – Perspectives from Biological and Forensic Anthropology*. University Press, Cambridge.
- Lonsdorf EV, Hopkins WD (2005)** Wild chimpanzees show population-level handedness for tool use. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(35):12634–12638. DOI: 10.1073/pnas.0505806102
- Lovejoy CO, Suwa G, Simpson SW, Matternes JH, White TD (2009)** The great divides: *Ardipithecus ramidus* reveals the postcrania of our last common ancestors with African apes. *Science* 326(5949):73–106.
- Ludwig W (1932)** *Das Rechts-Links Problem im Tierreich und Beim Menschen*. Springer, Berlin.
- Macho GA (1991)** Anthropological evaluation of left-right differences in the femur of southern African populations. *Anthropologischer Anzeiger* 49(3):207–216.
- MacNeilage PF, Studdert-Kennedy MG, Lindblom B (1987)** Primate handedness reconsidered. *Behavioral and Brain Sciences* 10(2):247–303. DOI: 10.1017/S0140525X00047695
- Martin R, Saller K (1957)** *Lehrbuch der Anthropologie I–II*. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Mather, K. (1953)** Genetical control of stability in development. *Heredity* 7:297–336. DOI: doi.org/10.1038/hdy.1953.41
- McGrew WC, Marchant LF (1997)** On the other hand: Current issues in and meta-analysis of the behavioral laterality of hand function in nonhuman primates. *Yearbook of Physical Anthropology* 40:201–232. DOI: 10.1002/(SICI)1096-8644(1997)25+<201::AID-AJPA8>3.0.CO;2-6
- McHenry HM (2002)** Introduction to the fossil record of human ancestry. In: Hartwig WC, (ed.) *The primate fossil record*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 401–405.
- McManus IC (1985)** Handedness, Language Dominance and Aphasia: A Genetic Model. *Psychological Medicine Monograph Supplement* 8:1–40.

- McManus IC, Sik G, Cole DR, Mellon AF, Wong J, Kloss J (1988)** The development of handedness in children. *British Journal of Developmental Psychology*, 6(3):257–273. DOI: 10.1111/j.2044-835X.1988.tb01099.x
- Mellor M (2014)** Seeing the medieval child: evidence from household and craft. In: Hadley DM, Hemer KA (eds.) *Medieval Childhood: Archaeological Approaches Vol. 3*. Oxbow Books, Oxford, pp. 75–94. DOI: 10.2307/j.ctvh1drt6
- Oláh É (2008)** *Gyermekgyógyászati kézikönyv I*. Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest.
- Papadatou-Pastou M, Ntolka E, Schmitz J, Martin M, Munafò MR, Ocklenburg S, Paracchini S (2020)** Human handedness: A meta-analysis. *Psychological Bulletin* 146(6):481–524. DOI: 10.1037/bul0000229
- Parma V, Brasselet R, Zoia S, Bulgheroni M, Castiello U (2017)** The origin of human handedness and its role in pre-birth motor control. *Scientific Reports* 7:16804. DOI: 10.1038/s41598-017-16827-y
- Perelle B, Ehrman L (1994)** An international study of human handedness: The data. *Behavior Genetics* 24:17–227. DOI: 10.1007/BF01067189
- Petorvics I (2008)** A középkori mezővárosi gazdálkodás. In: Kubinyi A, Laszlovszky J, Szabó P (szerk.) *Gazdaság és gazdálkodás a középkori Magyarországon: gazdaságtörténet, anyagi kultúra, régészet*. Martin Opitz Kiadó, Budapest, pp. 447–465.
- Péter K (1996)** A gyermekek első tíz esztendeje. In: Péter K (szerk.) *Gyermek a kora újkori Magyarországon*. MTA Történettudományi Intézete, Budapest, pp. 15–50.
- Peters M (1988)** Footedness: asymmetries in foot preference and skill and neuropsychological assessment of foot movement. *Psychological Bulletin* 103(2):179–92. DOI: 10.1037/0033-2909.103.2.179
- Plochocki JH (2004)** Bilateral Variation in Limb Articular Surface Dimensions. *American Journal of Human Biology* 16(3):328–333. DOI: 10.1002/ajhb.20023
- Pobiner BL (1999)** The Use of Stone Tools to Determine Handedness in Hominids. *Current Anthropology* 40(1):90–92. DOI: 10.1086/515807
- Prichard E, Propper RE, Christman SD (2013)** Degree of Handedness, but not Direction, is a Systematic Predictor of Cognitive Performance. *Frontiers in Psychology* 4:9. DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00009
- Prieur J, Lemasson A, Barbu S, Blois-Heulin C (2019)** History, development and current advances concerning the evolutionary roots of human right-handedness and language: Brain lateralisation and manual laterality in non-human primates. *Ethology* 125:1–28. DOI:10.1111/eth.12827

- Raymond M, Pontier D (2004)** Is there geographical variation in human handedness? *Laterality* 9(1):35–51. DOI: 10.1080/13576500244000274
- Rebay-Salisbury K, Doris Pany-Kucera D (2020)** Introduction. Children's developmental stages from biological, anthropological and archaeological perspectives. In: Rebay-Salisbury K, Pany-Kucera D (eds.) *Ages and Abilities: The Stages of Childhood and their Social Recognition in Prehistoric Europe and Beyond*. Archeopress, Oxford, pp. 1–9.
- Rhodes JA, Knüsel CJ (2005)** Activity-related skeletal change in medieval humeri: cross-sectional and architectural alterations. *American Journal of Physical Anthropology* 128(3):536–46. DOI: 10.1002/ajpa.20147
- Ruff CB (1992)** Biomechanical analyses of archaeological human skeletal samples. In: Saunders SR, Katzenberg MA (eds.) *Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods*. Wiley-Liss, New York, pp. 37–58. DOI: 10.1002/9780470245842.ch6
- Ruff CB (2005)** Mechanical determinants of bone form: insights from skeletal remains. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions* 5(3):202–212.
- Ruff CB, Hayes WC (1983)** Cross-sectional geometry of Pecos Pueblo femora and tibiae—A biomechanical investigation: II. Sex, age, and side differences. *American Journal of Physical Anthropology* 60(3):383–400. DOI: 10.1002/ajpa.1330600309
- Ruff C, Holt B, Trinkaus E (2006)** Who's afraid of the big bad Wolff?: "Wolff's law" and bone functional adaptation. *American Journal of Physical Anthropology* 129(4):484–498. DOI: 10.1002/ajpa.20371
- Ruff CB, Jones HH (1981)** Bilateral asymmetry in cortical bone of the humerus and tibia - sex and age factors. *Human Biology* 53(1):69–86.
- Ruff CB, Trinkaus E, Walker A, Larsen CS (1993)** Postcranial robusticity in Homo. I: Temporal trends and mechanical interpretation. *American Journal of Physical Anthropology* 91(1):21–53. DOI: 10.1002/ajpa.1330910103
- Ruvolo M (1997)** Molecular phylogeny of the hominoids: inferences from multiple independent DNA sequence data sets. *Molecular Biology and Evolution* 14(3):248–265. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a025761
- Sadeghi H, Allard P, Prince F, Labelle H (2000)** Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. *Gait Posture* 12:34–45. DOI: 10.1016/S0966-6362(00)00070-9
- Sanchis-Moysi J, Dorado C, Olmedillas H, Serrano-Sanchez J, Calbet J (2010)** Bone and lean mass inter-arm asymmetries in young male tennis players depend on training frequency. *European Journal of Applied Physiology* 110:83–90. DOI: 10.1007/s00421-010-1470-2.

- Schaeffer AA (1928)** Spiral movement in man. *Journal of Morphology and Physiology* 45:293–398. DOI: 10.1002/jmor.1050450110
- Scharoun SM, Bryden PJ (2014)** Hand preference, performance abilities, and hand selection in children. *Frontiers in Psychology* 5:1–15. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00082
- Scheuer L, Black S (2004)** *The juvenile skeleton*. Elsevier Academic Press, London.
- Schultz AH (1926)** Fetal growth of man and other primates. *Quarterly Review of Biology* 1:465–521.
- Senut B, Pickford M, Gommery D, Mein P, Kiptalam C, Coppens Y (2001)** First Hominid from the Miocene (Lukeino Formation, Kenya). *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth and Planetary Sciences* 332:137–144.
- Sládek V, Berner M, Holt B, Niskanen M, Ruff CB (2018)** Past Human Manipulative Behavior in the European Holocene as Assessed Through Upper Limb Asymmetry. In: Ruff CB (ed.) *Skeletal Variation and Adaptation in Europeans: Upper Paleolithic to the Twentieth Century*. Wiley-Blackwell, New York, pp. 163–208.
- Sládek V, Berner M, Sosna D, Sailer R (2007)** Human manipulative behavior in the Central European Late Eneolithic and Early Bronze Age: humeral bilateral asymmetry. *American Journal of Physiological Anthropology*, 133(1):669–681. DOI: 10.1002/ajpa.20551
- Steele J (2000)** Handedness in past human populations: skeletal markers. *Laterality* 5:193–220. DOI: 10.1080/713754380
- Steele J (2002)** When did directional asymmetry enter the record? In: Crow TJ (ed.) *The Speciation of Modern Homo sapiens*. Proceedings of the British Academy (106). Oxford University Press, Oxford, UK, pp. 153–168.
- Steele J, Mays S (1995)** Handedness and directional asymmetry in the long bones of the human upper limb. *International Journal of Osteoarchaeology* 5:39–49. DOI: 10.1002/oa.1390050105
- Stirland AJ (1993)** Asymmetry and activity-related change in the male humerus. *International Journal of Osteoarchaeology* 3:105–113. DOI: 10.1002/oa.1390030207
- Stloukal M, Hanáková H (1978)** Die Länge der Längsknochen Altslawischer Bevölkerungen - Unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. *Homo* 29:53–69.
- Stuart-Macadam P (1992)** Porotic hyperostosis: a new perspective. *American Journal of Physical Anthropology* 87(1):39–47. DOI: 10.1002/ajpa.1330870105

