

# Preliminarne antropološke analize specifičnih patoloških promjena na ljudskoj kralježnici

---

Schuster, Snježana

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Dental Medicine and Health Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:243:186792>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Dental Medicine and Health Osijek  
Repository](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO**

**OSIJEK**

**Diplomski sveučilišni studij Fizioterapija**

**Snježana Schuster**

**PRELIMINARNE ANTROPOLOŠKE  
ANALIZE SPECIFIČNIH PATOLOŠKIH  
PROMJENA NA LJUDSKOJ  
KRALJEŽNICI**

**Diplomski rad**

**Orahovica, 2022.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO**

**OSIJEK**

**Diplomski sveučilišni studij Fizioterapija**

**Snježana Schuster**

**PRELIMINARNE ANTROPOLOŠKE  
ANALIZE SPECIFIČNIH PATOLOŠKIH  
PROMJENA NA LJUDSKOJ  
KRALJEŽNICI**

**Diplomski rad**

**Orahovica, 2022.**



Rad je ostvaren na Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku na Fakultetu za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek.

Mentor rada: doc. dr. sc. Saša Missoni

Rad ima 64 lista, 12 tablica, 16 slika.

**Znanstveno područje:** Biomedicina i zdravstvo

**Znanstveno polje:** Kliničke medicinske znanosti

**Znanstvena grana:** Javno zdravstvo i zdravstvena zaštita

## ZAHVALA

Srdačno zahvaljujem svom mentoru doc. dr. sc. Saši Missoniju na suradnji tijekom pisanja ovog diplomskog rada.

Veliko hvala kolegi dr. sc. Mariu Novaku s Instituta za antropologiju u Zagrebu na neizmjerne dugogodišnjoj podršci.

Posebnu zahvalu upućujem Prirodoslovnom muzeju u Budimpešti i kolegama koji su mi dali priliku i povjerenje u istraživanju Vác kolekcije ljudskih, prirodno mumificiranih skeleta, a prije svega: dr. Ildikó Pap, dr. Ildikó Szikossy, Sándor Evinger, PhD kand. i Szvák Enikő, PhD kand.

Neizmjerne sam zahvalna svojim najdražim prijateljima i kolegama uz koje su studentski dani bili nešto posebno i nezaboravno – posebno na poticaju i prijateljskoj podršci doc. dr. sc. Ivi Šklempa Kokić.

Veliko hvala od srca mojoj obitelji koja je uvijek uz mene.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	10
1.1. Antropološke analize .....	10
1.2. Specifične patološke promjene .....	3
1.3. Funkcionalna anatomija .....	4
1.4. Kinematika kralježnice .....	7
2. HIPOTEZE .....	10
3. CILJEVI .....	11
4. MATERIJALI I METODE .....	12
4.1. Ustroj studije .....	12
4.2. Materijal istraživanja .....	12
4.3. Metode .....	13
4.4. Statističke metode .....	14
5. REZULTATI .....	15
5.1. Pojavnost Schmorlovih defekata na kralješcima skeleta, pozicija i tip .....	16
5.2. Razlike u pojavnosti Schmorlovih defekata s obzirom na spol i dob skeleta .....	20
5.3. Razlike u pojavnosti tipova Schmorlovih defekata s obzirom na spol i dob skeleta .....	21
6. RASPRAVA .....	29
7. ZAKLJUČCI .....	36
8. SAŽETAK .....	38
9. SUMMARY .....	39
10. LITERATURA .....	40
11. ŽIVOTOPIS .....	51
12. PRILOZI .....	53

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1.</b> Kralješci s obzirom na segment kralježnice i interpretativnost.....	15
<b>Tablica 2.</b> Spolna i dobna obilježja kralježaka.....	15
<b>Tablica 3.</b> Zastupljenost Schmorlovih defekata na kralješcima .....	16
<b>Tablica 4.</b> Zastupljenost tipova Schmorlovih defekata na kralješcima .....	16
<b>Tablica 5.</b> Tipovi Schmorlovih defekata po plohama kralježaka i pozicijama na plohama....	17
<b>Tablica 6.</b> Tipovi Schmorlovih defekata po kralješcima.....	18
<b>Tablica 7.</b> Schmorlovi defekti prema spolu kralježaka .....	20
<b>Tablica 8.</b> Schmorlovi defekti prema dobnoj skupini kralješka .....	20
<b>Tablica 9.</b> Zastupljenost tipova Schmorlovih defekata po spolu.....	21
<b>Tablica 10.</b> Spolne razlike u postojanju najčešćih tipova Schmorlovih defekata (A, B i D) ..	21
<b>Tablica 11.</b> Spolne razlike u postojanju najčešćih tipova Schmorlovih defekata (A, B i D) ..	25
<b>Tablica 12.</b> Dobne razlike u postojanju najčešćih tipova Schmorlovih defekata (A, B i D) .	26



## POPIS SLIKA

<b>Slika 1.</b> Prikaz Schmorlovog defekta.....	4
<b>Slika 2.</b> Ukupan broj pojedinih tipova Schmorlovih defekata ovisno o segmentu kralježnice. .....	19
<b>Slika 3.</b> Ukupan broj Schmorlovih defekata ovisno o segmentu kralježnice. ....	19
<b>Slika 4.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka muških skeleta na superiornim plohama kralježaka.....	22
<b>Slika 5.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka muških skeleta na inferiornim plohama kralježaka.....	22
<b>Slika 6.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka ženskih skeleta na superiornim plohama kralježaka.....	22
<b>Slika 7.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka ženskih skeleta na inferiornim plohama kralježaka.....	22
<b>Slika 8.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka dječjih skeleta na superiornim plohama kralježaka.....	23
<b>Slika 9.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka dječjih skeleta na inferiornim plohama kralježaka.....	23
<b>Slika 10.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka mlađe odrasle dobne skupine na superiornim plohama kralježaka. ....	23
<b>Slika 11.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka mlađe odrasle dobne skupine na inferiornim plohama kralježaka.....	23
<b>Slika 12.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka srednje odrasle dobne skupine na superiornim plohama kralježaka. ....	24
<b>Slika 13.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka srednje odrasle dobne skupine na inferiornim plohama kralježaka.....	24
<b>Slika 14.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka starije odrasle dobne skupine na superiornim plohama kralježaka. ....	24

<b>Slika 15.</b> Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka starije odrasle dobne skupine na inferiornim ploham kralježaka.....	24
<b>Slika 16.</b> Učestalost Schmorlovih defekata u uzorcima pojedinih populacija.....	31

## 1. UVOD

Antropologija je znanost o proučavanju čovjeka i dijeli se na pet glavnih grana: biološku, arheološku, kulturnu/sociokulturnu (npr. biomedicina), lingvističku i primijenjenu antropologiju (1).

Medicinska je antropologija proučavanje bolesti i zdravlja te metoda liječenja u kontekstu kulturnog okruženja. Medicinska se antropologija bavi odnosom između zdravlja i pojedinca, konceptom bolesti, iskustvima o bolesti, načinom na koji se zbog promjene zdravlja pojedinaca utječe na socio-ekonomske i gospodarske promjene (1). Geopolitički događaji također utječu na kretanja određenih populacija kroz različita vremenska razdoblja koja se odražavaju i na zdravlje čovjeka.

Razumijevanje složenih sustava koji oblikuju zdravstvene ishode u različitim vremenskim razdobljima omogućava analize globalne zdravstvene politike i konceptualnu poveznicu s onim analizama koje utječu na unaprjeđenje zdravlja čovjeka (2).

### 1.1. Antropološke analize

Antropološke analize koje se danas provode i čiji se rezultati primjenjuju u različitim područjima znanosti, poput biomedicine i zdravstva, izravni su instrumenti kojima se dobiva uvid u tijek zdravstvenih promjena na tijelu čovjeka i adaptaciju tih promjena u svakodnevnim aktivnostima i životu čovjeka.

Značaj tih antropoloških analiza i prethodnih istraživanja pokazuje povezanost sa životom individua nekih zajednica u prijašnjim vremenskim razdobljima i usko su povezani s povijesnim izvorima, arheološkim nalazištima i u cijelosti s kulturnom baštinom.

Počeci antropoloških, odnosno bioarheoloških istraživanja od sredine 18. stoljeća pa do danas pokazali su različitost u prihvaćanju potrebe i značaja takvih analiza. Jedno od prvih istraživanja objavio je Jean Joseph Sue (1710. – 1792.), profesor anatomije u Louvreu koji je iznio rezultate detaljnih mjerenja četiriju tijela, kao i maksimalne duljine dugih kostiju četrnaest osoba (3). Tijekom 19. i 20. stoljeća podaci analize pojedinih kostura ili prepoznatih patoloških stanja dodavali su se arheološkim publikacijama.

Osteološki ostaci često su bili zanemarivani od strane istraživača, posebno onih s arheoloških nalazišta, i takav se materijal nedovoljno koristio za upotpunjenje sagledavanja života u tadašnjim zajednicama.

Promjene u antropološkim analizama koje su započele u 19. stoljeću proizašle su iz temeljnih anatomsko-osteoloških istraživanja i išle su uglavnom u dva smjera. Prvo je bilo prepoznavanje promjena na ljudskim kostima nastalih djelovanjem bolesti poput tuberkuloze, Lepre (Hansenova bolest) ili sifilisa. Dobiveni su korisni podaci o starosti određenih bolesti te načinima i smjeru njihova širenja. Nadalje, značajna je bila forenzično-antropološka analiza u kojoj su značajne rezultate pokazali Amerikanci.

Daljnje su se promjene očitovale polovicom 20. stoljeća gdje se postupnim prijelazom dolazi do analiza i proučavanja populacija, a ne pojedinca.

U interpretaciji svakodnevnog života i utjecaja na zdravlje čovjeka prošlih populacija, nekoliko je važnih čimbenika utjecalo na razvoj i opće prihvaćanje pouzdanih i standardnih metoda za određivanje spola (4 - 10) i doživljene životne dobi (11 – 17) na koštanoj građi.

Temelj svih vrsta populacijskih analiza upravo je točno određivanje spola i doživljene starosti. Potom, povećala se dostupnost zbirki koštane građe koje su značajne za antropološke analize ljudskih osteoloških ostataka. Razvoj multivarijantnih statističkih metoda i njihovu primjenu u bioarheološkim analizama (18 - 23) olakšala je veća dostupnost sofisticiranih računala koja su uz pomoć statističkih programa omogućavala jednostavniju uporabu tih analiza (24).

Značajan je pomak bio i u deskriptivnom opisu jedne osobe kroz antropološku analizu, njezine identifikacije, bolesti od koje je bolovala ili traume na cijelu populaciju koja je postala osnovnim predmetom proučavanja. Po prvi su puta ljudski osteološki ostaci promatrani u arheološkom i okolišnom kontekstu u kojem su i pronađeni.

Proučavanje različitih parametara populacijske biologije, demografske strukture i dinamike te različitih oblika kulturno uvjetovanog ponašanja utjecali su da se procjenjuju hipoteze utemeljene na arheološkim analizama, uspoređujući ih s rezultatima osteoloških analiza, ali i postavljanju hipoteze samostalnom analizom osteološkog materijala koji se poslije mogao testirati usporedbom s arheološkim, povijesnim ili ekonomskim podacima. Sve takve interdisciplinarne i multidisciplinarne studije koje su koristile takve podatke primjenjivale su se i u biomedicini i zdravstvu.

Suvremena antropološka istraživanja uključuju analize ljudskog osteološkog materijala na osnovu čega se procjenjuju primjerice spol, dob, patološke promjene i oboljenja kao i traume te aktivnosti svakodnevnog života i fizičkog rada individua čiji su osteološki ostaci bili dostupni za analizu.

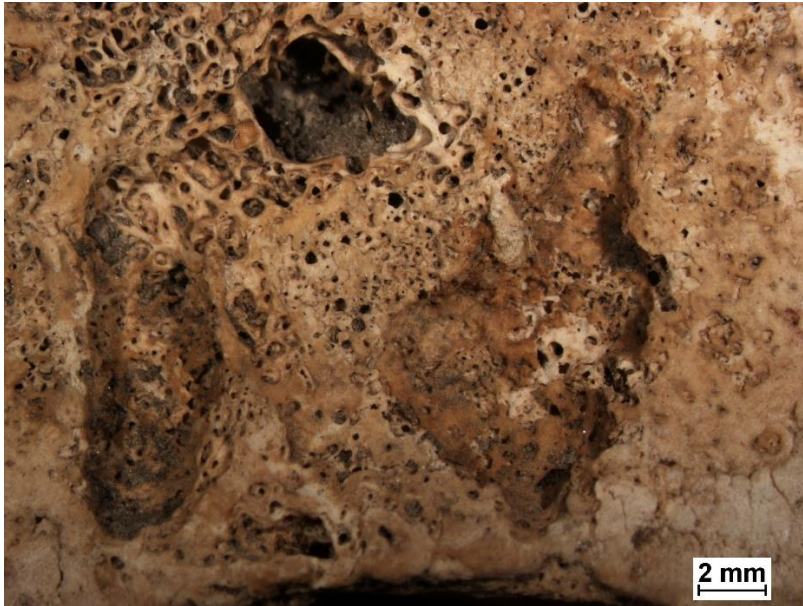
Trajne razlike između muškaraca i žena vidljive su u zdjeličnom obruču, stoga su se brojna istraživanja upravo usredotočila na taj anatomske dio kostura. Točnost analiza za različite populacije je od 94 % do 97 % kad su se koristile varijable izmjerene na zdjeličnoj kosti (25 - 26). Kod nedostatka kosti zdjeličnog obruča koriste se diskriminantno funkcijske jednadžbe izračunate za bedrenu kost (27 - 28), goljeničnu kost (29) te petnu i gležanjnsku kost (30). Formule izračunate za jednu populaciju ne mogu se primijeniti na drugu (18). Drugi najprecizniji element za određivanje spola je lubanja. Točnost određivanja spola između ostalog, mjeri se i u postocima, ovisno o tome koji su dijelovi kostura na raspolaganju i radi li se o odrasloj osobi ili djetetu.

Antropološke analize skeleta iz ranijih vremena, pokušavaju identificirati i rasvijetliti neke od čimbenika značajne za razumijevanje ljudske populacije, odnosno zdravlja čovjeka kao i opstanka živih bića u kontekstu razvoja ekološkog sustava te materijalnog, kulturnog i tehnološkog nasljeđa integriranog u socijalnu okolinu. Naši su preci živjeli u prosjeku 35 godina kraće od nas, s najvećom smrtnošću između 30. i 39. godine, a postotak populacije koji je umirao prije navršene 15. godine bio je skoro 30 %. Prosjek za današnje populacije je između 70 i 80 godina, dok je prosječni životni vijek naših predaka iznosio oko 40 godina (24). Prosječna očekivana životna dobi u EU je 83,2 godine za žene i 77, 5 godina za muškarce (31). Godine 2020. očekivani životni vijek pri rođenju u EU iznosio je 80,4 godine. Zapravo, očekivani životni vijek žena bio je duži od očekivanog životnog vijeka muškaraca (31).

## 1.2. Specifične patološke promjene

Nastanak složenih promjena na ljudskom skeletu kralježnice uključuje pojavu udubljenja koji klinički nastaju probijanjem dijelova intervertebralnih diskova, odnosno sastavnice *nucleus pulposus* u trupove susjednih kralješaka. Nastala udubljenja prvi je opisao 1927. njemački patolog Christian Georg Schmorl (1861. – 1932.) po kojem su i dobile naziv (32 - 34). Etiologija nastanka takvih specifičnih promjena ljudske kralježnice na plohama trupova kralješaka odnosno Schmorlovih defekta je nepoznata iako se u istraživanjima pokazuju različite mogućnosti njihova nastanka (35 - 36).

Schmorlovi defekti ( Slika 1.) prisutni su i na plohama trupova kralješaka individua današnjeg vremena, a bilježe se na radiološkim nalazima poput CT i MRA (35, 37). Njihova prevalencija varira ovisno o dobi, spolu, zahvaćenim regijama i drugim povezanim nalazima diska ili kralješka (38 - 39).