- Suskovics Cs (1996)** Végtagcsontok méretbeli variációi néhány paleoantropológiai szérián. Savaria: A Vas Megyei Múzeumok értesítője. Pars Archaeologica 22/3(1992–1995):293–298.
- Swan KR, Ives R, Wilson LAB, Humphrey LT (2020)** Ontogenetic changes in femoral cross-sectional geometry during childhood locomotor development. *American Journal of Physical Anthropology* 173:80–95. DOI: 10.1002/ajpa.24080
- Szathmáry L (1978)** A femur és a tibia bilaterális szimmetriaviszonyairól. *Anthropológiai Közlemények* 22:87–98.
- Tamura M, Akomo-Okoue EF (2021)** Hand preference in unimanual and bimanual coordinated tasks in wild western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) feeding on African ginger (*Zingiberaceae*). *American Journal of Physical Anthropology* 175:531–545. DOI: 10.1002/ajpa.24227
- Tihanyi B, Berthon W, Kis L, Váradi O, Dutour O, Révész L, Pálfi Gy (2020)** “Brothers in arms”: Activity-related skeletal changes observed on the humerus of individuals buried with and without weapons from the 10th-century CE Carpathian Basin. *International Journal of Osteoarchaeology* 30(6):798–810. DOI: 10.1002/oa.2910
- Toth N (1985)** Archaeological evidence for preferential right-handedness in the lower and middle pleistocene, and its possible implications. *Journal of Human Evolution* 14(6):607–614. DOI: 10.1016/S0047-2484(85)80087-7
- Treffner J, Kirchengast S (2020)** Cross asymmetry of the upper and lower limb bones among early medieval avar skeletons from Austria. *Folia Anthropologica* 16:29–40.
- Trinkaus E, Churchill SE, Ruff CB (1994)** Postcranial robusticity in Homo. II: Humeral bilateral asymmetry and bone plasticity. *American Journal of Physical Anthropology* 93(1):1–34. DOI: 10.1002/ajpa.1330930102
- Ubelaker DH (1978)** *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation.* Aldine Manuals on Archeology. Aldine Publishing Company, Chicago.
- Van Valen L (1962)** A study of fluctuating asymmetry. *Evolution* 16:125–142. DOI: 10.2307/2406192
- Walker A, Leakey R (1993)** The postcranial bones. In: Walker A, Leakey R (eds.) *The Nariokotome Homo erectus skeleton.* Springer Verlag, Berlin, pp. 95–160.
- Waxenbaum EB, Sirak K (2016)** Developmental patterns of bilateral asymmetry in Ancestral Puebloans. *American Journal of Human Biology* 28:421–430. DOI: 10.1002/ajhb.22804

White TD, Suwa G, Asfaw B. (1994) Australopithecus ramidus, a new species of early hominid from Aramis, Ethiopia. *Nature*. 371:306–312. DOI: 10.1038/371306a0

Wolff J (1892) Das Gesetz der Transformation der Knochen. Hirschwald, Berlin.

Zelazny KG, Sylvester AD, Ruff CB (2021) Bilateral asymmetry and developmental plasticity of the humerus in modern humans. *American Journal of Physical Anthropology* 174(3):418–433. DOI: 10.1002/ajpa.24213.

9. ÖSSZEFOGLALÁS

A felső és alsó végtag hosszúcsontjainak direkcionális aszimmetriája azt az adaptív választ tükrözi, amellyel a domináns (vagy preferált) végtag mozgásaira reagálnak az izmok tapadási felületeit biztosító csontok. Ez az adaptív válasz megnyilvánulhat a csont robusztusabbá válásában, alakjának, méretének, izomtapadási helyeinek megváltozásában. A felnőttkorú vázak esetében a vizsgálatok túlnyomó része a felső végtagra koncentrált, és jóval kevesebb azon tanulmányok száma, amely az alsó végtagi direkcionális aszimmetriát vizsgálja. Emellett a felső és alsó végtagi hosszúcsont-aszimmetriák együttes vizsgálata meglehetősen ritka. A gyermekvázak tekintetében még kevesebb információ áll rendelkezésünkre a témában, különösen a direkcionális aszimmetria ontogenetikus fejlődésének születéstől a pubertásig tartó szakaszából. Kutatásaimban az vezérelt, hogy hazai adatokkal járuljak hozzá a biológiai antropológia eme ritkán kutatott területéhez.

A disszertációm alapjául szolgáló kutatásaim célja első lépésként az volt, hogy a vizsgálati anyagként szolgáló középkori történeti embertani anyag gyermekkorú vázait metrikusan összevessem a történeti embertanban standardként elfogadott gyermekvázak felső végtagi hosszúcsont méreteinek adataival abból a célból, hogy információt kapjak arról, mennyire követik a vizsgálati anyag gyermekvázai a standard növekedést – azaz alkalmasak-e a kétoldali aszimmetria vizsgálatára. További célom volt, hogy a gyermekkorú vázakon vizsgáljam a végtagi kétoldali aszimmetria megjelenését, gyakoriságát, irányát és nagyságát az ontogenetikus fejlődés születéstől a pubertásig tartó szakaszában az alsó és felső végtag hosszúcsontjainak hossz-és diafizis átmérő méreteinek tanulmányozásával, majd az aszimmetria-mintázatot összevessem ma élő gyermekek végtagi kétoldali aszimmetriájára vonatkozó metrikus, nonmetrikus és fiziológiai adataival. Végül célom volt, hogy a kapott adatok alapján rekonstruáljam a gyermekek fizikai tevékenységeit a vizsgált korszakban.

Disszertációm vizsgálati anyagát a Bátmonostor-Pusztafalu 14–16. századi középkori temető gyermekmaradványai képezték, mely az általános antropológiai vizsgálatok alapján megfelelő mintaelemszámúnak bizonyult a direkcionális kétoldali aszimmetria tanulmányozásához, mivel ezeknél a vizsgálatoknál erősen limitáló tényezőként hat az, hogy szükséges a mindkét oldali végtagi hosszúcsont megléte. A feltárt gyermekkorú vázak száma 1510 volt. Az itt élő történeti népesség a különböző források szerint gazdálkodásból, kézművességből és iparosságból tartotta fenn magát.

A gyermekkorú vázak elhalálozási életkorát a fogak előtörése alapján becsültem meg. A felső és alsó végtag hosszúcsontjain metrikus vizsgálatot végeztem: a humerus, a radius, az ulna, a femur, tibia és a fibula esetében a diafizis legnagyobb hosszát csontmérő lappal határoztam meg, míg a humerus, a femur és a tibia diafizisének legnagyobb átmérőjét tolómérővel mértem meg. Annak megvizsgálására, hogy az adott temető gyermekkorú vázai valóban átlagosnak tekinthetőek-e a környezeti stressz tekintetében, a felső végtag hosszúcsont méreteit Stloukal és Hanáková adataival hasonlítottam össze, melyekre standardként tekinthetünk. Ezt követően a gyermekvázakat a finom- és nagymotorikus mozgások és a végtagpreferencia fejlődésének megfelelően korcsoportokba soroltam a kétoldali aszimmetria tanulmányozásához. A vizsgálati kritériumok alapján a Bátmonostor-Pusztafalu lelőhelyről a felső végtag esetében 134 pár humerus, 70 pár radius és 62 pár ulna bizonyult alkalmasnak a vizsgálatokra. A femur diafizis legnagyobb hossza esetében 225 pár, a femur diafizis legnagyobb átmérője esetében 224 pár, a tibia esetében 168 pár, míg a fibula esetében 18 pár csont került a statisztikai elemzésekbe, amelyeket R statisztikai környezetben végeztem.

A fogak előtörésének alapján becsült elhalálozási életkorcsoportokhoz tartozó felső végtagi hosszúcsont méretek átlagainak vizsgálata alapján a Bátmonostor-Pusztafalu temető gyermekkorú vázainak növekedése megközelítőleg egyezett a standardként választott mintával. A fogelőtörés és a hosszúcsontméretek, mint biológiai korjelzők összhangja jelzi, hogy a vizsgált középkori gyermekek életében valószínűleg nem volt jelentősebb a környezeti stressz, mint egy átlagos történeti népesség gyermekei esetében. Ezek alapján a Bátmonostor-Pusztafalu temető gyermekvázai alkalmasnak bizonyultak a végtagi kétoldali aszimmetria kutatásának céljára.