Slika 1. Prikaz kralješka sa Schmorlovim defektom (iz osobne arhive Schuster S.)

U znanosti, analize ovih promjena na trupovima kralješaka predstavljaju istraživački izazov u razmatranju fenomena nastanka bolnih leđa (33). Usporedba učestalosti Schmorlovihi defekata u različitim populacijama može dati uvid u kvalitetu života i količinu fizičkog rada (35) potrebnog da bi zajednica preživjela (40). Podaci u suvremenoj populaciji govore da je učestalost pojave Schmorlovihi defekata 5 %-70 % (41), uz veću prisutnost kod muškaraca. Lokalizacija Schmorlovihi defekata u do sada objavljenim znanstvenim radovima najčešća je u području torakalne i lumbalne kralježnice (38), dok se najčešća pojava bolnih leđa prikazuje u području lumbalne kralježnice (38, 42).

### 1.3. Funkcionalna anatomija

Specifične patološke promjene u suvremenoj analizi kralježnice uključuju funkcijsku anatomiju kao temelj svih analiza patoloških promjena na kralježnici. Takve se analize danas koriste za

uspoređivanje biomehaničkih zakonitosti i kinetičkih odnosa kojima se prate evolucijske promjene i prilagodbe tijela okolini u svakodnevnim aktivnostima. Posturalne reakcije tijela odražavaju se kroz anatomiju sustava za kretanje u kojem je glavna osovina pokreta kralježnica. Kralježnica se čovjeka (*columna vertebralis*) opisuje kao koštana struktura ljudskog tijela duga približno 72 - 75 cm kod muškaraca i 60 - 65 cm kod žena. Funkcija kralježnice je pokretanje tijela (motilitet), stabilnost i omogućavanje pokreta glave, vrata i trupa uz održavanje ravnoteže i uspravnog stava, odnosno posture. Ona je uporište mnogim mišićima ramenog i zdjeličnog obruča važnima za pokretanja gornjih i donjih ekstremiteta. Sastavljena je od velikog broja kralježaka, zglobova i međukralješćanih (*intervertebralnih*) diskova koji imaju važnu ulogu u primanju, ublažavanju i raspoređivanju tlačnih i vlačnih opterećenja (sila) uzrokovanih stalnom kinetikom tijela (43).

Segmentalno kralježnica se dijeli na pet skupina: sedam vratnih (cervikalni), dvanaest prsnih (torakalni), pet slabinskih (lumbalni), pet križnih (sakralni) i četiri ili pet trtičnih (*coccygealni*) kralježaka (44). U analizama je potrebno razmotriti cervikalne, torakalne i lumbalne kralješke koji su slobodni, dok su sakralni i kokcigealni srasli.

Patološke promjene koje se najčešće analiziraju u antropološkim istraživanjima nalaze se na kralješćima, odnosno njihovim dijelovima: tijelu, luku i nastavcima (dva para zglobnih nastavaka, dva poprečna i jedan trnasti nastavak). Tijelo kralješka (*corpus vertebrae*) nosi tjelesnu težinu koja se mijenja i veća je prema donjem dijelu kralježnice. Granične površine (*facies intervertebrales*) nalaze se na gornjoj i donjoj strani tijela kralješka, blago su putem intervertebralnih diskova sa susjednim kralješćima izdubljene i spojene. Gornja i donja intervertebralna površina okružene su epifiznim prstenom (*epiphysis anularis*). Na objema je stranama kralješćanog tijela luk (*arcus vertebrae*), a straga se nalazi pločica (*lamina arcusvertebrae*) koja zatvara kralješćani otvor (44). Završetak luka strši natrag i naziva se trnastim nastavkom (*procesus spinosus*). Bočno se nalazi *procesus transversus*, a na kralješku su i po dva zglobna nastavka, donji i gornji. Oni nose zglobne površine za zglobove sa susjednim kralješćima (44).

U antropološkim analizama ljudske kralježnice uočava se i kralješćani otvor (*foramen vertebrale*) koji je građen tako da je omeđen sprijeda tijelom i straga pločicom luka kralješka, a svi kralješćani otvori u nizu oblikuju kralješćanu cijev (*canalis vertebralis*) u kojoj se nalazi kralješnična moždina (*medulla spinalis*) (44).

Na samom tijelu kralješka na kojem se mogu formirati patološke promjene, a koje oblikuje spužvasto (spongiozno) koštano tkivo koje na površini prelazi u zbijeno (kompaktno) koštano tkivo. Potrebno je razlikovati dva dijela na intervertebralnim površinama: rubni i središnji. Rubni dio površine sastavljen je od kompaktnog koštanog tkiva u koje se vežu vezivni snopovi intervertebralnih diskova. Središnji dio površine oblikuje spužvasto koštano tkivo, pokriven je tankim slojem hrskavice i udubljen (43).

Spongiozno koštano tkivo u tijelu kralješka tvori sklopive prijenosnice (trabekula). Glavno opterećenje kralježnice prenose okomiti i kosi lučni sklopovi trabekula, a kosi se lučni sklopovi opiru torziji tijela i lukova kralješka. Otpor tlačnim i vlačnim opterećenjima daje vodoravni sklop trabekula na trnaste i poprečne nastavke kralješka (43).

Tijela kralješka spojena su hrskavicom (*synchondroses columnae vertebralis*), dok su lukovi i zglobni trnasti i poprečni nastavci povezani vezivom (*syndesmoses columnae vertebralis*).

Spojevi među kralješčanim tijelima koji omogućavaju srastanje tijela kralješka (*symphysis intervertebralis*) su intervertebralni diskovi i prednja i stražnja uzdužna (longitudinalna) sveza (43).

Razlogom značajnih promjena u funkciji kralježnice, koja je pod utjecajem učestalih obrazaca pokreta koji čine uobičajenu kinetiku kralježnice pojedinca, su intervertebralni diskovi. Oni se definiraju kao bikonveksne vezivnohrskavične okruglaste ploče koje ispunjavaju intervertebralne prostore između tijela susjednih kralješaka. Gornja i donja strana diska malo su ispupčene i priliježu uz intervertebralne površine kralježaka s kojima su srasle, a vanjski rubovi koluta izgledaju kao bijeli pojas među kralješcima. Specifično je da su intervertebralni diskovi najtanji u cervikalnom dijelu kralježnice. Srednja je debljina intervertebralnog diska oko 5 mm, a ukupna visina svih diskova čini zajedno petinu do četvrtinu cjelokupne visine kralježnice (43). U lumbalnom i cervikalnom dijelu kralježnice, zbog lordoza, intervertebralni diskovi deblji su u prednjem dijelu. Intervertebralni disk oblikuje rubni fibrozni prsten (anulus fibrosus) i mekanu jezgru koja se nalazi u srednjem dijelu (*nucleus pulposus*) (44).

Kralježnica je dizajnirana da izdrži sile pritiska oko 3433 Newtona (45). Mogući pokreti na kralježnici uključuju fleksiju, ekstenziju, bočnu fleksiju i rotaciju. Kombinacija fleksije, bočne fleksije i hiperekstenzije rezultira cirkumdukcijom. Kretanje nije ravnomjerno u cijeloj kralježnici: većina fleksije događa se u cervikalnom i lumbalnom dijelu, ali vrlo ograničeno u torakalnom dijelu.



#### 1.4. Kinematika kralježnice

Kinematika kralježnice odnosi se na šest stupnjeva slobode između susjednih kralješaka (tri translacije: medijalno-lateralna, superiorno-caudalna i anteriorno-posteriorna; tri rotacije: fleksija-ekstenzija, rotacija i lateralna devijacija) (46).

Kod podizanja tereta teškog 50 kg pritisak doseže vrijednost od 700 kg (47). Kod podizanja tereta opterećenje se povećava na rubovima diskova ukoliko je trup, odnosno kralježnica horizontalno u odnosu na podlogu dok se kod vertikalnog položaja kralježnice smanjuje opterećenje i ravnomjeran je pritisak sila na diskove kralježnice, čime se smanjuje rizik od ruptura.

Kod podizanja tereta, fleksijski položaj leđa uzrokuje veliki pritisak na prednjem dijelu diska, a s obzirom da želatinozna tvar ima tendenciju da se pomiče više u stranu gdje je prisutan manji pritisak između diskova, može se pojaviti opasnost od izlivanja tekućine prema kralježničnoj moždini (48).

Degenerativna bolest diska se usko povezuje sa starenjem pri čemu diskovi polagano gube svoju fleksibilnost i elastičnost, postaju tanji, gube vodu i tako postaju slabi i lomljivi. Kod ovog stanja bilo kakvo malo podizanje tereta može uzrokovati velike bolove u leđima ili u najgorem slučaju može doći do pritiska na leđnoj moždini ili nekog živca prilikom izlaska želatinozne jezgre diska (48).

Osim položaja leđa, na lumbalni dio kralježnice utječe i udaljenost tereta od tijela prilikom podizanja istog. Sile pritiska se povećavaju kako udaljujemo teret od tijela i kako se povećava težina tereta (49).

U svakodnevnim aktivnostima u kojima se takvi pokreti učestalo koriste dolazi do poteškoća s bolovima u leđima čime se smanjuje pokretljivost, a time i sposobnost obavljanja rada u pojedinim zanimanjima. U različitim populacijama praćenje specifičnih patoloških promjena na kralježnici pokazuje njihove navike, svakodnevne poslove i utjecaj istih na kinetiku tijela (48).

U fokusu zapažanja u aktivnostima svakodnevnog života analiziraju se utjecaji sedentarnog načina života u odnosu na fizički aktivan. Takve spoznaje omogućuju interpretaciju svakodnevnog života suvremenog čovjeka u odnosu na populacije iz prošlosti, a time i otvaraju mogućnost prevencije istih u području brige za zdravlje čovjeka. Istraživanja koja su provedena u Njemačkoj još prije pedesetak godina pokazuju ozljede diskova kralježnice koje su dovele do

50 % prijevremenog odlaska u mirovinu te do 20 % izostanaka s posla (48). Ozljede koje nastaju zbog prenaprezanja kod podizanja tereta javljaju se najviše u donjem dijelu leđa i u većini slučajeva bol se ne javlja iznenada, već se ona razvija pomalo neko vrijeme sve dok se osoba potpuno onesposobi za normalan rad (48).

Suvremene znanstvene spoznaje o razvoju i distribuciji specifičnih i degenerativnih promjena na osteološkim ostacima ljudske kralježnice, praćenih kroz različita vremenska razdoblja, usmjerene su na rezultate antropoloških analiza sustava za kretanje sagledanog s aspekta patoloških promjena funkcionalno-anatomske, odnosno biomehaničke odnosa (50). Takve promjene u različitim populacijama daju uvid u način i kvalitetu života, svjedoče i dokazuju o utjecajima svakodnevnih aktivnosti individua i otvaraju pitanja o stvarnim uzrocima njezinih nastajanja (24, 51 – 55). Značajnije istraživanje objavili su McFadden i Taylor (56) o lezijama dijelova lumbalne kralježnice. Analize mnogobrojnih istraživanja uključivale su i različita degenerativna stanja te patološke procese (57) kao što su infekcije, neoplazme i traume (52, 56 - 62). Šlaus i suradnici iz Hrvatske objavili su značajna istraživanja o načinu života individua, posebice njegovih patoloških promjena s kojima se dovodi u vezu i učestalost Schmorlovih defekata u analizi kralješaka iz kasnosrednjovjekovnih te posebice starohrvatskih uzoraka u odnosu na kasnoantičke uzorke (40, 63). Ipak, još uvijek je nedovoljan broj istraživanja koja bi analizirala rezultate primjeraka radioloških, ali i histoloških nalaza zbog etioloških aspekata njihova nastanka. U do sada objavljenim radovima i literaturi, različiti su stavovi istraživača koji se odnose na demografske karakteristike ove promjene na trupu ljudskih kralješaka, ujedno i razumijevanja etiologije Schmorlovih defekata.

U istraživanjima se posebno izdvaja problematika korelacija odnosa Schmorlovih defekata i pojave bolnih leđa (53, 61, 64). Analize su pokazale moguću povezanost s tjelesnom aktivnošću odnosno neaktivnošću za koju se pretpostavlja da je rezultat današnjeg sjedilačkog načina života. Dar i suradnici (41) objavljuju značajno istraživanje o učestalosti pojave Schmorlovog defekta kod suvremene populacije koja je prisutna na jednom kralješku u najmanje 50 % ispitanika (n = 240) i ne povezuje se s radnom aktivnošću i načinom života već genetskim nasljeđem. Razlikovanje izgleda i položaja takvih promjena na trupu kralješka pokazuje značaj potrebe za tipologijom Schmorlovih defekata. Dar i suradnici (54) dovode u vezu proces ranog razvoja kralješka intrauterino, gdje *nucleus pulposus* pritišće najslabiji dio završne plohe kralješka, dodatno stvarajući pritisak na njega i disk duž same kralježnice, za vrijeme pokreta, posebice torzije.

Specifične patološke promjene na trupovima kralješaka prijašnjih populacija (arheoloških), jedine su kao takve dostupne za relevantne analize jer se današnje populacije mogu istražiti samo na način obdukcije ili putem radioloških dijagnostičkih metoda (Rtg, CT, MRA, itd.). Takva su antropološka istraživanja dio biomedicinskih, stoga se uz pomoć njih analizira način života, bolesti, nasljeđe, kao i utjecaj na današnje populacije. Internacionalno poznata kolekcija ljudskih skeletnih ostataka koja se koristi u navedene istraživačke svrhe pronađena je 1994. godine u kripti Dominikanske crkve u Vác-u u Mađarskoj (65). Dosadašnja su istraživanja pokazala da se u kripti nalaze ostaci 265 ljudskih skeleta u stanju prirodne mumifikacije, a dobro dokumentirani podaci u većini sadrže informacije o individuama koje su bile pokopane u kripti, vremenski zatvorenoj cjelini, što je rijetkost na arheološkim nalazištima (66). Upravo zbog toga je zbirka mumija i ostataka mumija s kraja 17. do početka 19. stoljeća iz kripte Dominikanske crkve u Vác-u izuzetno rijetka i vrijedna za daljnje antropološke analize, koje se odnose na ovo istraživanje i analizu utjecaja na nastanak patoloških promjena Schmorlovih defekata. Antropološke analize uključuju utjecaje tih patoloških promjena na njihov nastanak i u odnosu na moguća tjelesna opterećenja, utjecaj fizičkog rada, mogućih trauma (67) i utjecaj na mišićno- koštani sustav prema spolu i dobi kroz različita vremenska razdoblja.

**2. HIPOTEZE**

1. Kralješci muškog spola imat će veću zastupljenost Schmorlovih defekata od kralježaka ženskog spola i dječjih kralježaka.
2. Kralješci skeleta u dobnoj skupini srednje odrasle dobi (40 - 59 godina) imat će veću zastupljenost Schmorlovih defekata.
3. Kralješci muškog spola imat će veću zastupljenost Schmorlovih defekata tipa A, tipa B te tipa D od kralježaka ženskog spola i dječjih kralježaka.
4. Kralješci u dobnoj skupini srednje odrasle dobi, imat će veću zastupljenost Schmorlovih defekata tipa A, tipa B te tipa D od dječje, mlađe i starije dobne skupine.

### 3. CILJEVI

Cilj ovog istraživanja je provesti antropološke analize specifičnih patoloških promjena na uzorcima ljudske kralježnice, poput Schmorlovih defekata i interpretirati utjecaj aktivnosti svakodnevnog života na njihov nastanak i na zdravlje ljudske kralježnice novog vijeka.

Specifični ciljevi istraživanja su sljedeći:

1. Ispitati pojavnost Schmorlovih defekata na kralješcima skeleta, njihovu poziciju na kralješcima te tip Schmorlovih defekata.
2. Ispitati razlike u pojavnosti Schmorlovih defekata s obzirom na spol i dob.
3. Ispitati razlike u pojavnosti tipova Schmorlovih defekata s obzirom na spol i dob.
4. Ispitati tipologiju Schmorlovih defekata kao prediktora povezanog s fizičkim opterećenjima u aktivnostima svakodnevnog života.