A kétoldali aszimmetria vizsgálatára vonatkozó eredményeim azt mutatják, hogy a felső és az alsó végtag különböző hosszúcsontjai eltérő jellegeket mutatnak.

Eredményeim alapján a felső végtag hosszúcsontjainak esetében születéskor még nem volt jelen a kétoldali aszimmetria. A későbbi életkorcsoportokban viszont fokozatosan kialakult a csontokra ható, izmok által közvetített mechanikai hatások következtében. Az aszimmetria gyakoriságának tekintetében a felső végtag minden csontja esetén megállapítottam, hogy az nőtt az életkorral és a humerus hosszúságának esetében jobbra tolódó tendenciát mutatott. Vizsgálataim eredményei alapján tehát – a felnőtt vázakra vonatkozó szakirodalmi adatokkal ellentétben – gyermekkorban elsődlegesen a humerus hosszúsága reagál a fizikai terhelésre, nem pedig a diafizis átmérője. Ezen megfigyelésem magyarázata az lehet, hogy a felnőttek vázcsontjainak növekedése az epifízis fugák

záródásával befejeződik, ezért a hossz már nem tud szignifikáns mértékben plasztikus választ adni a mechanikai hatásokra, viszont a diafizis átmérője megőrzi ezt a potenciálját. Ezzel szemben gyermekkorban a csontszáraz a dinamikus növekedése következtében szignifikáns mértékben ellensúlyozza a domináns kar fizikai terheléséből származó erőbehatásokat. Ezt támasztja alá a vizsgálatom azon eredménye is, mely szerint a humerus diafizisének átmérője esetében az aszimmetria nagysága csökken az életkorral – ez azokkal a tevékenységekkel magyarázható, amelyek fizikailag egyenlő mértékben terhelik a két kart. A felnőtt populációkra jellemző direkcionális aszimmetria (kézpreferencia) értékeit a Bátmonostor-Pusztafalu középkori temető gyermekváza 4–8 éves korok között érték el. A felső végtag hosszúcsontjai esetében a direkcionális aszimmetria megjelenésének idejéből, irányának alakulásából és nagyságának életkorral történő változásából a vizsgált gyermekek életmódjára, környezetével való kapcsolatára vonatkozóan vontam le következtetéseket. Valószínűleg már 7–8 éves korukban részt vettek a gazdálkodással és kézművességgel kapcsolatos munkákban, és az ennek során végzett fizikai tevékenységek a domináns kar terhelésén keresztül hatást gyakoroltak a felső végtagjaik hosszúcsontjaira, mely a jobbra tolódó direkcionális aszimmetriában nyilvánult meg.

Az alsó végtag hosszúcsontjainak vizsgálati eredményei csak a femur és a tibia esetében értelmezhetőek, mivel a fibula párok kis esetszámban álltak rendelkezésre. Mind a femur, mind a tibia tekintetében a hosszúságra volt jellemző az aszimmetria, a diafizis átmérőjére nem, tehát – csakúgy, mint a felső végtagnál megfigyelték szerint – a növekedésben lévő csontszáraz jobban adaptálódott a csont ellen ható erőkhöz, mint az átmérő. Az aszimmetria irányát vizsgálva eredményeim azt mutatják, hogy a femur direkcionális aszimmetriája az életkor előrehaladtával eleinte jobb oldali, majd a későbbi életkorokban bal oldali eltolódást mutatott, tehát megfigyelhető volt a keresztetett szimmetria jelensége. Ezt a fordított mintázatot az magyarázza, hogy az emberi populációk túlnyomó részében a kezességtől függetlenül a preferált vagy domináns láb a jobb láb, míg a bal lábnak stabilizáló funkciója van, miközben a preferált láb elvégzi az adott feladatot. Ennek következtében a nem domináns (nem preferált) bal láb nagyobb anatómiai méretekkel rendelkezik, amely az alsó végtag csontjai közül a femur esetében a legkifejezettebb. Azonban az idősebb gyermekeknél a jobb és bal oldali aszimmetria eloszlása kiegyenlítődött a két oldal között, és az aszimmetria nagysága is csökkent az életkorral. Ennek hátterében az állhat, hogy a felnőttekre jellemző stabil járás elérésével egyformán intenzív mindkét láb mechanikai terhelése, amely intenzitása mellett gyakoriságában is meghaladja a lábpreferenciát igénylő feladatokat, így nem tudnak már érvényesülni a lábpreferenciából adódó aszimmetriák. Ezen

felül a járás kialakulásának evolúciós előnyének megtartásáról sem szabad elfeledkeznünk – a túlzott mértékű kétoldali aszimmetria anatómiailag akadályozná a járás kivitelezését, ezáltal megnehezítené a helyváltató mozgást.

A tibia esetében a femur-ral részben ellentétes eredményeket kaptam. Itt gyakoribb volt a jobbra tolódó aszimmetria, viszont az életkor előrehaladtával – a femur-hoz hasonlóan – kiegyenlítődtek a jobb és bal oldali különbségek. A femur-ral ellentétes irányú direkcionális aszimmetria megjelenésének hátterében az állhat, hogy a tibia jobbra tolódó aszimmetriája kompenzálja a femur balra tolódó aszimmetriáját. Ezen kívül számolnunk kell azzal is, hogy a járás tanulásának különböző szakaszaiban (mászás, totyogás, combcsont terhelése) jelentősen különböző mechanikai erők hatnak az alsó végtagra.

Eredményeim tehát azt mutatják, hogy a kétoldali aszimmetria eltérően nyilvánult meg a felső és az alsó végtag hosszúcsontjain. A domináns kar erő kifejtése következtében a mindennapi tevékenységek elvégzése kifejezettebb aszimmetriát eredményez a felső végtag hosszúcsontjain, mint az alsó végtagén. Ellenben a járás az evolúciós rögzítettségéből fakadóan mindkét oldali alsó végtagra egyenlő mértékű mechanikai hatást gyakorol, így az alsó végtag esetében kevésbé kifejezett az aszimmetria a posztnatális élet születéstől a serdülőkorig tartó szakaszában.

A csontok fizikai terhelésre adott válaszai mellett a gyermekvázak végtagi kétoldali aszimmetriájának bioarchaeológiai szempontú tanulmányozása lehetőséget adott arra, hogy a Bátmonostor-Pusztafalu temető leletanyagának biológiai rekonstrukciójához hozzájáruljak.

10. SUMMARY

Directional asymmetry of the long bones of the upper and lower limb reflects the adaptive response with which the bones that provide the attachment surfaces of the muscles reacts to the movements of the dominant (or preferred) limb. This adaptive response can manifest itself in the bone becoming more robust or changing its shape, size and muscle attachment sites. In the case of adult skeletons, the vast majority of studies focus on the upper limb, and thus the number of studies examining lower limb directional asymmetry is much smaller. In addition, the examination of upper and lower limb bone asymmetries together is quite rare. Regarding children's skeletons, we have even less information on the subject, especially from the period of the ontogenetic development of directional asymmetry from birth to puberty. My research was driven by the desire to contribute with national data to this rarely researched area of biological anthropology.

As a clarification, the term “nonadult” – or in the literature „subadult” – in my research means the age from around the time of birth to *Infantia I*, *Infantia II* up to the *Juvenile* category, excluding individuals with any stage of epiphyseal union. The aim of my research as a first step was to metrically compare the nonadult skeletons of the medieval anthropological material - that served as the study material - with the data of the upper extremity long bone dimensions of the nonadult skeletons accepted as standard in physical anthropology, in order to obtain information on whether the nonadult skeletons of the study material follow the standard growth - i.e. are they suitable for examining bilateral asymmetry. My other goal was to examine the appearance, frequency, direction, and magnitude of limb bone bilateral asymmetry of nonadult skeletons in the stage of ontogenetic development from birth to puberty by studying the length and diaphyseal diameter dimensions of the long bones of the lower and upper limbs, and then to compare the asymmetry pattern with metric, nonmetric and physiological data on the limb bone bilateral asymmetry of living children. Finally, my goal was to reconstruct the children's physical activities in the examined historical period based on the results of my study.

The research material for my dissertation was obtained from the remains of nonadult skeletons from the *Bátmonostor-Pusztafalu* site which has been dated to the 14-16th century AD. Based on previous anthropological studies, it proved to have a sufficient number of long bones in the limbs on both sides for an adequate sample size for the study, which is typically a strong limiting factor. The number of excavated nonadult skeletons was 1,510. According

to various sources, the historical population living here supported themselves through farming, handicrafts and industry.

To estimate age at death of the nonadult skeletons, I used tooth eruption standards. I examined metrically the long bones of the upper and lower limbs: in the case of the humerus, radius, ulna, femur, tibia and fibula, maximum length of the diaphysis was taken with a standard osteometric board, while maximum diameter of the diaphysis of the humerus, femur and tibia was measured with a sliding caliper. In order to examine whether the nonadult skeletons from the Bátmonostor-Pusztafalu cemetery can really be considered average in terms of environmental stress, I compared the dimensions of the long bones of the upper limb with Stloukal and Hanáková's standard. After that, I classified the nonadult skeletons into age groups according to the development of fine and gross motor skills and limb preference in order to study bilateral asymmetry. Based on the examination criteria, 134 pairs of humeri, 70 pairs of radii and 62 pairs of ulnae of the upper limb were suitable from the Bátmonostor-Pusztafalu site for the analysis. In the case of the maximum length of the femur diaphysis 225 pairs, in case of the maximum diameter of the femur diaphysis 224 pairs, in case of the tibia 168 pairs, while in case of the fibula 18 pairs of bones were included in the statistical analyses, which I performed in R statistical environment.

Examining the averages of the long bone measurements of the upper extremity for the age groups based on tooth eruption, the growth of the nonadult skeletons from the Bátmonostor-Pusztafalu cemetery was approximately the same as the sample chosen as a standard. The consistency of tooth eruption and long bone measurements as biological age markers indicates that environmental stress in the lives of the medieval children studied in my dissertation was probably not more significant than in the case of children of an average historical population. Based on this examination, the nonadult skeletons from the Bátmonostor-Pusztafalu cemetery proved to be suitable for the purpose of investigating limb bone bilateral asymmetry.

The results of my study regarding the examination of bilateral asymmetry show that the different long bones of the upper and lower limbs show different characteristics.

Based on the results of my research, in the case of the long bones of the upper limb, bilateral asymmetry was not present at birth. In older age groups, however, it gradually developed as a result of the mechanical effects on the bones, mediated by muscles. Regarding the frequency of asymmetry, I found that it increased with age in all bones of the upper limb, and in the case of the length of the humerus, it showed a tendency to shift to the right side. Based on the results of my studies, therefore - in contrast to the literature data on adult

skeletons - in childhood, it is the length of the humerus that primarily responds to physical loading, not the diameter of the diaphysis. The explanation for my observation may be that the growth of skeletal bones in adults ends with the closure of the epiphyseal joints, therefore the length can no longer give a significant, plastic response to mechanical effects, but the diameter of the diaphysis retains this potential. On the other hand, in childhood, bone length, due to its dynamic growth, significantly offsets the effects of the physical load on the dominant arm. This is also supported by the results of my study, according to which the asymmetry in the diameter of the humerus diaphysis decreases with age. This can be explained by the activities that physically load the two arms equally. The directional asymmetry (hand preference) values characteristic of adult populations were reached by the nonadult skeletons of the Bátmonostor-Pusztafalu medieval cemetery between the ages of 4 and 8. Based on the long bones of the upper limb, the time of appearance of directional asymmetry, the development of its direction and the change in its magnitude with age I drew conclusions about the lifestyle of the examined children and their relationship with their environment. They probably already participated in farming and handicraft work at the age of 7-8, and the physical activities performed during this had an effect on the long bones of their upper limbs through the loading of the dominant arm, which was manifested in directional asymmetry shifting to the right.

The results of the long bone examinations of the lower limb can only be interpreted in the case of the femur and tibia, since the fibula pairs were available only in a small number of cases. Regarding both the femur and the tibia, asymmetry was characteristic of the length dimension, but not of the diameter of the diaphysis, so – just as observed in the upper limb – the growing bone length adapted more to the forces acting on the bone than the diameter did. Examining the direction of asymmetry, my results show that directional asymmetry of the femur showed a shift to the right side with age, and then to the left side in older age groups; thus crossed symmetry pattern could be observed. This inverse pattern is explained by the fact that in the vast majority of humans, regardless of handedness, the preferred or dominant leg is the right leg, while the left leg has a stabilizing function while the preferred leg performs a given task. As a result, the non-dominant (non-preferred) left leg has larger anatomical dimensions, which is the most pronounced in the case of the femur among the bones of the lower limb. However, in older age groups, the distribution of right and left asymmetry was equalized between the two sides, and the magnitude of asymmetry also decreased with age. This may be due to the fact that when mature gait is achieved, the mechanical loading of both legs is equally intense, which, in addition to its intensity, also

exceeds the frequency of tasks requiring foot preference, so the asymmetries resulting from foot preference can no longer prevail. In addition, we must not forget that the human body has to maintain the evolutionary advantage of bipedal walking - excessive bilateral asymmetry would anatomically hinder its implementation thus making it difficult to move.

In the case of the tibia, I obtained partially opposite results to the femur. Shifting to the right in asymmetry was more common, but as age progressed, the differences between the right and left sides levelled off, just like in the case of the femur. The appearance of directional asymmetry in the opposite direction to the femur may be due to the fact that the right shift in the asymmetry of the tibia compensates for the left shift in the asymmetry of the femur. In addition, we must also take into account that in the different stages of learning to walk (climbing, crawling, femur loading), significantly different mechanical forces act on the lower limb.

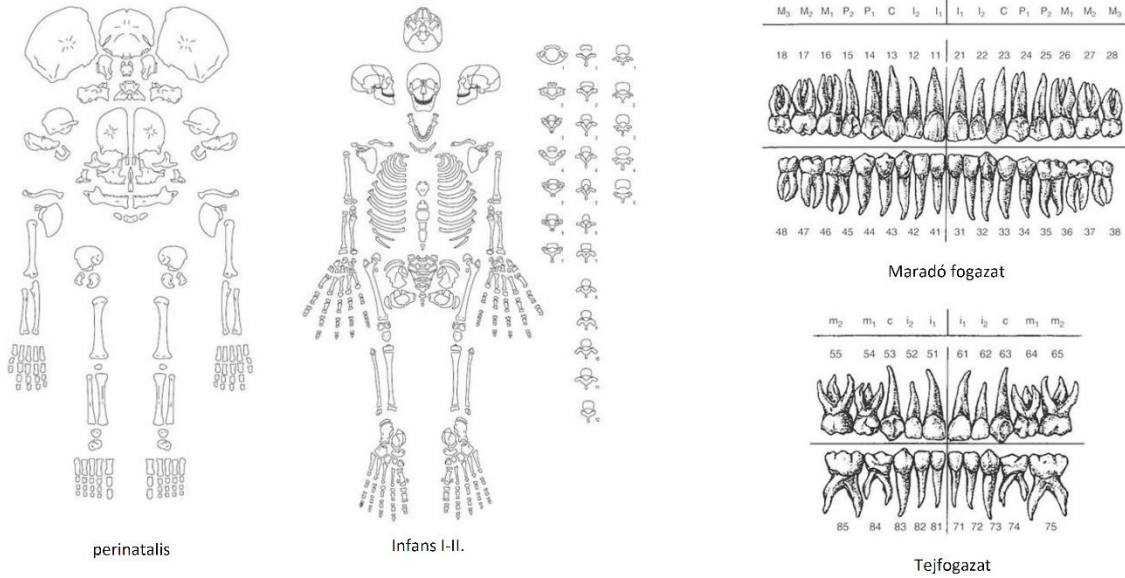
My results therefore show that bilateral asymmetry manifested differently in the long bones of the upper and lower limbs. Due to the mechanical loading of the dominant arm, performing daily activities results in a more pronounced asymmetry in the long bones of the upper limb than in the lower limb. On the other hand, as an established evolutionary feature, bipedal walking exerts an equal mechanical effect on the lower limb on both sides. Thus in the case of the lower limb, asymmetry is less pronounced in the period of postnatal life from birth to adolescence.

In addition to the responses of the bones to physical stress, the bioarchaeological study of limb bone bilateral asymmetry of nonadult skeletons gave me the opportunity to contribute to the biological reconstruction of the findings from the Bátmonostor-Pusztafalu cemetery.

11. FÜGGELÉK

F1. ábra: Antropológiai (metrikus-, non-metrikus, paleopatológiai és sztomatológiai) adatfelvételi lap elő- és hátoldala.

Lelőhely:	Becsült elhalálzási életkor – Ubelaker:
Régészeti kor:	Becsült elhalálzási életkor – Stloukál-Hanáková:
Sírszám:	
Leltári szám:	



Metrikus adatok, cranium:

	Maxilla		Mandibula	
	d	s	d	s
Hosszúság	d	s	d	s
Szélesség	d	s	d	s

Metrikus adatok, postcraniális váz:

	Clavicula		Humerus		Radius		Ulna	
	d	s	d	s	d	s	d	s
Diafízis legnagyobb hossza	d	s	d	s	d	s	d	s
Diafízis legnagyobb átmérője	-		d	s	-		-	

	Femur		Tibia		Fibula	
	d	s	d	s	d	s
Diafízis legnagyobb hossza	d	s	d	s	d	s
Diafízis legnagyobb átmérője	d	s	d	s	-	

	Os ilium		Os ischium		Os pubis	
	d	s	d	s	d	s
Hosszúság	d	s	d	s	d	s
Szélesség	d	s	d	s	-	

Megjegyzések (patológiás elváltozás, anatómiai variáció, elszíneződés, megtartási állapot, stb.):

F1. táblázat: A Bátmonostor-Pusztafalu középkori temető gyermekvázain felvett metrikus adatok.