### 4. MATERIJALI I METODE

#### 4.1. Ustroj studije

Istraživanje je provedeno kao presječno istraživanje (68).

#### 4.2. Materijal istraživanja

Materijal istraživanja, odnosno, uzorak, činilo je 1836 kralježaka s 90 prirodno mumificiranih skeleta - mumija, pronađenih u kripti dominikanske crkve u mjestu Vác, sjeverozapadno od Budimpešte u Mađarskoj. Od 1.836 kralježaka, 474 su bila vratna, 953 torakalna, a 409 lumbalni. Od navedenih kralježaka, 53 nisu bila pogodna za interpretaciju te su analize rađene na 1.783 kralješka.

U povijesno-arheološkom kontekstu izvorni podaci navode da se u 17. stoljeću, nakon protjerivanja Turaka, dominikanski crkveni red nastanio u mjestu Vác i počeo graditi svoj samostan i crkvu (Bijela crkva). Prema dostupnim podacima iz matičnih knjiga umrlih i krštenih, kripta crkve je služila kao mjesto ukopa stanovnika Váca koji su tu živjeli između 1674. i 1838. U dekretu od 7. veljače 1786. car Franjo Josip je zabranio ukope u kripte iz higijenskih razloga. Međutim, građani Váca držali su se svoje tradicije i nastavili svoje mrtve polagati u kriptu na vječni počinak. Ulaz u kriptu je na kraju zazidan. Nakon toga, groblje, koje se koristilo stoljeće i pol, polako je zastarjelo (69).

Spontano mumificiranje skeleta u kripti omogućili su jedinstvena mikroklima kripte i obrazac pokopa (70). Prosječna temperatura kripte kretala se između 8 i 11 °C, neovisno o godišnjim dobima i vanjskoj temperaturi. Vrlo važan čimbenik za mumifikaciju bilo je slabo, ali konstantno strujanje zraka kroz dva uska ventilacijska dimnjaka. Mumifikaciji je doprinijela činjenica da su pokojnici stavljeni u lijes koji je bio većinom napravljen od borovih dasaka, a ispod tijela su se stavljalje strugotine borovine. Sadržaj terpenoida u boru spriječio je rast gljivica i bakterija. Kao rezultat toga, leševi su se polako sušili umjesto da se prirodno raspadaju (71 - 75). Zbog navedenih uvjeta prirodne mumifikacije i načina ukopa, očuvanost uzoraka kralježaka prirodno mumificiranih leševa je bila visoko zadovoljavajuća, što je uvjet za relevantnu interpretaciju ploha trupova kralješka.

Prema postupniku rada za provedbu istraživanja i objavu rezultata rada na antropološkim ljudskim ostacima Vác mumija, dobiveno je odobrenje od Hungarian Natural History Museum

(Mađarskog prirodoslovno-povijesnog muzeja) i Odjela za antropologiju, 16. svibanj 2022. (Prilog 12.1.). Prethodno je dobivena suglasnost za početak istraživačkog rada na materijalu Vác mumija bez invazivnih metoda, 6. veljače 2017. (Prilog 12.2.).

### 4.3. Metode

Istraživanje je provedeno tijekom 2017. godine. U metodologiji rada korištene su standardne antropološke vizualne procjene i laboratorijski digitalni mikroskop Mirazoom X 9. Obrađeni su ostaci 90 prirodno mumificiranih skeleta gdje su se izdvojili dostupni kralješci. Kralješci su kategorizirani u tri spolne skupine, ovisno o spolu skeleta: muški i ženski, a skeleti do 19 godina kategorizirani su kao dječji (uključili su dječje skelete muškog i ženskog spola).

Po dobi, kralješci su kategorizirani u četiri dobne skupine: kralješci dječjih skeleta/juvenil (do 19 godina), kralješci mlađeg odraslog skeleta/adult (20 – 39 godina), kralješci srednjeg odraslog skeleta/maturus (40 – 59 godina) te kralješci starijeg odraslog skeleta/senil (60 i više godina). Schmorlovi defekti su promatrani ovisno nalaze li se na gornjoj (superiornoj) plohi kralješka ili donjoj (inferiornoj) plohi kralješka, te na svakoj od te dvije plohe nalaze li se na prednjem dijelu plohe (anteriornom), srednjem dijelu plohe (medijalnom) ili zadnjem (posteriornom) dijelu plohe. Schmorlovi defekti su kategorizirani u sljedeće tipove A, B, C i D (76 - 77) i podtipove koji su dodatno izvedeni kao kombinacija navedene klasifikacije: AB, BC i BD. Tip A su Schmorlovi defekti koji su u samom procesu nastanka, odnosno rani; tip B novo formirani; tip C stari i tip D jako stari. Tip A karakterizira ravna ploha kralješka na kojoj se uočavaju blage erozije te plohe, ali ograničene i izgledom prikazuju jedva primjetna udubljenja plohe koje se više osjete pod jagodicama prstiju prilikom antropološke palpacije plohe kralješka. Tip B pokazuje na plohama kralješka različite oblike kružnih i polukružnih udubljenja koja se jasno vide i osjete prilikom pregleda palpacijom jagodice prsta. Tip C su udubljenja u plohi kralješka koja nemaju jasno definiran oblik i udubljenje. Slične su Tip D, koje su duboke velike udubine različitih oblika s jakim oštećenjem ploha kralješka, često povezane nepravilno. Svi tipovi Schmorlovih defekata mogu biti povezani s protruzijama i ekstruzijama intervertebralnih diskova koji u tom slučaju vizualno izgledaju kao produženi kanali i udubine koje često imaju smjer prema leđnoj moždini ili anteriorno (rjeđe). U ovom su istraživanju oni zabilježeni i analizirani odvojeno. Svaki je kralježak posebno dokumentiran prema navedenom antropološkom postupku i zabilježena su sva dodatna zapažanja.

### 4.4. Statističke metode

Za prikaz opisnih podataka korištene su apsolutne vrijednosti (ukupan broj) te relativne vrijednosti (postotci). Za usporedbu udjela među određenim skupinama (spolnim i dobnim), proveden je Hi kvadrat test kako bi se provjerilo odstupaju li opažene frekvencije po skupinama od očekivanih frekvencija. Određena je razina značajnosti P od 0.05. Kod višestrukog testiranja, za određivanje između kojih skupina postoji razlika, koristila se Bonferronijeva korekcija za prilagodbu P vrijednosti. Za statističke analize korišten je program IBM SPSS Statistics (v.26, IBM, Armonk, New York).



## 5. REZULTATI

U istraživanju je analizirano ukupno 1.836 kralježaka, od toga 474 (25,8 %) vratnih kralježaka, 953 torakalnih kralježaka (51,9 %) te 409 (22,3 %) lumbalnih kralježaka.

Tablica 1: Kralješci s obzirom na segment kralježnice i interpretativnost

	C	Th	L	Ukupno
interpretativni kralješci	444 (24,18 %)	880 (47,93 %)	395 (21,51 %)	1.719 (93,63 %)
djelomično interpretativni kralješci (superiorna ili inferiorna ploha)	15 (0,82 %)	43 (2,34 %)	6 (0,33 %)	64 (3,48 %)
neinterpretativni kralješci	15 (0,82 %)	30 (1,64 %)	8 (0,44 %)	53 (2,88 %)
ukupno	474 (25,82 %)	953 (51,90 %)	409 (22,28 %)	1836

\*C – vratni kralješci; Th – torakalni kralješci; L – lumbalni kralješci

Tablica 1 pokazuje kako je ukupno 1.719 (više od 93 % kralježaka) bilo interpretabilno, a još 64 kralješka bila su djelomično interpretabilna (superiorna ili inferiorna ploha su bile interpretabilne). Ukupno 53 kralješka nisu bila pogodna za interpretaciju te su isključena iz daljnjih analiza, stoga su analize rađene na preostalih 1.783 kralješka koja su bila potpuno ili djelomično interpretabilna (barem jedna ploha je bila interpretabilna).

Tablica 2: Spolna i dobna obilježja kralježaka

spol	muški	717 (40,21 %)
	ženski	680 (38,14 %)
	miješani - djeca	109 (6,11 %)
	nepoznato	277 (15,54 %)
dobna skupina	dječja (0 - 19)	109 (6,11 %)
	mlađa odrasla (20 - 39)	612 (34,32 %)
	srednja odrasla (40 - 59)	514 (28,83 %)

Tablica 2: Spolna i dobna obilježja kralježaka

dobna skupina	starija odrasla (60 - )	351 (19,69 %)
	nepoznato	197 (11,05 %)

U uzorku je podjednak broj kralježaka muških i ženskih skeleta te prevladaju kralješci skeleta mlađe i srednje odrasle dobne skupine od 20 do 59 godina. Određeni broj uzoraka evidentiran je kao nepoznat zbog nemogućnosti kategorizacije (Tablica 2).

### 5.1. Pojavnost Schmorlovih defekata na kralješcima skeleta, pozicija i tip

Tablica 3: Zastupljenost Schmorlovih defekata na kralješcima

broj kralježaka s prisutnim Schmorlovim defektom	316 (17,72 %)
broj kralježaka sa Schmorlovim defektom na jednoj plohi	190 (10,66 %)
broj kralježaka sa Schmorlovim defektom na obje plohe	126 (7,07 %)
ukupan broj kralježaka	1.783

Od 1.783 analiziranih kralježaka, njih 1.467 nije imalo Schmorlov defekt, dok su defekti nađeni na ukupno 316 kralježaka (17,72 %). 190 kralježaka imalo Schmorlov defekt na samo jednoj plohi (superiornoj ili inferiornoj), a 126 kralježaka na obje plohe (Tablica 3). Zastupljenost tipova Schmorlovih defekata prikazana je u Tablici 4.

Tablica 4: Zastupljenost tipova Schmorlovih defekata na kralješcima

tip Schmorlovih defekata	superiorna ploha	inferiorna ploha	ukupno (%)
A	86	57	143 (31,84 %)
B	97	112	209 (46,55 %)
D	21	67	88 (19,60 %)
AB	3	3	6 (1,34 %)
BC	1	0	1 (0,22 %)
BD	0	2	2 (0,45 %)

Od ukupno 449 Schmorlovih defekata na 316 kralježaka, najučestalije su tip B Schmorlovih defekata (46,55 %), kojih ima podjednako i na superiornim i na inferiornim ploham kralježaka, potom slijede tip A (31,84 %) kojih ima više na superiornim ploham kralježaka i tip D (19,60 %) koje su zastupljenije na inferiornim ploham kralježaka.

Tablica 5: Tipovi Schmorlovih defekata po ploham kralježaka i pozicijama na ploham

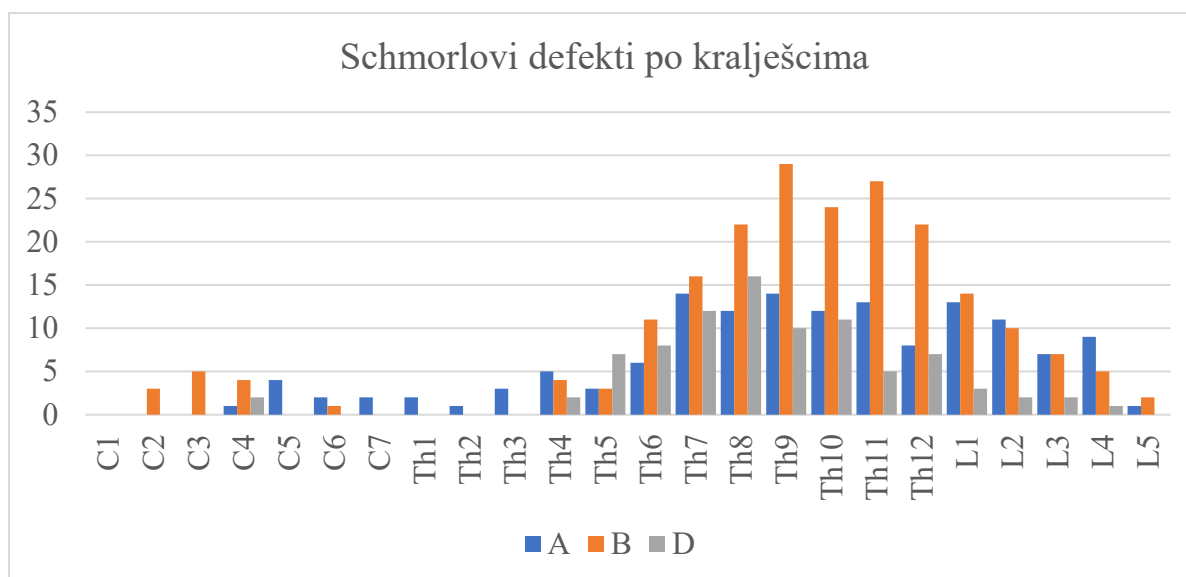
ploha	superiorna ploha			inferiorna ploha		
	anterior	medijalno	posterior	anterior	medijalno	posterior
A	1	79	6	2	57	9
B	4	84	32	6	83	62
D	3	14	9	5	54	50
AB	0	3	1	1	3	2
BC	0	1	1	0	0	0
BD	0	0	0	0	1	2

I kod superiorne i inferiorne plohe najviše Schmorlovih defekata nalazi se na medijalnom dijelu plohe, te potom na posteriornom dijelu plohe. Najmanje Schmorlovih defekata prisutno je na anteriornim dijelovima ploha. Primjećuje se kako se hernije tipa A gotovo isključivo nalaze na medijalnim dijelovima superiornih ili inferiornih ploha, dok su promjene tipa B i tipa D zastupljene i na medijalnim i na posteriornim dijelovima ploha kralježaka (Tablica 5).

Najviše Schmorlovih defekata nalazi se na srednjem dijelu kralježnice, od kralješka Th 6 do kralješka L 2. Gledajući segmentalno, na torakalnim kralješcima nalazi se najviše Schmorlovih defekata. Kralješci s najviše Schmorlovih defekata su Th 9 kralješci. Schmorlovi defekti tipa B najučestaliji su na vratnom i torakalnom segmentu kralježnice, a Schmorlovi defekti tipa A na lumbalnom segmentu kralježnice. Schmorlovih defekata tipa D se u malom broju nalazi na vratnom i lumbalnom dijelu kralježnice, dok ih je veliki broj na torakalnom dijelu (Tablica 6). Defekti tipa AB, BC i BD su u vrlo malom broju prisutni na kralješcima.

Tablica 6: Tipovi Schmorlovih defekata po kralješcima

Kralježak	A	B	D	AB	BC	BD	Ukupno
C1	0	0	0	0	0	0	0
C2	0	3	0	0	0	0	3
C3	0	5	0	2	0	0	7
C4	1	4	2	0	0	0	7
C5	4	0	0	0	0	0	4
C6	2	1	0	0	0	0	3
C7	2	0	0	0	0	0	2
<b>Ukupno C</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>
Th1	2	0	0	0	0	0	2
Th2	1	0	0	0	0	0	1
Th3	3	0	0	0	0	0	3
Th4	5	4	2	0	0	0	11
Th5	3	3	7	0	0	0	13
Th6	6	11	8	1	0	0	26
Th7	14	16	12	0	0	0	42
Th8	12	22	16	0	0	1	51
Th9	14	29	10	2	0	0	55
Th10	12	24	11	1	0	0	48
Th11	13	27	5	0	0	1	46
Th12	8	22	7	0	1	0	38
<b>Ukupno Th</b>	<b>93</b>	<b>158</b>	<b>78</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>336</b>
L1	13	14	3	0	0	0	30
L2	11	10	2	0	0	0	23
L3	7	7	2	0	0	0	16
L4	9	5	1	0	0	0	15
L5	1	2	0	0	0	0	3
<b>Ukupno L</b>	<b>41</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>87</b>



Slika 2: Ukupan broj pojedinih tipova Schmorlovih defekata ovisno o segmentu kralježnice

Na slici 3 prikazan je ukupan broj svakog tipa Schmorlovog defekta na svakom segmentu kralježnice. Vidi se kako tip B prevladava na većini segmenata kod kojih je prisutan veći broj Schmorlovih defekata, dok je na manjem broju najzastupljeniji tip A (kralješci na segmentima od C 5 do Th 4) te L 2 i L 4, odnosno, tip D (kralježak Th 5).