Az oszlopok rövidítései:

d – dexter

s – sinister

lmax – a maxilla hossza

wmax – a maxilla szélessége

lmand – a mandibula hossza

wmand – a mandibula szélessége

lclav – a clavicula hossza

lil – az os ilium hossza

wil – az os ilium szélessége

lisch – az os ischium hossza

wisch – az os ischium szélessége

lpub – az os pubis hossza

humh – a humerus hossza

humd – a humerus diafizis átmérője

radh – a radius hossza

ulnh – az ulna hossza

femh – a femur hossza

femd – a femur diafizis átmérője

tibh – a tibia hossza

tibd – a tibia diafizis átmérője

fibh – a fibula hossza

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	humh d	humh s	humd d	humd s	radh d	radh s	ulnh d	ulnh s	femh d	femh s	femd d	femd s	tibh d	tibh s	tibd d	tibd s	fibh d	fibh s
216	6	92		12						112	111	12	12	92	92	11	11		
276	3	75	75	7	8					86	86		8	76	76	9	9		
653	12	98		11		76		84		118	118	11	11	94	96	11	10		
1211	6														79		9		
1678	6					60				137	136	7	7	74	73	7	7		
1692	3									87		7							
1757	12	92	92	9	9			80		114	114	10	10		96		9		
1812	3	76	76	7	7		61	70	70	90		8							
1993/a	3	76		6						89	89		9		79		7		
2012	6	81	82	8	9	64				95	95	9	10						
2281	6					70				114	113	12	11	94	94	10	10		
213	12		102		10					129		12		105		11	101		
367	12									119		11		103	103	11	11		
437	12	99		10		74	72		78	123	122	11	10	101	99	10	10	95	92
509	18	114		10			86			140	140	12	11						
517	12		102		10			86											
627	12	100	100	9	9	81	82	88	88	122	122	10		102	102	10	10		
685	18																		
1173	6		91		10	72		79		110	109	11	11	90	89	10	10		
1192	6	83	82	8	8	67					103		10		86		10		
1193	6	90	91	9	9		71												
1223	12	94	94	9	9					113	113	9	9	97	97	10	9	94	
1263	6									111	111	10							
1700	6		89		11														
1809	12	94	95	10	10	72	72	83		120		11							
1824	12		99		11					122	122	12	12	99	101	13	13		
1861	6					71				110	110	12	11	95	95	12	11		
2251	12		99		8					123		10							
124	12	94	92	10	10	75		84	84	115	115	11	11	100	98		12		94
156	12						76	85		125	125	12	11						
191	18	105	105	11	11			88	88	130	129	13	12						103
549/a	12					78		86		123	122	10	10	99		11			
1128	18									133		11							
1348/a	12	99		9															
1365	12	99	99	10	10		86												
1656	6	90		8							110		10	94		10			
1699	12	101		11		78				125		12							
2122	12									130	128	12	10	98	107	11	11		
2600	18									134		13							

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	humh d	humh s	humd	humd s	radh d	radh s	ulnh d	ulnh s	femh d	femh s	femd d	femd s	tibh d	tibh s	tibd d	tibd s	fibh d	fibh s
128	18	104	104	11	10		81			135	136	12	12	110		11			
251	24	107		11			99	89		133	134	12	11						
252	18		108		11						139		13						
339	18		109		11														
405/a	18		107		10														
407	18		108		11					138		12							111
510	18		110		11			93		136		12							
511	12		102		11	82			91	122		11		100		11			
522	30	127		12						159		13							
628	18									135	135	13	12	115	114	12	12		
640/a	18	113		10						140		11							
700	24	115		11															
847	18	103		11				87		133	134	13	12	108		11			
988	18	108		10		80		88		135		11		107		10			104
1047	18		105		10	79			88										
1100	12									127	127	12	12	108	107	11	11		
1224	18		113		10		85												
1333	24									140		13		119		13			
1554	18	108	108	12	12		80	90		142		14	14	132					
1796	18	105	105	10	11	81													
1989	24									155		12		126		11			
2615	18		109		11														
140	18		108		11	80			87	131	131	12	13	106	106	12	12		
198	30									165	164	12	13						
336	24		120		12				98										
338	24	117	118	10	10														
343	24	113		10						155	154	11	11						
491	18														110		10		
537	24	116		10															
553	30					93		99	96	159	159	12	12	123	123	12	12		
618	24									147		12							
709	24	115		10						151	151	12	12	124		11			
848	24	117		11		87				155		13							
1073	24	122	122	13	13	90		91	100	155	155	15	14	128		13			
1265	18	115	114	11	11			83	94	93									
1292	18									138	139	12	12						
1756	24	124	124	12	12	87		88	95	160	158	14	13	127	126	13	13		
1792	30	122	123	12	12			95	102	103	153	13	13	125	124	12	11		117
1822	30		128		11			94		100	159	158	13	12					
1887	24									147	148	13	14						
1924	24									152	152	14	14						
2052	30									160	160	12	13	130		13			
2333/a	24									160	160	12	13	118	118	11	11		
2636	30	126	125	11	11	99	97		108	158		14	14	132	130	12	12		

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	élektör (hónap)	lmax d	lmax s	wmax d	wmax s	lmand d	lmand s	wmand d	wmand s	ldlav d	ldlav s	lil d	lil s	wil d	wil s	lisch d	lisch s	wisch d	wisch s	lpub d	lpub s
115/a	48	29	31	39	38	61	58	29	29			66	63	60	60	44	45	27			36
133	24					52	53		29			72	71	65	65	37					33
158	36	32	33			58		30				74	66								33
187	30	31	31			59		29													
189	30						59		32	67				60		38	39	26	26		31
214	24					58		28				61		56	57	35	35	24	24		29
243	30					56	56	32			67	74	75	66	66	43	45	28			38
293	24					52	52	31	30			64		60	59	34	36	25	23		31
335	36					57		26													
590	36	27	25	40		62	63	33	30	74		69		65	40	40					
629	24					58	57	28	30	70			61	61	37	39	24	25			
659	36	27	27	38	37	61								66	41	43	31	31			36
670	48					60	59	31	30	75	74	74	75	70	70	42	42	30	29		36
702	30	30	31	37	37	54	53	29	29	58	58	69	71	63	62	39	40	25	27		37
772	24	28	29	36	36		59	29	29	73		66	63	63	38	40	27	28			33
820	36					60	60	30	29			83		71	70	43	44	30	30		
822	36																				
823	36					60				74				67	67	41	42	26			35
937	36						60	30	27	72	75										34
1055	30	26	33	33	37	58	57	28	26			69	70	63	62						
1140	30	30	30	38	35	55	55	31	31		66	66	66	60	58	35	36	23	24		30
1191	48	29	30	38	38	60	60	28	28	75		65	65			43	31	29			33
1218	30	30	30	33	34									66		38	39	27	28		31
1225	36					58		28	28	73	73	75		64		41	40	28	27		
1334	36					57	57	29	29	71	73	74	74	66	67	44	43	29	29		34
1459	24	28				55	56	27	25			68	68	58	57	39	36	26	26		30
1487	30	29	29	36	36	55	53	30	29					58	56						
1529	36					55	55	30	29		65										
1704	48																				
1762/b	36	31	32	36	35							69	69	64	65	38	40	28	29		31
1841	24	32	31	36	34	50	52		29	64	64	67		63	39	40	27	28			30
1925	48					59	57	30													
1932	48	30	29			57	58	29	28	74	72	73	70	62	61	43	44	25	25		39
1933	24						54	29	27			63	57			40		25			32
1952/a	24																				
2034	30					52	53	26						65							
2052/a	30																				
2165	30	26	26			55	55	27	29	80		85		75							34
2192	36	26	26	37	36	57	56					69	67	59	58	38	37	27	24		31
2394	30	28	27	36	37	57	56	26	26	74		70	72	62	60	40	40	27	27		32
2353	24					51	50	26	26			58	54			33		22			
2376/b	30	29																			
2468	30					56	53		30			70	72	59	55						
2493	36	26	25			55	56		29					68		41	41	30	30		
2598	36	25	26	35	36		57	29	30			72	71	66		38	39	29	28		33

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	humh d	humh s	humd d	humd s	radh d	radh s	uinh d	uinh s	femh d	femh s	femd d	femd s	tibh d	tibh s	tibd d	tibd s	fibh d	fibh s
115/a	48									122	190	190	15	15	154	155	14	15	
133	24		105	11						154	153	13	13						
158	36	130	131	12	13	94	96	105		172	172	14	14	138	136	15	14		
187	30		129	13		93													
189	30	128	128	11	11	93		102		174	174	12	13						
214	24					85	84			152	151	14	13	122	122	11	11		
243	30	131	132	13	13	97		105		173	174	14	14	135	135	13	14		
293	24	115	114	12	11	89	90	100		150	150	12	12	126	125	11	11	120	120
335	36	135	134	10	9														
590	36		133	12	12		96			171	173	14	14		127		13		
629	24						86	96		154	156	13	13	122		12			
659	36	133	133	11	12	102	101			170	171	14	15	138		12			
670	48	139	141	12	12	104				113	193	194	14	14	151	151	13	13	147
702	30	126		11				104		160	162	13	13	132	132	12	12	129	
772	24	128		10		90		98											134
820	36						97			108		171		14		149		13	
822	36		136	13						175		13							
823	36	129		11						174	174	14	14		138		13		
937	36	135		13		102		112											
1055	30	124		11		94				162	163	13	13	132	131	12	13		130
1140	30	122	123	12	11	93	92	103		164	165	15	15	136	136	13	12	132	
1191	48	141		11			107			185	187	13	13	151	150	13	13		
1218	30						93		103					126		11			
1225	36									173	174	14	14	140	140	14	14		
1334	36		136	10	98					179	180	14	14	143	144	12	12	139	
1459	24	124	125	10	10	90	90	98		160	160	12	11	125	124	10	10		
1487	30		125	11				100											
1529	36	130		13						172		14							
1704	48																		
1762/b	36		126	13						168	168	13	14	140	139	14	15		
1841	24		117	11						155	155	13	13	126	126	14	14		
1925	48	143	143	12	12									147		14			
1932	48	145	144	12	13	103	103		111	188	189	15	16	154	154	13	15		
1933	24									153		13							
1952/a	24									149		14							
2034	30									160		11	132	132	12	12			
2052/a	30									167		15							
2165	30									156	157	11	12						
2192	36	130	130	11	10	95		104		169	171	14	14	139	139	14	13		
2394	30		126	13						165	163	13	13						
2353	24					89		97						119		11			
2376/b	30		123	12															
2468	30		127	12						167	168	13	13	133	133	15	14		
2493	36	138	138	12	12					176	178	13	13	142		14			
2598	36									173	173	13	13						

F1. táblázat (folytatás)

sírfszám	elekto	(hónap)	lmax d	lmax s	wmax d	wmax s	lmand d	lmand s	wmand d	wmand s	ldav d	ldav s	lil d	lil s	wil d	wil s	lisch d	lisch s	wisch d	wisch s	lpub d	lpub s		
115/a	48	24	29	31	39	38	61	58	29	29					66	63	60	60	44	45	27	36		
133	24	24					52	53		29					72	71	65	65	37			33		
158	36	32	33				58		30						74							33		
187	30	31	31				59		29						66							31		
189	30							59		32	67				60		38	39	26	26		29		
214	24						58		28						61		56	57	35	24	24	28		
2630	18	28	28			35		52				65			73	76	71	70				34		
114	48											75			80	77	73	73	41	41	32	41		
131	48						61	63	33	35									43	34		39		
248	36						57	56	31	31														
258	48			34		37		61	31						66	67	41	42	29	29	34	34		
328	48						64	64	32	31		76			80	80	77	76	44	44	31	36		
558	48	32	30				62	63	31	30	80				84	83	74	73	45	46	31	41		
577	48	26	38				61		31	30					65	67	62	62	40		29			
623	60	33	35	40	39		59		34	32														
631	36						51	29	27	27	71													
712	84						56	55	27	27		88			70	61	61	38	37	27	32	33		
714	36										71				78	78	70	70	43			33		
803	36																							
808	24	33	34	41																				
870	60							61	34						86	78	78	46	45			34		
885	60			40			62		33										45	46	29	28		
888	60	28	37	37	37		64	63	30	30					81		77	45	45	28	31	34		
927	60						64		36						82	72								
940	48						59	58	31		74													
1091	60	31			37			63			79	81	83		75	75	47	48	33	33		38		
1184	48			37			62	62																
1213	60						62	62	29															
1394	60			37											75	71								
1400	30	25	37																45		33	35	35	
1426	60	34	36	40	41		64	64	35	36					65	41	41	29	29	34	34	33		
1523	48	31	30	35	35		59		30									49	49	35	35	37	38	
1864	60						60		30	28					85	83	76	73	45		30			
1997	48	27	26	36	38		61		28		77							48		33		41		
2015	36						57								70	71	61	60	40		24		32	
2066	48									30														
2072	48		36				59	58	30	28	72	72			75		60		55				49	
2077	48									30					76	67								
2109	72	35	33			36				29	77	74	81		72			46		33				
2113	48		27				57	55	28	29	71				77		65		42		27			
2198	48	32	34	39	41		59	58	33	34	70	72	74		74	65	40	42	28	30	34	35		
2240	48	32	38	31	31		61	61	31	31	75	73	76	63	64	42	42	30	27	37	37	38		
2321	36	27	28	32	33		57	56	28	31	79	75	77	64	64	41			28					
2331	48	25	36	37			59	57	27						75	76	66	65						
2359	48						55																	
2456	48								36						80	68	69	46	47	31	31	35	35	
2473	60	31						59	33	33								46	33					
2489	30	31	30	37	36		55	29	28	28	70	69	73	68	66			40						
2536	48	31	30	38	37		59	58	31	30	76							40						
122	48	31		38			65	63	33	34	76				69									
157	48						56	57	31	32					79	66	71	41	41				31	

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	humh d	humh s	humd d	humd s	radh d	radh s	ulnh d	ulnh s	femh d	femh s	femdh d	femdh s	tibh d	tibh s	tibhd d	tibhd s	fibh d	fibh s
115/a	48							122		190	190	15	15	154	155	14	15		
133	24		105		11					154	153	13	13	14	138	136	15	14	
158	36	130	131	12	13	94	96	105		172	172	14	14	14	138	136	15	14	
187	30		129		13		93												
189	30	128	128	11	11	93		102		174	174	12	13						
214	24					85	84			152	151	14	13	122	122	11	11		
2630	18		112		11														
114	48	143	141	13	13	110	121			194	192	14	14	162	160	14	15	160	160
131	48	154	152	12	11	109	109	118						154		16			
248	36		139		11	103		114	114	172		15	15	141		14			
258	48	148		12						187	189	14	14	154		15		154	154
328	48	144	144		11			104	120	187	189	14	14	154		15			
558	48	141	143	11	11					194		14							
577	48									183		14							
623	60	157		10		110		122		219	221	13	13	173	170	16	16		
631	36	133	132	11	11		99			187		13							
712	84		173		13														
714	36	132		11						175		13							
803	36	143	143	11	11	101		113		181		15							
808	24							150		150		12		120	119	11	12		
870	60	154		13		117													
885	60									200	202	14	14	165	163	15	15		
888	60	155		12		110	108	119		204	204	13	14	163	164	15	16		
927	60	150		13		109		206		206	206	14	15	166		15			
940	48	149	148	13	13	109	109	120	119										
1091	60									209	208	14	14	163	162	13	13		163
1184	48	141		11															
1213	60	153		12															
1394	60		148		13					194		16		161		14			
1400	30	128		10		96				170	171	13	13	136		13			
1426	60		155		14	113	113	125		206	209	17	16	165	166	16	16		
1523	48		145		11	104		113	193	194	14	14	14	154	154	15	15		
1864	60					113		204		204		15		162		15			
1997	48		142		11					188	189	15	16	154	153	15	15		
2015	36	130	132	12	11	96	96	104	164	162	14	13							
2066	48							115						148		13			
2072	48	145		11						177		15							
2077	48	140		13						211	213	15	15	168		15			
2109	72	160		13		115				188		15		153		14			
2113	48																		
2198	48		145		12	105		114	116					149	149	13	11		
2240	48		140		14			114											
2321	36	138	137	11	10	99	96	109	109	188	189	13	12	152	154	12	12		
2331	48	138	137	10	10	105				184	185	14	14						
2359	48		142		12														
2456	48		140		12			115		186	187	13	13	150	151	16	15		
2473	60									200		16							
2489	30	127	127	11	11			104	104	168	168	13	13	139	139	12	12		
2536	48	149		11						199		15		156	157	14	13		
122	48		141		13	103	103	112	185			15		150	150	15	15		
157	48	150	150	12	13	108	108	118	200	196	196	15	15	152	152	14	14	150	150

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	lmax d	lmax s	wmax d	wmax s	lmand d	lmand s	wmand d	wmand s	ldav d	ldav s	llid	llis	will d	will s	lisch d	lisch s	wisch d	wisch s	lpub d	lpub s	
115/a	48	29	31	39	38	61	58	29	29			66	63	60	60	44	45	27			36	
133	24					52	53		29							37						
158	36	32	33			58		30				72	71	65	65						33	33
187	30	31	31			59		29				74		66								
189	30					59			32	67						38	39	26	26		31	31
214	24					58		28				61		56	57	35	35	24	24		28	29
208	60	31	31	41	42	59	59	34	35	80		85		76	73	69	46	30	31	31	37	38
212	60			39	41	60	62	30	29			85		76		46	47	36	36		42	40
324	60					63	63	37	37	93		100	101	89	87	43	44	31	29	37	37	38
326	96											82						57	42			
331	60	32	34	36	36												48					
368	60	30	32	39	40	64		32				83		86		45					42	
453	60	31	30	40	38	62	62	30	31			83		85	72	47	48	29	32		42	39
512	60					67		35				83										
548	60					63	30	30		83												
668	60	30	30	39	39	62	61	33	33	76						55	56	35	35		42	
766	72					83		33		83		92				44	44				32	40
1095	48	32	31	38	38		58	30				83		83	74	46					31	37
1228	60								32			83		77	70	70					36	
1240	48					64		35	34	78		74		75	77	47	46	31	32		38	37
1258	60	32	32	36	37	63	63	32	33			83		82	79	49	50	36	37		43	42
1358	72	30	29	39	37	61	61	37	35	88		83		82	79	49	50	36	37		43	42
1507	72					64				69	71	87		79	77	47	48	35				
1578	48					60		31														
1623	60																					
1711	48											72		71								
1787	72	32		40		60	62	36	36					77		47	48	36	37		40	42
2117	60	28								82	81			48		34	85				74	
2516	60	34	33	39	39		59	34	32							33						36
2531/a	72								32			82	91	81								36
2585	60					60	62		31					81								
2629	60							33	33			78		71								
2637	72					65			31			92	92	75	76	51	49	36	33		44	41
125	48					59		30						71	72	42	43	29	29		36	35
201	60					60						80				72	47	46	32	33		37
202	36					61			31					81		72	43	29				
255	72	37		40		67	67		33			82	82	77	76	45	47	33	34			
451	72					61	63	32	31			83		69								37
620	60	32	32	42	43	61		35	34	80						86					74	
769	60	29	29	39	39	66	64	34	34	80		82	81	75		47	49	33	34		42	
844	84	29	28	40	40	65	65	30	30			87	83	85		79	51	51	36		40	39
887	60					64	64	37	35			78	79	72	71	45	46	34	33		35	35
1044	72					68			34	83		83										
1137	60	26	27	32	36							79				43	44	33	32		33	
1147	84			41		64			33					75		48	48					
1483	72		29	37	38											45	44	29	30		41	
1497	84					66	65	33	33	85		94	90	80	81	50	34				44	
1817	60					60	61	31				82		73		46	47	35	35		40	
1895	48					57	56									60					48	
2053	72	29				62	61	34	34			85		85		72	50	32			40	41
2261	60			40	40	64						80		85		73						