Slika 3 prikazuje ukupan broj Schmorlovih defekata po segmentima. Vidljivo je kako je broj Schmorlovih defekata mali na cervikalnom dijelu kralježnice, naglo se povećava od sredine do kraja torakalnog dijela te pada na lumbalnom dijelu kralježnice.



Slika 3: Ukupan broj Schmorlovih defekata ovisno o segmentu kralježnice

Provjereno je postoji li razlika u broju kralježaka koji imaju Schmorlov defekt ovisno o spolu skeleta (Tablica 7).

## 5.2. Razlike u pojavnosti Schmorlovih defekata s obzirom na spol i dob skeleta

Tablica 7: Schmorlovi defekti prema spolu skeleta

skelet	kralješci sa Schmorlovim defektom	kralješci bez Schmorlovih defekata
muški	166 (23,2 %)	551 (76,8 %)
ženski	110 (16,2 %)	570 (83,8 %)
dječji	9 (8,3 %)	100 (91,7 %)
$\chi^2$	19,783	
P	0,000	

\*  $\chi^2$  – Hi kvadrat test

Udio kralježaka koji ima Schmorlove defekte se značajno razlikuje ovisno o tome jesu li kralješci muškog, ženskog ili dječjeg skeleta ( $p < 0,05$ ). Naknadno provedeni post hoc s Bonferroni korekcijom za višestruke usporedbe pokazuje kako je udio kralježaka s prisutnim Schmorlovim defektom značajno veći kod kralješaka muških skeleta te značajno manji kod kralježaka dječjih skeleta.

Tablica 8: Schmorlovi defekti prema dobnoj skupini skeleta

dobna skupina	kralješci sa Schmorlovim defektom	kralješci bez Schmorlovih defekata
dječja	9 (8,3 %)	100 (91,7 %)
mlađa odrasla	101 (16,5 %)	511 (83,5 %)
srednja odrasla	119 (23,2 %)	395 (76,8 %)
starija odrasla	60 (17,1 %)	291 (82,9 %)
$\chi^2$	17,159	
P	0,001	

\*  $\chi^2$  – Hi kvadrat test

Provjereno je postoji li razlika u broju kralježaka koji imaju Schmorlov defekt ovisno i o dobnoj skupini skeleta (Tablica 8). Postoji statistički značajna razlika u udjelu kralježaka sa Schmorlovim defektom ovisno o dobnoj skupini kojoj pripadaju. Post hoc test s Bonferronijevom korekcijom pokazuje kako je kod kralježaka dječjih skeleta manji udio Schmorlovih defekata, a kod kralježaka skeleta srednje dobi značajno veći udio kralježaka s prisutnim Schmorlovim defektom.

### 5.3. Razlike u pojavnosti tipova Schmorlovih defekata s obzirom na spol i dob skeleta

Tablica 9: Zastupljenost tipova Schmorlovih defekata po spolu

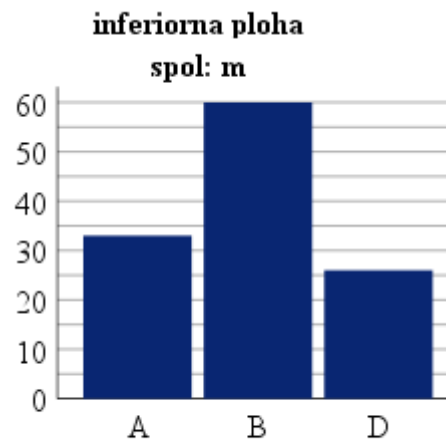
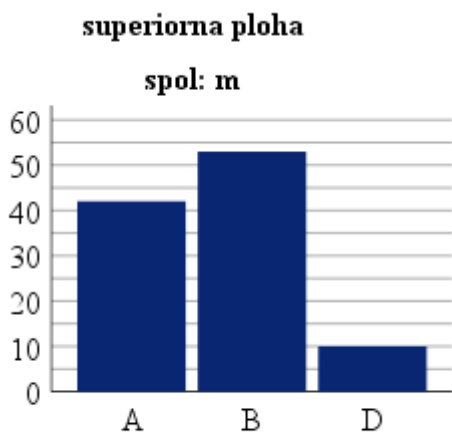
	A	B	D	AB	BC	BD	Ukupno
muški	75	113	36	4	1	1	230
ženski	36	77	42	1	0	1	157
dječji	16	0	0	0	0	0	16

Kod kralježaka muških i ženskih skeleta najprisutniji Schmorlovi defekti su tipa B. Kod kralježaka muških skeleta potom slijede hernije tipa A, zatim tipa D, dok su kod kralježaka ženskih skeleta najučestalije nakon tipa B one tipa D, potom tipa A. Kod kralježaka dječjih skeleta prisutni su Schmorlovi defekti samo tipa A (Tablica 9).

Tablica 10: Zastupljenost tipova Schmorlovih defekata po dobnoj skupini

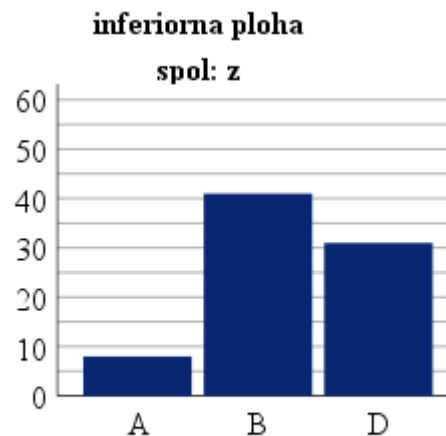
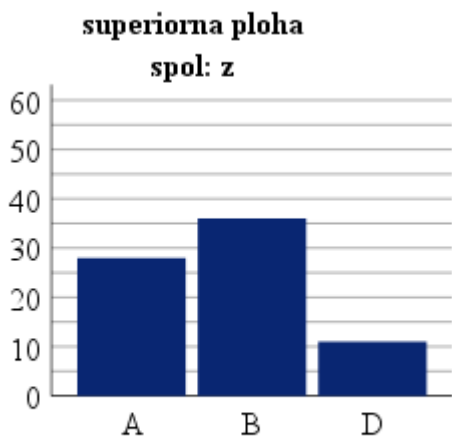
tipovi Sch. defekata	A	B	D	AB	BC	BD	Ukupno
dobna skupina							
dječja	16	0	0	0	0	0	16
mlađa odrasla	51	64	18	4	0	1	138
srednja odrasla	42	89	37	1	1	1	171
starija odrasla	28	37	17	1	0	0	83

Kod svih dobnih skupina, osim kod kralježaka dječjih skeleta, najčešći su Schmorlovi defekti tipa B, potom tipa A te tipa D. Promjene AB, BC i BD prisutne su u vrlo malim brojevima (Tablica 10).



Slika 4: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka muških skeleta na superiornim plohama kralježaka

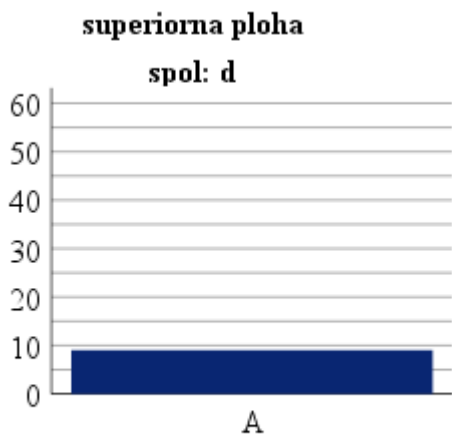
Slika 5: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka muških skeleta na inferiornim plohama kralježaka



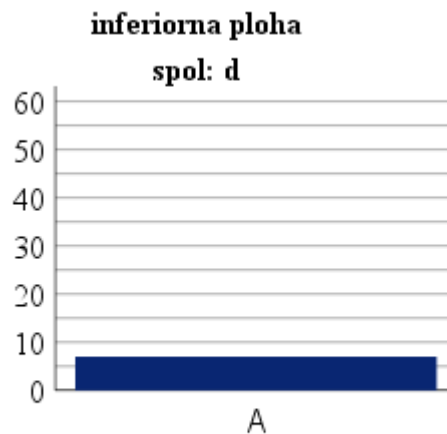
Slika 6: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka ženskih skeleta na superiornim plohama kralježaka

Slika 7: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka ženskih skeleta na inferiornim plohama kralježaka

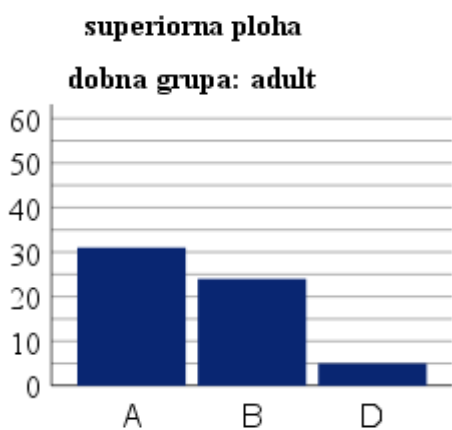




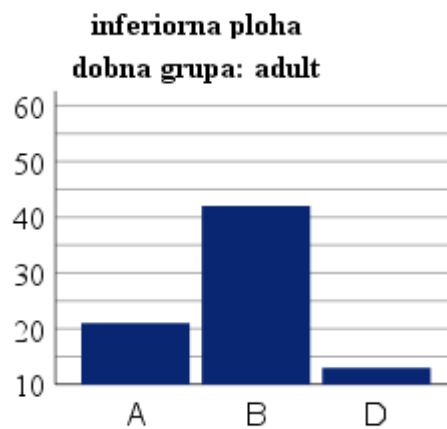
Slika 8: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka dječjih skeleta na superiornim ploham kralježaka



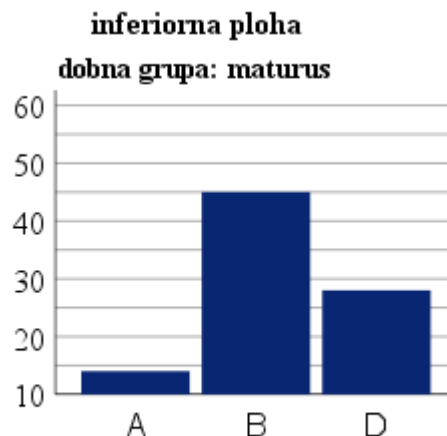
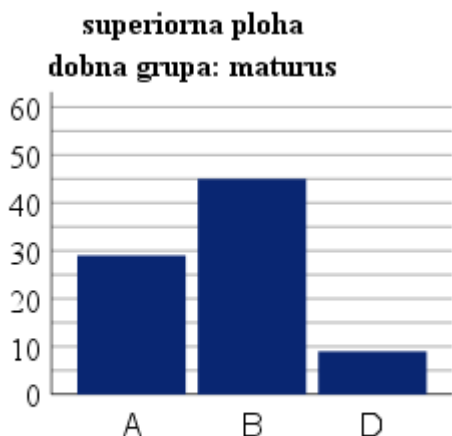
Slika 9: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka dječjih skeleta na inferiornim ploham kralježaka



Slika 10: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka mlađe odrasle dobne skupine na superiornim ploham kralježaka

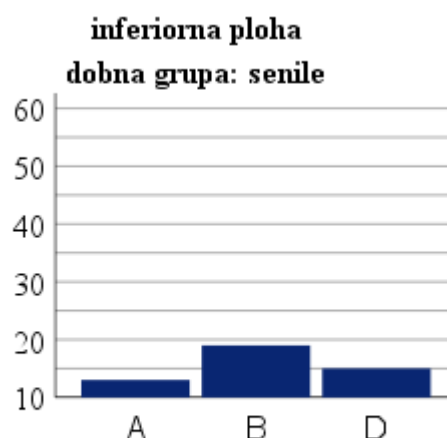
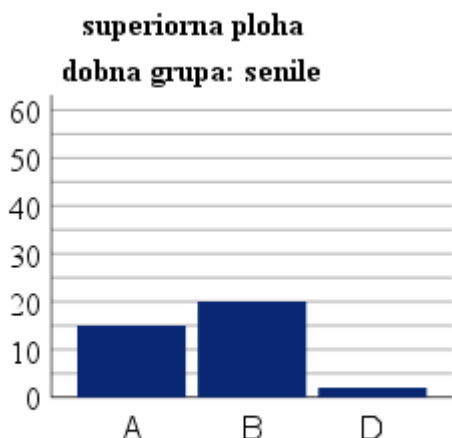


Slika 11: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka mlađe odrasle dobne skupine na inferiornim ploham kralježaka



Slika 12: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka srednje odrasle dobne skupine na superiornim ploham kralježaka

Slika 13: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka srednje odrasle dobne skupine na inferiornim ploham kralježaka



Slika 14: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka starije odrasle dobne skupine na superiornim ploham kralježaka

Slika 15: Najčešći tipovi Schmorlovih defekata kralježaka starije odrasle dobne skupine na inferiornim ploham kralježaka

Na slikama 4 -15 prikazana je zastupljenost najčešćih tipova Schmorlovih defekata (A, B i D) na superiornim i inferiornim ploham kralježaka kod muških, ženskih i dječjih skeleta kao i kod različitih dobnih skupina skeleta (dječje, mlađe, srednje i starije).

Na slikama 8 i 9 uzorci pripadaju dječjoj spolnoj i dobnoj podjeli.

Schmorlovi defekti tipa B najzastupljeniji su na obje plohe i kod kralježaka muških skeleta i kod kralježaka ženskih skeleta, kao i kod srednjih i starijih odraslih dobnih skupina. Kod mlađe odrasle dobne skupine, tip B Schmorlovi defekti zastupljeniji su na inferiornim ploham kralježaka, no kod superiornih ploha češći su Schmorlovi defekti tipa A. Kod kralježaka dječjih skeleta, tip A je i jedini prisutni tip hernija.

Tablica 11: Spolne razlike u postojanju najčešćih tipova Schmorlovi defekata (A, B i D)

	kralješci sa Schmorlovim defektom tipa A	kralješci bez Schmorlovi defekata tipa A
muški	58 (8,1 %)	659 (91,9 %)
ženski	32 (4,7 %)	648 (95,3 %)
dječji	9 (8,3 %)	100 (91,7 %)
$\chi^2$	7,047	
P	0,029	
	kralješci sa Schmorlovim defektom tipa B	kralješci bez Schmorlovi defekata tipa B
muški	92 (12,8 %)	625 (87,2 %)
ženski	65 (9,6 %)	615 (90,4 %)
dječji	0 (0,0 %)	109 (100,0 %)
$\chi^2$	17,678	
P	0,000	
	kralješci sa Schmorlovim defektom tipa D	kralješci bez Schmorlovi defekata tipa D
muški	33 (4,6 %)	684 (95,4 %)
ženski	37 (5,4 %)	643 (94,6 %)
dječji	0 (0,0 %)	109 (100,0 %)
$\chi^2$	6,282	
P	0,043	

\*  $\chi^2$  – Hi kvadrat test

Na razini od 5 % statistički značajna razlika u prisutnosti Schmorlovi defekata ovisno o spolu postoji kod svakog tipa Schmorlovi defekata, a najveća je kod onih tipa B (Tablica 11). Provedena je post hoc Bonferroni korekcija kako bi se ustanovilo između kojih skupina postoji

razlika: kralješci ženskog skeleta imaju značajno manji udio kralježaka sa Schmorlovim defektom tipa A od kralježaka muških i dječjih skeleta; kralješci muškog skeleta u značajno većem udjelu imaju Schmorlove defekte tipa B od kralježaka ženskih i dječjih skeleta, dok kod Schmorlovih defekata tipa D, iako postoji statistički značajna razlika između spolnih skupina (vrlo blizu granice značajnosti), pojedine se komparacije među skupinama nisu pokazale značajnima.

Tablica 12: Dobne razlike u postojanju najčešćih tipova Schmorlovih defekata (A, B i D)

	kralješci sa Schmorlovim defektom tipa A	kralješci bez Schmorlovog defekta tipa A
dječja	9 (8,3 %)	100 (91,7 %)
mlađa odrasla	41 (6,5 %)	594 (93,5 %)
srednja odrasla	37 (7,0 %)	493 (93,0 %)
starija odrasla	22 (5,9 %)	351 (94,1 %)
$\chi^2$	0,926	
P	0,819	
	kralješci sa Schmorlovim defektom tipa B	kralješci bez Schmorlovih defekata tipa B
dječja	0 (0,0 %)	109 (100,0 %)
mlađa odrasla	55 (8,7 %)	580 (91,3 %)
srednja odrasla	76 (14,3 %)	454 (85,7 %)
starija odrasla	31 (8,3 %)	342 (91,7 %)
$\chi^2$	25,978	
P	0,000	
	kralješci sa Schmorlovim defektom tipa D	kralješci bez Schmorlovih defekata tipa D
dječja	0 (0,0 %)	109 (100,0 %)
mlađa odrasla	16 (2,5 %)	619 (97,5 %)
srednja odrasla	31 (5,8 %)	499 (94,2 %)
starija odrasla	17 (4,6 %)	356 (95,4 %)
$\chi^2$	13,500	
P	0,004	

\*  $\chi^2$  – Hi kvadrat test

U Tablici 12 prikazani su rezultati Hi kvadrat testa razlika dobnih skupina u postojanju tri najčešća tipa Schmorlovih defekata. Kod tipa A nema razlika u postojanju Schmorlovih

defekata ovisno o dobnoj skupini, dok je razlika značajna kod tipa B: kralješci skeleta dječje dobne skupine imaju značajno manje hernija tipa B (odnosno, uopće ih nemaju), dok kralješci skeleta srednje dobne skupine imaju značajno veću učestalost hernija tipa B od kralježaka skeleta drugih dobnih skupina. Razlika između dobnih skupina je također značajna kod Schmorlovih defekata tipa D: kralješci skeleta srednje odrasle dobne skupine imaju veći udio kralježaka s promjenama tipa D od ostalih dobnih skupina (dječja, mlađa i starija dobna skupina).

## 6. RASPRAVA

U istraživanju su obrađeni podatci dobiveni antropološkom analizom 90 prirodno mumificiranih skeleta iz kriptе Dominikanske crkve u Vácu iz Mađarske. Istraživanje je provedeno na uzorku od 1.836 kralješaka prirodno mumificiranih skeleta od kojih je 1.783 kralješaka bilo interpretativno. Preliminarne antropološke analize pokazale su specifične patološke promjene. Takve se promjene pojavljuju na gornjim i donjim završnim pločama kralješaka, najčešće oko torakolumbalnog spoja (38). U ovom istraživanju ploha trupova kralješaka ljudskih skeleta, prirodno mumificiranih, od kojih je 474 (25,8 %) vratnih kralježaka, 953 torakalnih kralježaka (51,9 %) te 409 (22,3 %) lumbalnih kralježaka, pojava promjena na kralježnici mumificiranih ostataka, sukladna je prijašnjim istraživanjima (38). Prevalencija ovih patoloških promjena varira u ovom istraživanju ovisno o dobi, spolu, zahvaćenim regijama kralješka što je očekivano u odnosu na druga istraživanja (38).

Spolna obilježja ovih uzoraka pokazuju podjednak broj kralješaka muških (40,21 %) i ženskih (38,14 %) skeleta, dok su kralješci dječjih skeleta bili prisutni u 6,11 %, što pokazuje osjetljivost uzoraka koji su pripadali dječjoj dobnoj skupini. To se može protumačiti vremenskim razdobljem iz kojeg dolaze ovi uzorci kralješaka od kraja 17. do početka 19. stoljeća, kad je zdravstvena zaštita i medicina tek započela razvoj u Europi. Smrtnost djece u odnosu na danas bila je visoka. Do sredine 20. stoljeća smrtnost dojenčadi iznosila je približno 40 - 60 % ukupne smrtnosti (78).

Stoga, vremenski period u kojem se nalaze svi uzorci kralješaka ovog istraživanja, a to je razdoblje novog doba, nosi rizičnost zbog zdravlja u općim populacijama tadašnjeg vremena (78). Iako su u kripti Dominikanske crkve u Vácu bili očuvani uvjeti za održavanje zbog kojeg se leševi nisu raspadali, visok je pokazatelj utjecaja nerazvijenosti zdravstvene zaštite pronađen u uzorcima mumificiranih skeleta (79). Kosturna i prirodno mumificirana tkiva ispitana su na prisutnost DNA *Mycobacterium tuberculosis* pomoću specifičnih molekularnih markera i tehnika (80). Istraživanja su pokazala da je tuberkuloza, koju uzrokuje *M. tuberculosis*, bila raširena u ovoj zajednici (79). 65 % mumificiranih tijela iz Váca bilo je pozitivno na tuberkulozu (81).

Pojedinci iz kriptе su uključivali, prema evidentiranim podacima iz dokumentacije Dominikanske crkve u Vácu, bogate građane i svećenstvo. Podaci pokazuju da su zdravstvene prilike grada Váca bile povoljne za razliku od drugih gradova i njihovih područja oslobođenih

nakon turske okupacije, iako se pri pregledu i detekciji više mjesta na skeletima, bilježe promjene vezane na plućne (78,2 %) i ostale bolesti (14,9 %) (81).

Ovo istraživanje uzoraka iz Váca, uključilo je specifične patološke promjene na plohama trupova kralješaka, Schmorlove defekte, koji prikazuju hernijaciju nukleusa pulposusa kroz hrskavičnu i koštanu završnu ploču u tijelo kralješka. Najčešće se pojavljuju kao slučajni nalazi u asimptomatskih pacijenata, u bolesnika s bolovima u leđima ili radikularnoj boli zbog druge etiologije. Zbog slučajeva koji su pokazivali upalni odgovor i promjene na završnim plohama trupova kralješaka izazvanih herniacijom, Schmorlove defekte se povezuje s etiologijom kronične aksijalne boli i patološke osteoporotične frakture (60 - 61).

Antropološkom analizom uzoraka ovog istraživanja, uočene su razlike u pozicijama, veličini i izgledu Schmorlovih defekata, zbog čega je provedena tipologija Schmorlovih defekata, dodatno i zbog pojave na uzorcima trupova dječjih kralješaka koja do sada nije bila razjašnjena. Ove specifične patološke promjene, prema dosadašnjim antropološkim analizama, rijetko su prisutne na kralješcima dječjih skeleta ( do 15 godina starosti), koji su u ovom uzorku evidentirani (8,3 %, Tablica 8).

Tipologija Schmorlovih defekata pokazala je zastupljenost tipa A (Tablica 9) Schmorlovi defekti na plohama trupova kralježaka dječjih mumificiranih skeleta iz Váca. Postavlja se pitanje njihova nastanka, posebno vezano za dosadašnju spoznaju o povezanosti njihova nastanka prema spolnoj podjeli, načinu života, tjelesnim opterećenjima, genetskom nasljeđu (82), razvoju ploha trupova kralježaka intrauterino i poslije rođenja (83).

U razdoblju s kraja 17. do početka 19. stoljeća mijenja se i način odnosa i pozicije djeteta, ne samo u društvu, već i unutar obitelji. U to se vrijeme tek započinjalo s obrazovanjem djece tako da je moguće da je većina djece bila opterećena rutinom rada koja danas nije prihvatljiva u suvremenom društvu (rad na polju, timarenje životinja, odnosno obilježja ruralnih zajednica). Moguće je da u ovom uzorku, prisutnost tipa A Schmorlovih defekata, pokazuje da su djeca imala fizička opterećenja, odnosno da su obavljala fizičke poslove koji su očito za tadašnjeg vremena bili uobičajeni. Zbog zapaženog tip A Schmorlovog defekta, interpretacija se odnosi na mogućnost da su obavljani fizički poslovi bili uglavnom lakši, opterećenja po osovini kralježnice u smjeru sile teže nisu učinili jača oštećenja pokrova trupa kralješka. Kod tipa B i tipa D Schmorlovih defekata oštećenja su dublja i većih površina, što na uzorcima kralješaka dječjih skeleta iz Váca nije zapaženo. Blaga udubljenja koja opisuje tip A promjene, u ranoj dječjoj dobi (do 15 godine starosti) uglavnom pokazuju obilježja fizioloških promjena rasta i

razvoja pokrovne plohe, stoga se otvara pitanje nekih drugih utjecaja. Pojavu ovih specifičnih promjena će trebati dodatno istražiti.

Prema spolu, sustavni utjecaji predisponiraju muškarce za nastanak Schmorlovih defekata (84). Neki autori pretpostavljaju da je razlika u prisutnosti Schmorlovih defekata po spolu povezana s razlikom između spolova i u vrijeme prenatalnog razvoja skeleta (85). Ovo istraživanje također je pokazalo da se udio kralježaka koji ima Schmorlove defekte značajno razlikuje ovisno o tome jesu li kralješci muškog, ženskog ili dječjeg skeleta ( $p < 0,05$ ). Značajno veći udio kralježaka s prisutnom specifičnom patološkom promjenom kralježaka prisutan je kod muških skeleta (23,2 %), dok je značajno manji udio kod kralježaka dječjih skeleta (8,3 %), stoga se može prepoznati razlika u fizičkim opterećenjima u odrasloj dobi Vác mumija, što je očekivano. Zapažena je i razlika u odnosu na kralješke ženskog skeleta (16,2 %) no ona nije bila značajna (Tablica 7), što se objašnjava manjim fizičkim opterećenjem žena u svakodnevnim aktivnostima.

Dosadašnja istraživanja tim razlikama potvrđuju spolnu podjelu poslova u povijesnim populacijama. Primjeri starohrvatskih uzoraka (40) pokazali su da kralješci muškaraca imaju veću učestalost Schmorlovih defekata (32,9 %) od kralježaka žena (17,8 %), što se potvrdilo i u drugim istraživanjima (19,1 % muškarci; 12,9 % žene) (24).

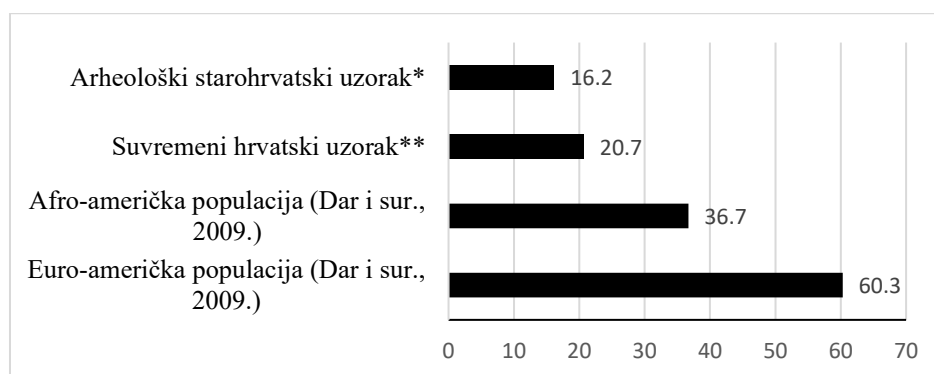
Prema dodatnoj analizi razlika u tipovima Schmorlovih defekata, kralješci muških skeleta iz Váca imali su značajno veću zastupljenost tipa B (12,8 %), dok je tip A bio nešto manje prisutan (8 %), a svega 4,6 % uzoraka je imalo tip D (Tablica 11). Stoga je pokazatelj umjerenog fizičkog opterećenja izražen tipom B Schmorlovih defekata, kod ispitanih uzoraka muških skeleta iz Váca. Tip A kod odraslih uzoraka pokazuje i relativno kraće vrijeme izlaganja lakšim opterećenjima u koliko je to razlog nastanka ovih patoloških promjena.

Prema uzorcima kralježaka ženskog skeleta iz kripte Dominikanske crkve, vidljiva je nešto manja zastupljenost Schmorlovih defekata (16,2 %) u odnosu na uzorke ploha trupova kralježaka muških i dječjih skeleta (Tablica 7). Prevladava tip B (9,6 %) Schmorlovog defekta, što se može interpretirati kao srednje teško fizičko opterećenje ili rad, dok se posebno zapaža povezanost s najviše prisutnim Schmorlovim defektima zabilježenim u tipu D (5,4 %). U odnosu na ostale uzorke ploha trupova kralježaka muških i dječjih skeleta, uzorci ploha trupova ženskih kralježaka, odražavaju utjecaj dugotrajnijih opterećenja, što pokazuje aktivnosti svakodnevnog života žena iz Váca. Zapažene promjene tipa D Schmorlovih defekata kod kralježaka ženskog spola, pokazuju i aktivnost određenog broja ženskih individua koje su imale



teža fizička opterećenja kraćeg vremena, ali i moguće prethodne promjene povezane s karakteristikama tipa B, koje su se uslijed većih opterećenja razvile u promjenu tipa D čije su karakteristike velika erozija, duboka udubljenja, nepravilan oblik.

U ispitanim uzorcima po spolu, može se vidjeti da individue iz Váca, pokopane u kripti Dominikanske crkve, uglavnom nisu imale teža fizička opterećenja. Njihov stupanj opterećenja kralježnice, prikazan kroz Schmorlove defekte (17,72 %, Tablica 3), sukladan je povijesnim populacijama u prethodnim istraživanjima: arheološki starohrvatski uzorak 16,2 %. (Slika 16.).



Slika 16. Učestalost Schmorlovih defekata u uzorcima pojedinih populacija (24). Napomena: \*arheološki starohrvatski i \*\* suvremeni hrvatski uzorci analizirani su u odnosu na učestalost Schmorlovih defekata prema kralješku

U današnjim populacijama (Afro-Američka populacija, Euro-Američka populacija) učestalost pojave Schmorlovih defekata je visoka 36,7 % i 60,3 % (41, 54) dok su analizirani suvremeni hrvatski uzorci pokazali približavanje učestalosti iz razdoblja novog vijeka 20,7 % (Slika 16.), koje uključuje uzorke iz ovog istraživanja, odnosno s kraja 17. do početka 19. stoljeća.

U ovom istraživanju prevladavaju kralješci skeleta mlađe (20 - 39 godina; 34,32 %) i srednje (40-59 godina; 28,83 %) odrasle dobne skupine (Tablica 2), odnosno od 20 do 59 godina. Statistički značajna razlika pokazala se u udjelu kralješaka sa Schmorlovim defektom ovisno o dobnoj skupini. Značajno je veći udio Schmorlovih defekata u srednje odrasloj dobnoj skupini (Tablica 8) što je sukladno rezultatima drugih istraživanja (24).

Osim što su patološke promjene na kralježnici pokazatelji spolnih podjela poslova, neki autori, rizik za njihov nastanak povezuju i s porastom dobi (55, 86 - 88), dok drugi (89) smatraju da nema povezanosti između dobi i patoloških promjena na kralježnici. Schmorlovi defekti u primjerice ranom srednjem vijeku, imaju visoku učestalost u mlađim dobnim skupinama (do

30 godina), posebice kod kralješaka muškaraca, što se može objasniti pretpostavkom da su te osobe obavljale zahtjevnije poslove u vrlo ranoj životnoj dobi. U daljnjim istraživanjima koja analiziraju suvremene populacije, veća je učestalost Schmorlovih defekata evidentirana u najstarijoj dobnoj skupini (45+) kod oba spola (24). Razlog takvoj promjeni u suvremenim populacijama je produljeno trajanje životne dobi i pojava degenerativnih promjena (89) s porastom životne dobi (38).

U zastupljenosti tipova Schmorlovih defekata po dobnoj skupini (tablica 10), najčešći je tip B (osim u dječjoj dobnoj skupini). Takav rezultat upućuje na to da podjele fizičkih opterećenja u svakodnevnom životu stanovnika Váca nisu bile značajno različite. Tip D je najmanje dobno zastupljen, stoga ovaj ispitan uzorak pokazuje prijelazne promjene u svakodnevnom životu između povijesnih i suvremenih populacija.