F1. táblázat (folytatás)

sírfszám	életkor (tónap)	lmax d	lmax s	wmax d	wmax s	lmand d	lmand s	wmand d	wmand s	ldav d	ldav s	lil d	lil s	wil d	wil s	lisch d	lisch s	wisch d	wisch s	lpub d	lpub s
115/a	48	29	31	39	38	61	58	29	29							44	45	27			36
133	24					52	53		29			66	63	60	60	37					
158	36	32	33			58		30				72	71	65	65						33
187	30	31	31			59		29				74		66							33
189	30						59		32	67				60		38	39	26	26		31
214	24					58		28				61		56	57	35	35	24	24		29
2560	72	33	34	40	39	65		33				92	92	82	82	50	50	39	39		40
160	60	32	31	40	40	64	65		35	88	88										
1638	60	33																			
2594	72	30	28			68	69	37	35												
193	84					65	65	31	32	87	90	81	82	77	77	46	47	33	35		37
333	36																				
1229	72																				
1290	84																				
1758	72	33	34	43	42	64	63	33	33	92		87	89	79	75	51	50	35	35		43
2175	60	31	31			65	62	33	34		85	91	85	78	76	51	51	36			
2460	72											81	78	68	66	45	445	32	28		37
2627	84	30	31	41			71		32	90	91	96		76		45		35			37
194	72								32					80	80	48	47	34	32		41
591	84	30						36				88		83		53		37			
855	72	33	34	39	40	64		29				81		72	46	48	30	31			40
860	84	29	31	43	44							90	90	83	81	51		33			
863	84																				
968	84	35	35	39	40							88	89	80	80	49		34			40
1025	96	40		42		67	67		34												
1160	84					69	70	33	35	82		90	90	87	86	53	54	36	37		42
1256	72	32	32	40	40	64	64	33	33					78	68	47	47	34	31		39
1277	60	32	32	40	39	63	63	36	35	80		86	86	74	75	47	47	34			38
1390	60	30	30	41	41	60	60	36	36	83		85	90	89	75	74	48	33			40
1434	84	34		43		65		36		94	96	92	92	77	78	54		37			46
1494	72	29	29		39	64		34	36	83	84	84	84	70	71	46	46	31	32		
1567	84	33	33	38	38	63	64	34	33	137		95	94	81	81	51	50	38	36		44
1600	72					67	66	36	36	88		94	92	80	80	52		39			45
1788	72	30	29	38		62	60		30			79	84	81	78	49	47	34	35		42
2018	84													96	78		52		33		
2033	84					64	65	33				90		77	75	51	53	35	34		44
2050	84	33	31		37	64	63	32	31					93	77	54	55	36	37		39
2256/b	84		23																		
2334	84									136		91		83							
2381	108											88	89	77	75		51	31	35		44
2496	72						62	30	29	92	93	90	95	79	77	55	55	38	35		45
2623	84	36	35		41	68		30	30	88		86	83	78	79	47	48	35	36		40
475	96	28							17			97	94	84	82	52		36			44
755	84									86		90									
788/a	108																				
910	72	35	34	40						85	84	90	93	80	81	51	52	36	37		44
928	96	30	31		42	71	72		35					97	86						
970	96	37		41						93		94		86	50	50	34	33			38
990	84	34				63			31	92	89	96	96	84	86	52	52	37	38		43
1232	84	31				64			36	85											
1272	84					67	65	37	37	92	93	92	91	86	87	50	50	35			44

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	humh d	humh s	humd d	humd s	radth d	radth s	ulindh d	ulindh s	femh d	femh s	femd d	femd s	tibh d	tibh s	tibd d	tibd s	fibh d	fibh s
115/a	48																		
133	24		105		11					190	190	15	15	154	155	14	15		
158	36	130	131	12	13	94	96	105		154	153	13	13	143	136	15	14		
187	30		129		13		93			172	172	14	14	138					
189	30	128	128	11	11	93		102		174	174	12	13						
214	24					85	84			152	151	14	13	122	122	11	11		
1305	96	198	195	15	15	140	137	154		273	273	17	17	209	212	20	21	207	
1347	72		165		14	125		138	136	227	231	16	18	183	184	17	18	184	
1364	96									247		18		200		20			
1724/b	108		197		15														
1751	72	163	162	13	13		121		135	228	228	17	17	184	183	17	17		
1835	84	186		15						247	244	18	18	178	179	14	16		
1953	72		162		16		117		133	233	231	15	14	178	179	14	16		
2009	84	177		13						244	243	17	18	197		19			
2137	108	189	188	14	13			155		268	268	16	17	218	220	18	18	211	210
2167/a	84	175	175	13	13	125	126	138	248	248	248	15	16	197	199	18	19	196	196
2190	108	197	193	14	15	139	141	159		269	271	18	19	216	216	18	17		
2234	96		181		11	135	134			256	256	15	16						
2311	84	177		14		129	127	143	140	242	241	17	17	192		16			
2408	72									227	228	17	17	175	174	17	16		171
2430	96		186		14			149	145		260			17	210	214	13	13	
2469	108	197	192	15	13	140	148	153		269	268	17	18	213	212	18	18		
145	84	173		12															
239	84	177	177	12	12	119	119			236	236	16	17	190	190	17	17		
497	96	181		14				165											
784	120	201		15				160											
935	108	191		16		145													
963	84		177		17														
991	108	200		15		147	158	158		271	271	18	18	223	224	20	20	193	192
1023	84	178		14		129	127	143		239	237	16	15						218
1060	120		205		16														
1115	120		204		14			161											
1329	96					135		150		260		19		209	215	18	17	204	
1472	84									238	234	17	17						
1540	120	212		14		150	146			282	284	18	17	215	214	17	17	213	215
1653	108							160	271	269	18	17	17	216	215	21	20		
1664	108	192	190	15	14	133	130	145	145	270	273	20	20	210	210	20	20		
1759	96									253	253	16	15	201	205	18	18		
1837	120									284		17							
1881	96	182		15						250	251	16	17	201		18			
1899	132									287		20		225	228	19	20		
1943	96									256	257	18	19	207	209	18	19		
1958	108		193		15	148	145	168		269	271	19	19	208	211	15	19		
1967	132									291	292	18	17	223	223	19	20		
2002	108		189		12	148	145	162	257	256	16	16							
2055	108	191	190	14	14	133	135	147	144	265	266	18	18	208	208	19	20		
2276	108									265		18							
2544	96	188		16				152		258	262	21	20	206	210	20	21		
773	108	249	242	18	17														
914	120	206	202	16	15			169	166	287	286	19	20	228	230	20	21		
980	132	214	209	15	13		159	176		302	305	20	20	238	238	21	20		

F1. táblázat (folytatás)