Kod mlađih odraslih dobnih skupina i dječjih dobnih skupina, značajna je prisutnost tipa A Schmorlovih defekata na superiornim ploham trupova kralješaka, dok je u srednjim i starijim odraslim dobnim skupinama, na obje plohe, značajna prisutnost tipa B promjena (Slika 12. – 15.). Ovi rezultati mogu se interpretirati s trajanjem fizičkih opterećenja, koja u mlađoj životnoj dobi, osim iznimno, ne izazivaju jake promjene na ploham trupova kralješka. Također one mogu pokazati dobru hidriranost intervertebralnih diskova, stoga je moguće da ova ispitana populacija nije imala problema s pronalaskom i korištenjem vode za piće (80).

Zastupljenost tipova Schmorlovih defekata na kralješcima (Tablica 4) pokazuje visoku zastupljenost tipa B (46,55 %), potom tipa A (31,84 %) i tipa D (19,60 %). Tip C nije zapažen na ispitanim uzorcima ovog istraživanja i njihova odsutnost nije se mogla interpretirati. Tip C promjene može se povezati s tipom A u sličnim karakteristikama koje obilježavaju njihov izgled na ploham trupova kralježaka, zbog čega će biti potrebno provesti dodatna ispitivanja kako bi se utvrdila razlika u oštećenjima ploha, a time i eventualno razjasnio izostanak tipa C patološke promjene u ispitanim uzorcima ovog rada prema navedenoj tipologiji.

Pretpostavka je da će tipologija Schmorlovih defekata pokazati utjecaj većih oštećenja ploha trupova kralješaka u tipu D, što je bilo vidljivo makro i mikroskopskim analizama ovog istraživanja, posebno na uzorcima kralješaka ženskog spola. U takvoj interpretaciji, 19,60 % zastupljenosti tipa D u ispitanim uzorcima ovog rada otvara mogućnosti za daljnje analize simptomatologije nastanka ovih patoloških promjena i njihove povezanosti s bolnim stanjima u svakodnevnim aktivnostima. Do sada zapaženim simptomima ove promjene kod svakog čovjeka mogu biti asimptomatske ili simptomatske (38).

Po segmentima, najveća zastupljenost Schmorlovih defekata je na torakalnoj i lumbalnoj kralježnici, što je očekivano u odnosu na rezultate drugih istraživanja (58, 60, 62). Međutim u ovom istraživanju posebno se ističe prisutnost Schmorlovih defekata na cervikalnoj kralježnici, što je rijetkost u do sada istraženim povijesnim populacijama. U suvremenoj populaciji Schmorlovi se defekti javljaju na cervikalnoj kralježnici (24), pa je pronalazak tih defekata na uzorcima vratnih kralješaka mumificiranih skeleta iz Váca značajan. Moguće je pretpostaviti da bi njihova prisutnost na cervikalnoj kralježnici mogla značiti prijelazne promjene u biomehaničkim odnosima, odnosno pokazati promjene koje su povezane s opterećenjima cervikalne kralježnice, za koje točno ne znamo kakve su bile u potpunosti, ali su bliske današnjim populacijama više nego povijesnim.

Fizička opterećenja u povijesnim populacijama bila su svakodnevna (rad u polju, korištenje konja (jahanje) kao prijevoznog sredstva u zapregama itd.). Uzorci iz kriptе Dominikanske crkve u Vácu pokazuju umjerena opterećenja ploha trupova kralješaka, što se može objasniti i zanimanjima koja su registrirana u dostupnoj dokumentaciji iz crkve, a koja upućuju na to da je stanovništvo toga kraja živjelo relativno dobro za tadašnje uvjete. Međutim, prisutnost Schmorlovih defekata i njihova tipologija još uvijek je bliža karakteristikama povijesnih populacija (39) nego suvremenim, osim u promjenama koje prati cervikalna kralježnica.

I najmanja dugotrajna nepravilnost u svakodnevnim opterećenjima kralježnice uvjetuje različite prijenose težišnice duž kralježnice, a time i pojačane pritiske na različitim pozicijama ploha trupova kralješka. Zbog toga i prema načinu kretanja trupa dolazi do odstupanja u fiziološkim biomehaničkim odnosima, koji mogu dovesti do promjena u položaju intervertebralnih diskova i narušavanju biomehanike pokreta. Prema dostupnim podacima iz crkvene arhive i dokumentacije zanimanja koja su imali stanovnici Váca, a time i pokojnici iz kriptе Dominikanske crkve u Vácu, pokazalo se da su uobičajene aktivnosti kod nekih od njih bile povezane s pokretima tijela koje se uobičajeno kao obrasci koriste prilikom stolarskih i krojačkih radova, ali zapaženi su i podatci o određenom broju stanovnika koji su obavljali svećenički posao (33). Kralješci s najviše Schmorlovih defekata u ispitanim uzorcima ovog istraživanja su Th 9 kralješci, što se može objasniti položajem tijela prilikom obavljanja poslova u fleksijskom obrascu držanja trupa, odnosno posture, koji je najviše prisutan prilikom sjedenja ili sagibanja tijela prema naprijed.

Povezano s tipovima Schmorlovih defekata, analizirane plohe trupova kralješaka mumificiranih skeleta iz Váca, pokazale su razliku. Veća je zastupljenost Schmorlovih defekata na inferiornim ploham ( tip B i D) dok je na superiornim nešto niža zastupljenost ( prevladavaju tip B i A)

(Tablica 4). Zastupljenost Schmorlovih defekata u ostalim istraživanjima pokazuje učestalost na inferiornim ploham, uglavnom oko 60 % (54) čime se uočava razlika u odnosu na Vác uzorke. Efekt utjecaja sile teže kroz trupove kralježaka pokazuje veće izraženo opterećenje na donjim ploham trupova, a manje na gornjim ploham trupova kralješaka, dok su drugi istraživači zapazili pojavnost većih promjena na obje plohe trupova kralješaka (54, 90).

Tipovi Schmorlovih defekata po pozicijama na obje plohe (Tablica 5), pokazale su najveću prisutnost Schmorlovih defekata u središnjem dijelu plohe trupa kralješka odnosno medijalno, što je i očekivano, zbog pravilne raspodjele težišnice koja prolazi kroz centar kralježnice (54). Najčešći tip Schmorlovih defekata koji je prisutan na sva tri promatrana područja plohe trupa kralješka (anteriornoj, medijalnoj i posteriornoj) je tip B, dok se na superiornoj i inferiornoj plohi u središnjem dijelu trupa kralješka nalazi još i tip A. Na inferiornoj plohi u posteriornom dijelu, uočen je osim tipa B i tip D Schmorlovog defekta. Određivanje mjesta pojavnosti Schmorlovih defekata na superiornoj i inferiornoj plohi trupa kralješka pokazuje ne samo prolaz smjera težišnice, već i djelovanje sila pritiska kao i smjer kretanja prilikom fizičkog opterećenja kralježnice (91). Na taj se način može analizirati i pokretanje trupa i posturalne promjene koje će uključivati rotacije i bočne kretnje.

Posteriorni položaj Schmorlovog defekta na inferiornoj plohi trupa kralješka, može se povezati s križoboljama (90), posebice kad su prisutne protruzije diska. Takve križbolje sigurno ograničavaju pokretljivost, povećavaju bol u svakodnevnim aktivnostima ili u cijelosti onemogućavaju iste (92). Na ispitanom materijalu vidljive su kombinacije tipova Schmorlovih defekata ( Tablica 6), od kojih bi kombinacija BD tipa mogla biti poveznica s protruzijama i bolnim stanjima. Prema podtipu BD koji je rijetko prisutan na uzorcima iz Vác-a, otvara se mogućnost za daljnje analize kojima bi se rijetkost ove kombinacije ispitala prema obrascima manjeg fizičkog opterećenja kralježnice u svakodnevnom životu. Ipak, zbog nedovoljne zastupljenosti takvih uzoraka u ovom ispitanom materijalu, dobiveni podaci nisu uzeti za daljnja razmatranja i analize ovog rada.

Iako su vertebralne plohe najbliže strukture diskovima, njihove su patologije podcijenjene u etiologiji križbolje (93 - 96) i drugih razvojnih bolesti (83, 97). Najveći broj zapažen je u donjem dijelu torakalne kralježnice, nakon čega slijedi proksimalni dio lumbalne kralježnice (38, 59).

Otkrivanje prevalencije Schmorlovih defekata i drugih promjena na plohi trupa kralješka kod subjekata s/bez križbolje i praćenje moguće povezanosti s križboljom i degeneracijom

kralježnice (98), pokazuje kroz dosadašnja istraživanja da su pacijenti s većom prisutnošću Schmorlovih defekata na razinama L1 - L2 ili L2 - L3, imali oko sedam puta veći rizik od ozbiljne degeneracije intervertebralnog diska na odgovarajućim razinama. Najznačajniji čimbenik povezan s prisutnošću Schmorlovih defekata bila je tjelesna težina bolesnika. Najznačajniji čimbenik povezan s križoboljom i intenzitetom boli bila je teška intervertebralna degeneracija diska na razini L5 - S1. Schmorlovi defekti zapaženi su u 33,1 % bolesnika i 11,5 % asimptomatskih ispitanika (98). Nije moguće u konačnici precizirati zastupljenost križobolje u uzorcima iz Váca, međutim, prisutnost protruzija nije značajna, odnosno rijetko je zapažena na uzorcima u ovom radu, stoga je moguće da križobolje nisu bile simptomatske i da su zbog toga pokazatelji u analizama ovog rada usmjereni na umjerenu fizičku aktivnost, odnosno opterećenje, što posljedično i znači smanjenu mogućnost za križobolju ili općenito probleme boli u području kralježnice.

Ljudi su jedini primati sposobni održati uspravno, potpuno okomito, dvonožno držanje. Za razliku od kralježnice drugih primata, ljudska kralježnica ima uzastopne suprotne krivulje koje omogućuju trupu da zauzme uspravan položaj. Iako svi primati mogu hodati dvonožno, samo Homo sapiens to može dugo vremena. To je uglavnom zbog lumbalne lordozne zakrivljenosti. Usvajanje uspravnog okomitog držanja kod ljudi rezultiralo je širokom, okomitom zdjelicom i karakterističnim zakrivljenjima kralježnice (99 - 103). Sagitalna ravnoteža i spinopelvična organizacija ključni su za dijagnostiku i liječenje lumbaga i degenerativnih bolesti kralježnice. Čak se i nastanak deformiteta kralježnice povezuje s trodimenzionalnom prostornom orijentacijom kralježnice i zdjelice (101, 104).

Sve u svemu, postoje dokazi umjerene kvalitete o povezanosti između boli u leđima i strukturnih Schmorlovih defekata pokrovne plohe trupa kralješka (103, 105). Buduća će istraživanja o specifičnim fenotipovima defekta završne ploče i manifestiranim slučajima bolova u leđima biti značajna u razjašnjavanju opsega povezanosti i temeljnih mehanizama (105).

Schmorlovi defekti bili su prvi opisani defekti završne plohe kralješka (38, 106). Nastavljaju se rasprave o njihovoj epidemiologiji (85), patofiziologiji (95, 107) i kliničkom značaju. Epidemiološki aspekti Schmorlovih defekata razmatraju se zbog povezanosti s kliničkim manifestacijama i mogućnostima liječenja. Nedostatak konsenzusne definicije Schmorlovih defekata, među ostalim nedostacima završne plohe kralješka, pridonio je poteškoćama u tumačenju istraživačkih rezultata. Iako njihova patofiziologija ostaje nepoznata (38, 107), promjene sila naprezanja u kralježnici zajedno s morfološkim aspektima kralježaka, genetskom

pozadinom i osteoimunologijom, mogu predstavljati moguće razloge nastanka. Potrebne su daljnje studije kako bi se uspostavila konsenzusna definicija za Schmorlove defekte, razumjeli klinički aspekti (108 – 117) i pružile odgovarajuće terapijske strategije (59).

Korištenje pod-analize, odnosno tipologije u antropološkoj analizi ploha trupova kralješaka, koja je provedena na Vác uzorcima, omogućava bolji uvid u razlike Schmorlovih defekata i može služiti kao prediktor oštećenja ploha trupova kralješaka i utjecaja trajanja različitih fizičkih opterećenja u aktivnostima svakodnevnog života (118 - 119).

Uzorak Vác kralješaka prijelazni je pokazatelj promjena na plohama trupova kralješaka u odnosu na utjecaj aktivnosti u svakodnevnom životu u razdoblju novog vijeka, industrijalizaciji i obilježjima suvremenog društva i utjecajima na zdravlje čovjeka odnosno kralježnice.

## 7. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata može se zaključiti:

- Preliminarne antropološke analize skeleta iz kripe Dominikanske crkve u Vácu pokazuju prisutnost specifičnih patoloških promjena ljudske kralježnice Schmorlove defekte. Zastupljenost Schmorlovih defekata na kralješcima (17,72 %) odgovara prethodnim istraživanjima povijesnih populacija.
- Najveća učestalost Schmorlovih defekata nalazi se od Th 6 do L2 kralješka, što je sukladno drugim istraživanjima.
- Udio kralježaka koji ima Schmorlove defekte statistički se značajno razlikuje po spolu. Značajno je veći udio kod kralježaka muških skeleta, dok je značajno manji kod kralježaka dječjih skeleta.
- Uočena je statistički značajna razlika u udjelu kralježaka sa Schmorlovim defektom ovisno o dobi. Kod kralježaka skeleta srednje odrasle dobi (40 - 59 godina), značajno je veći udio kralježaka s prisutnim Schmorlovim defektima.
- Promjene tipa B Schmorlovih defekata su najučestalije i najzastupljenije na obje plohe trupa kralježaka (na medijalnom i posteriornom dijelu plohe) u oba spola, kao i kod srednjih, ali i starijih odraslih dobnih skupina.
- Prisutna je odsutnost tipa C u potpunom ispitanom uzorku, zbog čega je potrebno provesti dodatna istraživanja.
- Kralješci muških skeleta imaju veći udio kralježaka sa Schmorlovim defektom tipa B, dok kralješci ženskih skeleta imaju manji udio kralježaka sa Schmorlovim defektom tipa A, od muških i dječjih. Kralješci skeleta srednje odrasle dobi imaju značajno veći udio Schmorlovih defekata tipa B i D od ostalih dobnih skupina.
- Prisutnost Schmorlovih defekata na uzorcima kralježaka dječje dobi potrebno je dodatno istražiti.
- Uzorci cervikalne kralježnice novog doba u ovom uzorku pokazuju obrazac posturalne adaptacije prema sjedilačkom načinu života, koji odgovara istraživanjima suvremenih populacija.

## 8. SAŽETAK

**Cilj istraživanja:** Provesti antropološke analize specifičnih patoloških promjena na uzorcima ljudske kralježnice poput Schmorlovih defekata i interpretirati utjecaj aktivnosti svakodnevnog života na nastanak istih.

**Nacrt studije:** Presječno istraživanje.

**Ispitanici i metode:** Istraživanjem je obuhvaćeno ukupno 1.783 kralježaka, prirodno mumificiranih kostura iz kriptе dominikanske crkve u Vácu u Mađarskoj s kraja 17. do početka 19. stoljeća. Istraživanje je provedeno u Antropološkom odjelu Prirodoslovnog muzeja Mađarske u Budimpešti. Korištene su standardne makroskopske i mikroskopske antropološke metode. Ispitana je prisutnost Schmorlovih defekata prema dobi i spolu, segmentu kralježnice, mjestu i položaju na površini trupova kralježaka i provedena je tipologija.

**Rezultati:** Ukupno su obrađena 474 (25,8 %) vratna kralješka, 953 torakalna kralješka (51,9 %) i 409 (22,3 %) lumbalna kralješka. 17,72 % kralježaka ima Schmorlove defekte. Muški kralješci imaju veću prisutnost Schmorlovih defekata. Najveća učestalost Schmorlovih defekata je od Th 6 do L2 kralješka. Promjene tipa B Schmorlovi defekti su najčešće (46,15 %) i najzastupljenije na obje plohe tijela kralješka (značajno na medijalnoj i posteriornoj plohi) u oba spola, kao i u srednjih i starijih odraslih osoba. Kod kralježaka skeleta srednje odrasle dobi (40 - 59 godina), značajno je veći udio kralježaka s prisutnim Schmorlovim defektima.

**Zaključak:** Specifične patološke promjene ljudske kralježnice, Schmorlovi defekti, prisutni su na uzorcima Vác mumija iz novog doba. Antropološke analize uključile su tipologiju Schmorlovih defekata kao prediktora utjecaja trajanja fizičkog opterećenja na kralježnicu u aktivnostima svakodnevnog života. Prisutnost Schmorlovih defekata u cervikalnoj kralježnici ovih uzoraka pokazuje obrazac posturalne prilagodbe na sjedilački način života, kao što je uočeno u suvremenim populacijama.

**Ključne riječi:** antropološke analize; kralježnica; Schmorlovi defekti.



## 9. SUMMARY

### **Preliminary anthropological analysis of specific pathological changes in the human spine**

**Objectives:** To carry out anthropological analyzes of specific pathological changes on samples of the human spine, such as Schmorl's defects, and to interpret the influence of daily life activities on their occurrence.

**Study Design:** Cross-sectional study.

**Participants and Methods:** The research included a total of 1,783 vertebrae, naturally mummified skeletons from the crypt of the Dominican church in Vác, Hungary from the end of the 17th to the beginning of the 19th century. The research was conducted in the Anthropology Department of the Natural History Museum of Hungary in Budapest. Standard macroscopic and microscopic anthropological methods were used. The presence of Schmorl's defects according to age and gender, spinal segment, location and position on the surface of the vertebral bodies was examined and a typology was performed.

**Results:** A total of 474 (25.8%) cervical vertebrae, 953 thoracic vertebrae (51.9%) and 409 (22.3%) lumbar vertebrae were processed. 17.72% of vertebrae have Schmorl defects. Male vertebrae have a greater presence of Schmorl's defects. The highest frequency of Schmorl's defects is from Th 6 to L2 vertebra. Changes of type B Schmorl defects are the most common (46.15%) and most prevalent on both surfaces of the vertebral body (significantly on the medial and posterior surfaces) in both sexes, as well as in middle-aged and older adults. In the skeleton vertebrae of middle adulthood (40 - 59 years), there is a significantly higher proportion of vertebrae with Schmorl's defects present.

**Conclusion:** Specific pathological changes of the human spine, Schmorl's defects, are present on samples of Vác mummies from the new era. Anthropological analyzes included the typology of Schmorl's defects as a predictor of the impact of duration of physical load on the spine in daily life activities. The presence of Schmorl's defects in the cervical spine of these samples shows a pattern of postural adaptation to a sedentary lifestyle, as observed in modern populations.

**Keywords:** anthropological analyses; Schmorl's defects; spine.

**10. LITERATURA**

1. Sheehan C. Psychological anthropology and medical anthropology: a brief history of ideas and concepts. *Ir J Psychol Med.* 2022 Jun;39(2):115-20. [https://doi: 10.1017/ipm.2021.34](https://doi.org/10.1017/ipm.2021.34).
2. Henry LR. Medical anthropology and the physician assistant profession. *JAAPA.* 2015 Jan;28(1):53-7. [https://doi: 10.1097/01.JAA.0000453863.62323.ef](https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000453863.62323.ef).
3. The Royal Society of Edinburgh. Former Fellows of the Royal Society of Edinburg. Dostupno na adresi: [https://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Joseph\\_Sue](https://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Joseph_Sue). Datum pristupa: 01. 07. 2022.
4. Thieme FP, Schull WJ. Sex determination from the skeleton. *Hum Biol.* 1957 Sep;29(3):242-73.
5. Hanihara, K. Sex diagnosis of Japanese skulls and scapulae by means of discriminant functions. *Journal of the Anthropological Society of Nippon,* 1959;67, 21-27.
6. Krogman WM. Man's posture: where from? Where to? *Clin Orthop.*1962;25:98-109.
7. Giles, E., Elliot, O. Sex determination by discriminant function analysis of the crania. *American Journal of Physical Anthropology.*1963;21, 53-68.
8. Phenice TW. A newly developed visual method of sexing the os pubis. *Am J Phys Anthropol.*1969;Mar, 30(2):297-301.
9. Giles E. Discriminant Function Sexing of the Human Skeleton. U: Stewart TD ur. *Personal Identification in Mass Disaster;* Washington DC: National Museum of Natural History.1970. str. 99-107.
10. Black TK. A new method for assessing the sex of fragmentary skeletal remains: Femoral shaft circumference. *American Journal of Physical Anthropology.*1978;48, 227-232.
11. Hunt EE, Gleiser I. The estimation of age and sex of preadolescent children from bone and teeth. *American Journal of Physical Anthropology.*1955;13, 479-487.
12. McKern TW, Stewart TD. Skeletal Age Changes in Young American Males. Analyzed from the Standpoint of Age Identification. Environmental Protection Research Division :US Army, Natick, Massachusetts: Technical Report; 1957.
13. Greulich WW, Pye SI. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. Standfort: Standford University Press; 1959.

14. Kerley ER. The microscopic determination of age in human bone. *Am J Phys Anthropol.* 1965; Jun; 23(2):149-63.
15. Acsadi G, Nemeskeri J. *History of Human Life Span and Mortality.* Budapest: Akademiai Kiado; 1970.
16. Gilbert BM, McKern TW A method for aging the female os pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 1973;38, 31-38.
17. Fazekas IG, Kosa F. *Forensic Fetal Osteology.* Budapest: Akademiai Kiado; 1978.
18. Birkby WH. An evaluation of race and sex identification from cranial measurements. *American Journal of Physical Anthropology.* 1966; 24, 21-28.
19. Schwidetzky I. Vergleichend-statistische Untersuchungen zur Anthropologie des Neolithikums. 1967; *Homo* 18: 133-198.
20. Schwidetzky I. Vergleichend-statistische Untersuchungen zur Anthropologie der Eisenzeit (letztes Jahrtausend v.d.Z.). 1972; *Homo* 23: 245-72.
21. Jantz RL. Microevolutionary change in Arikara crania: A multivariate analysis. *American Journal of Physical Anthropology.* 1973; 38, 15-26.
22. Rosing FW, Schwidetzky I. Vergleichend-statistische Untersuchungen zur Anthropologie des frühen Mittelalters (500-1000 n.d.Z. ). 1977; *Homo*, 28, 65-115.
23. Owsley DW, Jantz RL. Intracemetery Morphological Variation In Arikara Crania From the Sully Site (39SL4), Sully County, South Dakota. *Plains Anthropologist.* 1978; 23, 139-47.
24. Schuster S. Učestalost i distribucija patoloških promjena starohrvatske i suvremene hrvatske populacije. Doktorski rad. Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2014.
25. Kelley MA. Sex determination with fragmented skeletal remains. *Journal of Forensic Sciences.* 1979;24,154-58.
26. Schulter-Ellis, FP, Hayek LC. Predicting sex and race with an acetabulum-pubis index. *Collegium Antropologicum.* 1984; 8, 155-62.
27. DiBennardo R, Tavior JV. Multiple discriminant function analysis of sex and race in the postcranial skeleton. *American Journal of Physical Anthropology.* 1983; 61, 305-14.
28. Işcan M, Miller-Shaivitz P. Determination of sex from the femur in blacks and whites. *Collegium Antropologicum.* 1984a.; 8, 169-77.

29. Işcan MY, Miller-Shaivitz P. Determination of sex from the tibia. *American Journal of Physical Anthropology*.1984b; 64, 53-58.
30. Steele DG. The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. *American Journal of the Physical Anthropology*.1976; 45:581-88.
31. Eurostat. European statistics. Dostupno na adresi: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/product>. Datum pristupa: 01. 07. 2022.
32. Radiopaedia. Schmorl nodes. Dostupno na adresi: <https://radiopaedia.org/articles/schmorl-nodes-3>. Datum pristupa: 01. 07. 2022.
33. Liu J, He Y, Huang B, Zhang X, Shan Z, Chen J, Fan S, Zhao F. Reoccurring discogenic low back pain (LBP) after discoblock treated by oblique lumbar interbody fusion (OLIF). *J Orthop Surg Res*. 2020 Jan 20;15(1):22. [https://doi: 10.1186/s13018-020-1554-6](https://doi.org/10.1186/s13018-020-1554-6).
34. Mattei TA, Rehman AA. Schmorl's nodes: current pathophysiological, diagnostic, and therapeutic paradigms. *Neurosurg Rev*. 2014 Jan;37(1):39-46. [https://doi: 10.1007/s10143-013-0488-4](https://doi.org/10.1007/s10143-013-0488-4).
35. Moustarhfir M, Bresson B, Koch P, Perozziello A, Barreau G, Schouman-Claeys E, et al. MR imaging of Schmorl's nodes: Imaging characteristics and epidemio-clinical relationships. *Diagn Interv Imaging*. 2016 Apr;97(4):411-7. [https://doi: 10.1016/j.diii.2016.02.001](https://doi.org/10.1016/j.diii.2016.02.001).
36. Azzouzi H, Ichchou L. Schmorl's nodes: demystification road of endplate defects-a critical review. *Spine Deform*. 2022 May;10(3):489-99. [https://doi: 10.1007/s43390-021-00445-w](https://doi.org/10.1007/s43390-021-00445-w).
37. Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, Modic MT, Malkasian D, Ross JS. Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain. *N Engl J Med*. 1994 Jul 14;331(2):69-73. [https://doi: 10.1056/NEJM199407143310201](https://doi.org/10.1056/NEJM199407143310201).
38. Jagannathan D, Indiran V, Fouzal Hithaya F. Prevalence and Clinical Relevance of Schmorl's Nodes on Magnetic Resonance Imaging in a Tertiary Hospital in Southern India. *J Clin Diagn Res*. 2016 May;10(5):TC06-9. [https://doi: 10.7860/JCDR/2016/19511.7757](https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/19511.7757).
39. Jime' Nez-Brobeil SA, Al Oumaoui I, Du Souich PH. Some Types of Vertebral Pathologies in the Argar Culture (Bronze Age, SE Spain) *Int. J. Osteoarchaeol*. 2010;20: 36–46.

40. Šlaus M. Bioarheologija – demografija, zdravlje, traume i prehrana starohrvatskih populacija. Zagreb: Školska knjiga; 2006.
41. Dar G, Peleg S, Masharawi Y, Steinberg N, May H, HersHKovitz I. Demographical aspects of Schmorl nodes: a skeletal study. *Spine* 2009; Apr 20; 34(9):E312-5.
42. Othman M, Menon VK. The prevalence of Schmorl's nodes in osteoporotic vs normal patients: a Middle Eastern population study. *Osteoporos Int.* 2022 Jul;33(7):1493-99. [https://doi: 10.1007/s00198-022-06316-y](https://doi.org/10.1007/s00198-022-06316-y).
43. Keros P, Pećina M. Funkcijska anatomija. Zagreb: Školska knjiga; 2006.
44. Rotim i sur. Anatomija. Zdravstveno veleučilište: Zagreb; 2017.
45. Žuškin E, Mustajbegović J, Dečković Vukres V, Zavalic M, Bogadi-Šare A, Poplašen-OrloVác D, i sur. Prepoznavanje potrebe zdravstvene skrbi o radnicima tijekom povijesti. *Arh Hig Rada Toksikol* 2006;57:201-12.
46. Lai Q, Gao T, Lv X, Liu X, Wan Z, Dai M, et al. Correlation between the sagittal spinopelvic alignment and degenerative lumbar spondylolisthesis: a retrospective study. *BMC Musculoskeletal Disorders* (2018) 19:151 <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2073-z>
47. Mikšić D. Uvod u ergonomiju. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje; 1997.
48. Kroemer KHE, Grandjean E. Prilagođavanje rada čovjeku-ergonomski priručnik. Zagreb: Naklada Slap; 2000.
49. King AI. Injury to the Thoracolumbar Spine and Pelvis. U: Nahum AM, Melvin JW. Editors. *Accidental Injury. Biomechanics and Prevention*; 2002. str. 454-90.
50. Mow VC, Hayes, WC. *Basic Orthopedic Biomechanics*. Philadelphia: LippincottRaven; 1997.
51. Merbs CF. Patterns of activity-induced pathology in a Canadian Inuit population. 1983. Ottawa; archaeological survey of Canada. National Museum of Man, Mercury series 119.
52. Saluja G, Fitzpatrick K, Bruce M, Cross J. Schmorl's nodes (intravertebral herniations of intervertebral disc tissue) in two historic British populations. *J Anat.* 1986 Apr;145:87-96.
53. Hamanishi C, Kawabata TYT, et al. Schmorl's nodes on magnetic resonance imaging. Their incidence and clinical relevance. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19:450–53.

54. Dar G, Masharawi Y, Peleg S, et al. Schmorl's nodes distribution in the human spine and its possible etiology. *Eur Spine J.* 2010;19:670–75.
55. Kyere KA, Than KD, Wang AC, Rahman SU, Valdivia-Valdivia JM, et al. Schmorl's nodes. *Eur Spine J.* 2012 Nov; 21(11):2115-21.
56. McFadden KD, Taylor JR End-plate lesions of the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 1989 Aug;14(8):867-9.
57. Peng B, Wu W, Hou S, Shang W, Wang X, Yang Y. The pathogenesis of Schmorl's nodes. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British.* 2003;Volume. 85 (6): 879–82. <https://doi:10.1302/0301-620X.85B6.13555>.
58. Aggrawal ND, Kaur R, Kumar S, Mathur DN. A study of changes in the spine in weight lifters and other athletes. *Br J Sports Med.* 1979 Jun;13(2):58-61.
59. Yasuma T, Suzuki F, Koh S, Yamauchi Y. Pathological changes in the cartilaginous plates in relation to intervertebral disc lesions. *Acta Pathol Jpn.* 1988 Jun; 38(6):735-50.
60. Walters G, Coumas JM, Akins CM, Ragland RL. Magnetic resonance imaging of acute symptomatic Schmorl's node formation. *Pediatr Emerg Care.* 1991;7:294–96.
61. Takahashi K, Miyazaki T, Ohnari H, Takino T, Tomita K. Schmorl's nodes and low-back pain. Analysis of magnetic resonance imaging findings in symptomatic and asymptomatic individuals. *Eur Spine J.* 1995;4:56–59.
62. Hauger O, Cotten A, Chateil JF, Borg O, Moinard M, Diard F. Giant cystic Schmorl's nodes: imaging findings in six patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2001 Apr; 176(4):969-72.
63. Šlaus M. *The Bioarchaeology of Continental Croatia. An analysis of human skeletal remains from the prehistoric to post-medieval periods.* Oxford 2002:Archaeopress; BAR International Series; 1021.
64. Pfirrmann CW, Resnick D. Schmorl nodes of the thoracic and lumbar spine: radiographic-pathologic study of prevalence, characterization, and correlation with degenerative changes of 1,650 spinal levels in 100 cadavers. *Radiology.* 2001;219:368-74.
65. Kustár A. The facial restoration of Antal Simon, a Hungarian priest-teacher of the 19th c. *Homo.* 2004;55(1-2):77-90. [https://doi: 10.1016/j.jchb.2004.01.002](https://doi:10.1016/j.jchb.2004.01.002).