sírfszám	életkor (hónap)	humh d	humh s	humhd d	humhd s	radhd	radhd s	ulindh	ulindh s	femhd d	femhd s	femhd s	fibhd d	fibhd s	fibhd d	fibhd s
115/a	48							122	190	190	15	15	154	155	14	15
133	24		105	11					154	153	13	13				
158	36	130	131	12	13	94	96	105	172	172	14	14	138	136	15	14
187	30		129	13			93									
189	30	128	128	11	11	93		102	174	174	12	13				
214	24					85	84		152	151	14	13	122	122	11	11
987	96	184	180	18	14	133	130	149	263	261	17	17	207	206	18	16
1017	144		218	20												
1099	144	222	219	16	14	159			305	304	20	18				
1141	108	195	14	14		150		163	268	268	17	18	213	215	18	19
1388	120	200	199	16	15		147	165	282	282	21	21	221	221	22	22
1438	120	205	205	17		152			288	282	21	21	229	228	23	22
1501/a	132	210	208	15	15			164	290	290	21	20	235	236	20	19
1720	108	193	194	14	14	137	137	151	266	265	18	18	210	212	19	19
1733	144	227	223	16	15		168	188	302	302	20	19	243	242	21	21
1750	108	192	190	13	13	142	140	157	154	270	273	17	18	216	216	21
1811	108		189	13				158	155	273	271	17	16	218	217	17
1819	132	209		17		152		163	287	286	19	19	228	231	21	21
2043	120	207		15		146			296	299	19	20	223	228	16	18
2054	132	214	211	16	15	148		163	298	298	20	19	235	235	21	21
2073	132								302		19		233		24	
2076	144	229	228	15	13		166		176	320	321	20	20			
2202	120	202	203	13	17	144			287	289	18	20	220		20	
2248	132	224	222	17	16	165	162	177	175							
2513	120								282	279	20	18	216	215	20	21
2588	120	205		15		146		160	289	288	19	18	228	228	20	
2642	132	212	212	17	17	155	152	170	289	289	21	21	233	235	21	21
487	132		208	16					224	227	22	22				
528	108		203	15			150	163	280	280	17	18	215	212	20	20
657	120						159		285		19					
728	132								292	291	19	19	229	232	22	21
803/a	144		222	14											224	224
945	108															
946	156	227		15			166		180	328			211	210	20	21
976	132								291		21		253	260	25	27
981	108	196	197	18	19		138		150	277	19	18	217		20	
1006	168	240	237	19	18			190								
1042	108	188		15												
1050	132	210	206	16	15	161	158	181	178	292	291	20	20	243	242	22
1051/a	120	208		15				165	285	286	20	20	227	226	21	21
1077	132		212	18					302		21					
1085	120	202	198	19	19				279	280	18	18	216	219	17	18
1143	144	220	216	16	15	168	163	182	185	321	319	21	20	261	259	22
1203	144	217	216	16	16											
1355	120	201	198	12	12	146	145		161	288	288	21	18	229	230	21
1541	120	204	202	15	15	147	146								224	224
1832	120					159			298		19					
1879/b	156		229	15						326		22				
1996	144		223	17					309	309	21	21	253	253	23	21
2121	144		228	16	165											
2162	156		226	16					318	318	20	21	243	242	22	23

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	lmax d	lmax s	wmax d	wmax s	lmand d	lmand s	wmand d	wmand s	lclav d	lclav s	lil d	lil s	wil d	wil s	lisch d	lisch s	wisch d	wisch s	lpub d	lpub s	
115/a	48	29	31	39	38	61	58	29	29							44	45	27		36		
133	24					52	53	29	29			66	63	60	60	37						
158	36	32	33			58		30				72	71	65	65					33	33	
187	30	31	31			59		29				74		66								
189	30						59		32	67				60		38	39	26	26		31	
214	24					58		28				61		56	57	35	35	24	24	28	29	
2317	144	34	36						38													
2341	168			45	45		74	37	36		105	120	105	107	66	68	43	46	58	55		
2499	132											106		92	60	59	47	47	40	40	40	
2526	96																					
2572	108	35		45		72	72	35				95										
2593	132	34	33							104		108	105	96	95		61		46	50		
2607/e	144																					
207	96	32	31	41	40	66	66	33				96		86	86	57	57	40	40		43	
210	156	31	31	41	40						106	110	111	95	93	66	66	38	36	54	55	
911	144	32	34	45	47	73	74	41	41	107	104	115	114	92	100	63	64	42	42		53	
1022	144	36	36	46	45		73		37	101		112	112	95	96	63	64	41	40	53		
1089	156	34		40				44														
1500	156					71	71	38	40			109	111	94	96	63	63	44			54	
1739/b	132					76	74	36	36			103	104	87	85	61	62	40	39	50	49	
1954	132	33	33	42		73	73	36	35	103	102	112	114	90	92	64	64	43	44			
1979	132	28				72		39		97				91		63	64	47	46	50	51	
2000	144	33	33	45		76	74	36	36	107	107	103	106	92	93							
2063	108									105												
2101	132	34	33	45	45	75	73	36		101		105	108	95	94	58	56	38	36	55	53	
2472	144					71	73	39	38				114		102	67	50	50		50		
217	132	35	36	44			72		36		102	103	102	90	90	58	58	44	48	49	46	
303	144			44		74		40			100			93	60			44		46		
356	144	34	33	44				39	39													
384	144	37	35	43	39	72		35			104	110	109	95		63	63	48	47	51	52	
393	156	36																				
442	132				42																	
592	156			42				39	36													
661	180																					
828	156					76	73	38	39													
854	156	42	42	45	46	70	71	33	31	103	106	110	114	98	95							
971	144						74	36	37	94												
1080	144					72	7	38	35													
1718	144	33	31	43	43	77	75	37	37	104		107	107		100	62	61	41	41	51	51	

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	humh d	humh s	humd d	humd s	radh d	radh s	ulnh d	ulnh s	femh d	femh s	femd d	femd s	tibh d	tibh s	tibd d	tibd s	fibh d	fibh s
115/a	48								122										
133	24		105		11														
158	36	130	131	12	13	94	96	105		154	153	13	13						
187	30		129		13		93			172	172	14	14	138	136	15	14		
189	30	128	128	11	11	93		102		174	174	12	13						
214	24					85	84			152	151	14	13	122	122	11	11		
2317	144													242	243	20	20		
2341	168	237	237	18	18					327	329	22	23						
2499	132										293		21						
2526	96	186		13															
2572	108	200	200	15	15	147	144												
2593	132	210	203	14	14	153	151	168	168		300	19			241		21		
2607/e	144										288	17			261		23		
207	96	189		13		137		149		269	270	16	16	205	205	17	16		
210	156		237		14		173		189	322	323	21	22	277	276	22	20		
911	144	223		18		162		176	174	311	313	21	21	244		24			
1022	144	221		13		162		180		309	309	20	19	250	244	22	22		
1089	156		228		17			181			313	21			241		23		
1500	156	238	230	16	16	176		195		323	324	19	19	255	259	20	21		
1739/b	132	214	214	17	17		159	176	175	308	308	20	21	247	249	23	24		
1954	132	227	223	16	15		162		178	303	303	19	18	235	239	20	20		
1979	132									292	296	18	17	224	225	19	20		
2000	144	223	220	17	16			176		313	311	21	20	254	252	21	20		
2063	108	197		16															
2101	132	223	221	13	13		159	172	166	298		17							
2472	144		225		17		166		185	312	305	21	21	265		23			
217	132	215	214	14	15		157	166	172	294	292	19	18	245	244	21	21		
303	144	226		16						314		21							
356	144					161				322	321	20	21	244	239	20	21		
384	144	221	222	15	15			182	179	310	310	20	20	260	257	23	22		
393	156									317	311	20	21						
442	132													240	237	23	23		
592	156	238	234	17	18					317	318	23	23						
661	180									339	344	23	22	280		22			
828	156		235		17		174		193	328		23		262	263	25	24		
854	156	233	232	17	18		170												
971	144		221		18	164	164												
1080	144	217		16															
1718	144	229	224	16	15		161	181	177	314	315	19	19	248	250	20	21		

F1. táblázat (folytatás)

sírszám	életkor (hónap)	humh d	humh s	humd d	humd s	radh d	radh s	ulnh d	ulnh s	femh d	femh s	femd d	femd s	tibh d	tibh s	tibd d	tibd s	fibh d	fibh s
115/a	48							122		190	190	15	15	154	155	14	15		
133	24		105		11					154	153	13	13						
158	36	130	131	12	13	94	96	105		172	172	14	14	138	136	15	14		
187	30		129		13		93												
189	30	128	128	11	11	93		102		174	174	12	13						
214	24					85	84			152	151	14	13	122	122	11	11		
2317	144													242	243	20	20		
2341	168	237	237	18	18				327	329	329	22	23						
2499	132									293	293	21							
2526	96	186		13															
2572	108	200	200	15	15	147	144												
2593	132	210	203	14	14	153	151	168	168	300				241		21			
1723	180	248		17	193	193				349	346	22	21	286	288	25	25	276	
1805	168	238	236	18	18	173	169	192	189	342	343	21	21						
1830	132	212	214	15	15	162	162	176	178	289	290	19	19	233	237	20	21		
1842	144	221		18	18	163		182		317		21							
1882	180		242		18			203		344	344	22	22		293		23	280	
2039	132									297		23							
2096	120	206		15				157	288	288	288	20	20	222	223	22	22		
2209	156	232		17															
2220	156	223		17						318	321	21	22	262	268	22	23		
2322	144	227		18		161													
2490	84									245		17		197	194	19	19	191	
174/a	156									325	328	21	22						
484	180	245		19		174	178	194	192	356	355	23	24						
557	168					169				328	328	22	22	265	269	22	22		
655	156	225	225	18	18			190		310	310	22	22	255	252	24	25		
790	168	240	235	18	17	175	173	194	193	340	341	23	23	289	296	23	24	258	
932	180		250	17	17	185		199	198	354	354	21	23	274	270	25	26	289	
1082	168	237	232	17	15				190	333	329	20	19	274	270	25	26		
1083	180									360	359	29	26	305	303	27	26		
1086	180	250	246	20	19	182	175			338	339	23	22						
1406	144	217	218	16	16		163	180	180	312	310	25	25	252	246	23	22		
1512	108									270		18							
1666	180		244		17		177	195	344	344	344	21	21	267	264	23	23		
1721	156	237	234	18	17	167		185	180	320	319	22	21	262	262	25	24	255	
2042	180										359		23		271		23		
2335/a	168									330	330	20	20						