66. Jäger HY, Maixner F, Pap I, Szikossy I, Pálfi G, Zink AR. Tuberculosis (Edinb). 2022 Feb 19;102181. [https://doi: 10.1016/j.tube.2022.102181](https://doi.org/10.1016/j.tube.2022.102181).
67. Fahey V, Opeskin K, Silberstein M, Anderson R, Briggs C. The pathogenesis of Schmorl's nodes in relation to acute trauma: An autopsy study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23:2272–5.
68. Marušić M i sur. Uvod u znanstveni rad u medicini. 6. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2019.
69. Szikossy, I. (2006): Rejtélyek, sorsok, múmiák. – *Folia Anthropologica* 5: 125–26.
70. Susa É, Pap I, Józsa L. Vác Fehérek temploma kriptafeltárás. 1994–95. A váci múmiák antropológiai vizsgálata. *Magyar Múzeumok*. 1996;2(1): 14–16.
71. Szikossy I, Bernert ZS, Pap I. Anthropological investigation of the 18-19th century ossuary of the Dominican Church. Vác, Hungary. – *Acta Biologica Szegediensis*. 1997;42: 145–50.
72. Pap I, Kustár Á, Guba ZS, Szikossy I. (2009): Face to face with the long passed relatives – Research on the Vác Mummies. – In: WIECZOREK A, ROSENDAHL W, WIEGAND H. (szerk.): *Mumien und Museen. Kolloquium zur Ausstellung MUMIEN. Der Traum vom ewigen Leben. REMmagazin Sonderveröffentlichung 2, Proceedings of the Symposium Mumien und Museen. Reiss-Engelhorn-Museum, Mannheim*, pp. 105–12.
73. Pap I, Szikossy I, Kustár Á, Bajzáth, J. (2009): Behind the Curtain: Secrets, Fates, Mummies – Temporary Exhibition of the Hungarian Natural History Museum, Budapest. – In: Wieczorek A, Rosendahl W, Wiegand H. (szerk.): *Mumien und Museen. Kolloquium zur Ausstellung Mumien. Der Traum vom ewigen Leben. REMmagazin Sonderveröffentlichung 2, Proceedings of the Symposium Mumien und Museen. Reiss-Engelhorn-Museum, Mannheim*, pp. 57–60.
74. Pap I, Szikossy I, Kustár Á, Pálfi GY. (2014): A multidiszciplináris múmiakutatás Magyarországon – különös tekintettel a 18. századi váci múmiákra. – In: Gurka D. (szerk.): *Egymásba tükröződő emberképek. Az emberi test a 18-19. századi filozófiában, medicinában és antropológiában. Gondolat Kiadó, Budapest*, pp. 237–48.
75. Pap I, Szikossy, I. A Magyar Természettudományi Múzeum múmiái hazai és külföldi kiállításokon. The mummies of the Hungarian Natural History Museum in different

exhibitions in Hungary and other countries. – *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici*. 2015;107: 375–98.

76. Campillo D. Herniated intervertebral lumbardiscs in an individual from the Roman Era, exhumated from the “Quinta de San Rafael” (Tarragona, Spain). *Journal of Paleopathology*. 1989;2: 89–94.

77. Capasso L, Kennedy KAR, Wilczak CA. Atlas of occupational markers on human remains. Italy: Associazione Antropologica Abruzzese, 1999.

78. Ortiz Ospina E. Life expectancy. What does this actually mean? Dostupno na adresi: [https://en.wikipedia.org/wiki/Life\\_expectancy](https://en.wikipedia.org/wiki/Life_expectancy). Datum pristupa: 01. 07. 2022.

79. Váradi OA, Rakk D, Spekker O, Terhes G, Urbán E, Berthon W, et al. Verification of tuberculosis infection among Vác mummies (18th century CE, Hungary) based on lipid biomarker profiling with a new HPLC-HESI-MS approach. *Tuberculosis (Edinb)*. 2021 Jan;126:102037. <https://doi: 10.1016/j.tube.2020.102037>.

80. Szikossy I, Pálfi G, Molnár E, Karlinger K, Kovács BK, Korom C, et al. Two positive tuberculosis cases in the late Nigrovits family, 18th century, Vác, Hungary. *Tuberculosis (Edinb)*. 2015 Jun;95 Suppl 1:S69-72. <https://doi: 10.1016/j.tube.2015.02.015>.

81. Spigelman M, Donoghue HD, Abdeen Z, Ereqat S, Sarie I, Greenblatt CL, et al. Evolutionary changes in the genome of *Mycobacterium tuberculosis* and the human genome from 9000 years BP until modern times. *Tuberculosis (Edinb)*. 2015 Jun;95 Suppl 1:S145-9. <https://doi: 10.1016/j.tube.2015.02.022>.

82. Zhang N, Li FC, Huang YJ, Teng C, Chen WS. Possible key role of immune system in Schmorl's nodes. *Med Hypotheses*. 2010;74:552–4.

83. Coventry M, Ghormley R, Kernohan J. The intervertebral disc: its microscopic anatomy and pathology: part I. Anatomy, Development, and Physiology. *JBJS*. 1945;27:105–12.

84. Jurmain R. Stories from the skeleton. Behavioral reconstruction in human osteology. Gordon and Breach: Amsterdam; 1999.

85. Saluja G, Fitzpatrick K, Bruce M, Cross J. Schmorl's nodes (intravertebral herniations of intervertebral disc tissue) in two historic British populations. *J Anat*. 1986 Apr;145:87-96.



86. Vernon-Roberts B, Moore RJ, Fraser RD. The natural history of age-related disc degeneration: the pathology and sequelae of tears. *Spine (Phila Pa 1976)*.2007;Dec 1; 32(25):2797-804.
87. Bedić, Ž, Vyroubal V, Meić D, Premužić Z, Šlaus, M. (2007). Anthropological analysis of the early mediaeval Stranče - Gorica skeletal series. Abstracts book of the 13th Annual meeting of the European Association of Archaeologists / Uglešić, Ante (ur.). - Zadar: Sveučilište u Zadru, 340-41.
88. Novak M, Šlaus M, Pasarić M. Bioarheološke osobine novovjekovne populacije s nalazišta Koprivno – kod Križa kraj Klisa. *Opusc.archaeol.* 2008;31, 303–46.
89. Hilton RC, Ball J, Benn RT. Vertebral end-plate lesions (Schmorl ' s nodes) in the dorsolumbar spine. *Ann Rheum Dis.* 1976 Apr;35(2):127-32. [https://doi: 10.1136/ard.35.2.127](https://doi.org/10.1136/ard.35.2.127) 127–132.
90. Abu-Ghanem S, Ohana N, Abu-Ghanem Y, Kittani M, Shelef I. Acute Schmorl Node in Dorsal Spine: An Unusual Cause of a Sudden Onset of Severe Back Pain in a Young Female Asian Spine J. 2013 Jun; 7(2): 131–35.
91. Fahey V, Opeskin K, Silberstein M, Anderson R, Briggs C. The pathogenesis of Schmorl's nodes in relation to acute trauma. An autopsy study *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998 Nov 1;23(21):2272-5. [https://doi: 10.1097/00007632-199811010-00004](https://doi.org/10.1097/00007632-199811010-00004)
92. Brinjikji W, Diehn FE, Jarvik JG, Carr CM, Kallmes DF, Murad MH, Luetmer PH. AJNR MRI Findings of Disc Degeneration are More Prevalent in Adults with Low Back Pain than in Asymptomatic Controls: A Systematic Review and Meta-Analysis *Am J Neuroradiol.* 2015 Dec;36(12):2394-9. [https://doi: 10.3174/ajnr.A4498](https://doi.org/10.3174/ajnr.A4498).
93. Diehn F, Maus T, Morris J, Carrie MC, Kotsenas AL, Luetmer PH, et al. Uncommon Manifestations of Intervertebral Disk Pathologic Conditions. *Radiographics.* 2016;36(3):801-23. [https://doi:10.1148/rg.2016150223](https://doi.org/10.1148/rg.2016150223)
94. Lawan A, Crites Videman J, Battié MC. The association between vertebral endplate structural defects and back pain: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2021 Sep;30(9):2531-2548. [https://doi: 10.1007/s00586-021-06865-6](https://doi.org/10.1007/s00586-021-06865-6).

95. Wang Y, Videman T, Battie MC. Morphometrics and lesions of vertebral end plates are associated with lumbar disc degeneration: evidence from cadaveric spines. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:e26. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.00124>
96. Ogon M, Riedl-Huter C, Sterzinger W, Krismer M, Spratt KF, Wimmer C. Radiologic abnormalities and low back pain in elite skiers. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Sep;(390):151-62. [https://doi: 10.1097/00003086-200109000-00018](https://doi:10.1097/00003086-200109000-00018).
97. Williams FMK, Manek NJ, Sambrook PN, et al. Schmorl's nodes: common, highly heritable, and related to lumbar disc disease. *Arthrit Care Res.* 2007;57:855–860. <https://doi.org/10.1002/art.22789>
98. Samartzis D, Mok FPS, Karppinen J, Fong DYT, Luk KDK, Cheung KMC. Classification of Schmorl's nodes of the lumbar spine and association with disc degeneration: a large-scale population-based MRI study. *Osteoarthritis and Cartilage* Vol.24, Issue 10, October 2016, 1753-60.
99. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. *Eur Spine J.* 2011;20(Suppl 5): 609–18.
100. Le Huec JC, Saddiki R, Franke J, Rigal J, Aunoble S. Equilibrium of the human body and the gravity line: the basics. *Eur Spine J.* 2011;20(Suppl 5): 558–63.
101. Le Huec JC, Aunoble S, Philippe L, Nicolas P. Pelvic parameters: origin and significance. *Eur Spine J.* 2011;20(Suppl 5): 564–71.
102. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach. *Eur Spine J.* 2011;20(Suppl 5): 578–85.
103. Heary RF, Madhavan K. The history of spinal deformity. *Neurosurgery.* 2008;63(3 Suppl): 5-15. [https://doi: 10.1227/01.NEU.0000324520.95150.4C](https://doi:10.1227/01.NEU.0000324520.95150.4C).
104. Le Huec JC, Roussouly P. Sagittal spino-pelvic balance is a crucial analysis for normal and degenerative spine. *Eur Spine J.* 2011;20(Suppl 5): 556–57.
105. Lawan A, Crites Videman J, Battié CM. The association between vertebral endplate structural defects and back pain: a systematic review and meta-analysis. *European Spine Journal.* 2021;30:2531–48 <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06865-6>

106. Schmorl G. Die pathologische Anatomie der Wirbelsaule Verh Dtsch Path Ges: 1927;21. 3-41.
107. Rothschild BM, Ho J, Masharawi Y. Macroscopic anatomy of the vertebral endplate: quid significat? *Anthropol Anz.* 2014;71:191–217. <https://doi.org/10.1127/0003-5548/2014/0365>
108. Ekşi MŞ, Turgut VU, Berikol G, Özmen BB, Huet SE, Dinç T, et al. Schmorl's nodes could be associated with intervertebral disc degeneration at upper lumbar levels and end-plate disease at lower lumbar level in patients with low back pain. *J Clin Neurosci.* 2022 Jun;100:66-74. <https://doi: 10.1016/j.jocn.2022.04.004>. nema
109. Wang Y, Videman T, Battié MC. ISSLS prize winner: lumbar vertebral endplate lesions: associations with disc degeneration and back pain history. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012; 37:1490–96. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182608ac4>
110. Wang Y, Videman T, Battie MC. Morphometrics and lesions of vertebral end plates are associated with lumbar disc degeneration: evidence from cadaveric spines. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:e26. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.00124>
111. Crock HV. Internal disc disruption. A challenge to disc prolapse fifty years on. *Spine (Phila Pa 1976).* 1986;11:650–53.
112. Abbas J, Slon V, Stein D, Peled N, Hershkovitz I, Hamoud K. In the quest for degenerative lumbar spinal stenosis etiology: the Schmorl's nodes model. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:1–7. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1512-6>
113. Chen L, Battié MC, Yuan Y, Yang G, Chen Z, Wang Y. Lumbar vertebral endplate defects on magnetic resonance images: prevalence, distribution patterns, and associations with back pain. *Spine J.* 2020;20:352–60. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2019.10.015>
114. Zehra U, Cheung JPY, Bow C, et al. Multidimensional vertebral endplate defects are associated with disc degeneration, modic changes, facet joint abnormalities, and pain. *J Orthop Res.* 2019 May;37(5):1080-1089. <https://doi: 10.1002/jor.24195>.
115. Hamanishi C, Kawabata TYT, et al. Schmorl's nodes on magnetic resonance imaging. Their incidence and clinical relevance. *Spine (Phila Pa 1976).* 1994;19:450–453.

116. Munir S, Freidin MB, Rade M, et al Endplate defect is heritable, associated with low back pain and triggers intervertebral disc degeneration: A longitudinal study from TwinsUK. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43:1496–1501. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002721>
117. Takatalo J, Karppinen J, Niinimäki J, et al. Association of Modic Changes, Schmorl's nodes, spondylolytic defects, high-intensity zone lesions, disc herniations, and radial tears with low back symptom severity among young finnish adults. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012; 37:1231–1239. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e3182443855>
118. Videman T, Levälähti E, Michele C Battié MC. The effects of anthropometrics, lifting strength, and physical activities in disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Jun 1;32(13):1406-13. <https://doi: 10.1097/BRS.0b013e31806011fa>
119. Paterakis KN, Brotis AG, Dardiotis E, Hadjigeorgiou GM, Karachalios T, Fountas KN. Acute Schmorl's Node during Strenuous Monofin Swimming: A Case Report and Review of the Literature *Global Spine J*. 2012 Sep;2(3):159-68. <https://doi: 10.1055/s-0032-1307262>.

**12. PRILOZI**

- 12.1. Odobrenje - Hungarian Natural History Museum, Budimpešta, Mađarska, 2022.
- 12.2. Suglasnost za rad na materijalu - Hungarian Natural History Museum, Budimpešta, Mađarska, 2017.

## 12.1. Odobrenje - Hungarian Natural History Museum, Budimpešta, Mađarska, 2022.



**Hungarian Natural History Museum**

13 Baross Street Budapest H-1033  
 H-1431 Budapest Pf. 137.  
 VAT number: 15321192-2-42  
 Phone: + 36 (1) 267-7100, + 36 (1) 267-5999

## CERTIFICATE

The Hungarian Natural History Museum (hereinafter: HNHM) verifies that Snježana Schuster, assistant professor from the University of Applied Health Sciences, Department of Physiotherapy, Zagreb, Croatia, conducted anthropological research on spinal vertebrae of historical populations treasured in the collection of the Department of Anthropology of HNHM, in the period from 2016 to 2018 with the museum's permission. The permission was given for the skeletal/mummified human remains of the following archaeological sites from the museum's anthropological collection:

- Vác-Fehérek temploma
- Egyiptom
- Zalavár-Vársziget Hadrianus Templom
- Zalavár-Kápolna

The permission allows for Snježana Schuster the use of the collected data and the results for further scientific and research purposes, namely noncommercial publication of the scientific work with accompanying photographs of research samples, use of results in master's or PhD thesis, publication of research results at professional and scientific conferences, congresses and symposia.

However, any publication with commercial purpose is only allowed with the prior permission from the Director General of HNHM.

In any respective publication it is compulsory for the researcher (in this case, for Snježana Schuster) to make reference to the collections of the HNHM with special attention to proprietorship and any particular registration number.

Budapest, 16 May 2022



Mr. Zsolt Bernert,



General Director of Hungarian Natural History Museum

12.2. Suglasnost za rad na materijalu - Hungarian Natural History Museum, Budimpešta, Mađarska, 2017.

HUNGARIAN NATURAL HISTORY MUSEUM  
1088 Budapest, Baross u.13. ikt. szám.....

**RESEARCH PERMIT FORM**

Name: Snjezana Schuster  
 Identification card/passport no.: 104521103  
 Place of employment: University of Health Sciences  
 Contact (email, phone): schustersnjezana@gmail.com  
 Department and collection to be visited: Anthropology  
 Host (name of the curator): Pap Ildikó, Szikossy Ildikó  
 Proposed time of visit: 2017.02.07.-2017.04.07.  
 Goal and nature of study (scientific/commercial, methods): Skeletal analysis of spine.  
 Material to be studied (be as specific as possible): Vác- Fehérek temploma, skeletalized part  
 Type specimens included (yes/no):  
 Equipment requested: microscope  
 Photography of specimens for research use only (yes/no): YES  
 Scanning/copying of printed matter, archived material (yes/no):  
 Invasive sampling (yes/no, methods): No

By signing the document I hereby accept the below Terms and Conditions:

Bp. 2017. 02. 06. SSJ  
 Place and Date Signature

Remarks and special conditions applied (if any):

Permission granted:

Bp. 2017. 02. 06. Kustaf Agnes  
 Place and Date Head of Department

A. A.  
 Deputy Director General for Research and Collections  
 (in case of photography)