LJUDSKI ILI ŽIVOTINJSKI KOŠTANI OSTATCI?

HUMAN OR ANIMAL SKELETAL REMAINS?

VEDRANA PETROVEČKI, DAVOR MAYER, IVANA KIŠ, MARIO ŠLAUS, DAVOR STRINOVIĆ*

Deskriptori: Sudska antropologija – metode; Kosti – anatomija i histologija, kemija

Sažetak. Svrha je ovoga prikaza davanje smjernica liječnicima za razlikovanje ljudskih i životinjskih koštanih ostataka. Opisuju se obilježja koja jasno razlikuju životinjske od ljudskih kostiju, ali i druge metode temeljem kojih je moguće zaključivati o podrijetlu pojedinoga koštanog materijala. Navedena obilježja primijenjena su pri analizi i identifikaciji koštanih ostataka pronađenih u Lici. Zaključno se navodi koje su mogućnosti i granice prosudbe liječnika koji prvi dođe u dodir s koštanim materijalom.

Descriptors: Forensic anthropology – methods; Bone and bones – anatomy and histology, chemistry

Summary. The aim of the article is to provide physicians with guidelines for differentiating human from animal skeletal remains. Morphologic features which clearly distinguish human and nonhuman bones are presented, together with an overview of the methods available for further analysis of bone material. Process of bone identification is exemplified through the case of skeletal remains recovered in Lika district in Croatia. Instructions for the physicians faced with bone material are given in order to better understand their possibilities and limitations when interpreting such findings.

Liječ Vjesn 2006;128:238–241

Slučajno pronalaženje koštanog materijala nije neuobičajen događaj. Kosti se mogu naći u urbanim sredinama, pri opsežnijim građevinskim radovima, u prvome redu pri iskopima, ali i rušenju ili rekonstrukciji starih ili napuštenih objekata. Još je vjerojatnije pronalaženje koštanih ostataka u otvorenoj prirodi, nenaseljenim krajevima te na poljoprivrednom zemljištu. Osobe koje ih prve pronađu obično su lovci, šumski radnici ili izletnici, a i mještani okolnih naselja. Pronalaženje kostiju na hrvatskim područjima koja su tijekom Domovinskog rata bila poprištem ratnih zbivanja budi temeljitu sumnju da se radi o ljudskim ostacima.

Ako je riječ o čitavome ili bar djelomično očuvanome ljudskom kosturu, redovito nema sumnje o podrijetlu nalaza. Daljnji je postupak tada u rukama istražnih tijela, pri čemu vjerojatno neće biti potrebe za angažiranjem lokalnog liječnika. Međutim, dvojbe se pojavljuju u slučajevima pronalaženja manjega broja pojedinačnih kostiju ili tek jedne kosti. Suočavanje s takvim materijalom za većinu je liječnika relativno rijedak, ali praktično moguć događaj. Obično je riječ o situaciji kad, u manjim sredinama, djelatnici policije donose slučajno pronađene kosti k lokalnom liječniku. Od liječnika se traži izjašnjavanje o tome jesu li kosti ljudske. Ako se ta pretpostavka potvrdi, nastavljaju se istražne radnje koje trebaju odgovoriti na pitanje o podrijetlu kostiju, a same se kosti upućuju na daljnju analizu u ustanove s potrebnim iskustvom. U Republici Hrvatskoj to su prije svega zavodi za sudsku medicinu. Ako liječnik isključi mogućnost humanoga podrijetla kostiju, slučaj se zaključuje. Dakle, od liječnika na terenu, u lokalnoj ambulanti, traži se svojevrsna trijaža o ishodu koje ovisi daljnji postupak istražnih tijela.

Zbog neiskustva u radu s koštanim materijalom, liječnik pri izražavanju svoje procjene može osjetiti nelagodu ili nesigurnost. Unatoč tomu, liječnik već svojim temeljnim obrazovanjem predstavlja osobu koja je u takvim okolnostima jedina podobna i pozvana dati stručnu prosudbu.

Ovisno o znanju i praktičnome iskustvu osobe koja naknadno analizira koštani materijal, često je moguće dobiti brojne dragocjene podatke o osobi kojoj su kosti pripadale. Procjena spola, dobi i visine temeljni su podatci koji se dobivaju tim putem, a nadopunjuju ih opažanja drugih pojedinosti (npr. ozljede i bolesti koje se odražavaju na stanje kostiju) važnih za kasnije utvrđivanje identiteta i okolnosti smrti osobe. Naravno da količina podataka koju koštani materijal može pružiti izravno ovisi o njegovoj očuvanosti i cjelovitosti. No, podrobna se analiza provodi kasnije, a liječniku koji prvi dođe u dodir s kostima ostaje zadatak primarne procjene materijala koji mu je predočen.

Prije svega, liječnik treba ocijeniti je li dostavljeni materijal uopće kost. Na prvi se pogled to pitanje čini suvišnim, osobito ako su nađene cijele, neoštećene kosti. No, različiti prirodni i sintetički materijali mogu na prvi pogled nalikovati koštanim ulomcima ili manjim kostima. Prije svega, to se odnosi na ulomke vapnenačkih stijena koje s kostima mogu dijeliti boju, a dijelom i sastav. Također, komadi plastike mogu naizgled vjerno oponašati koštanu tvar.[1] Od liječnika se, za razliku od laika, može očekivati da će promatranjem uspješno riješiti tu prvu dvojbu.

Sljedeće, ujedno i središnje pitanje na koje je potrebno odgovoriti jest radi li se o ljudskim ili životinjskim ostacima.[2,3] Ako su kosti cjelovite, temeljno poznavanje ljudske

* **Zavod za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu** (dr. sc. Vedrana Petrovečki, dr. med.; mr. sc. Davor Mayer, dr. sc.; prof. dr. sc. Mario Šlaus, dipl. arh.; prof. dr. sc. Davor Strinović, dr. med.); **Klinika za unutarnje bolesti Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu** (mr. sc. Ivana Kiš, dr. vet. med.)

Adresa za dopisivanje: Dr. sc. V. Petrovečki, Zavod za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Šalata 11, 10 000 Zagreb

Primljeno 16. prosinca 2005., prihvaćeno 14. ožujka 2006.



Slika 1. *Lijevi humerus čovjeka (lijevo) i medvjeda (desno). Životinjska je kost grublja, masivnija, izraženijih mišićnih hvatišta, naglašenijih uglobnih površina*

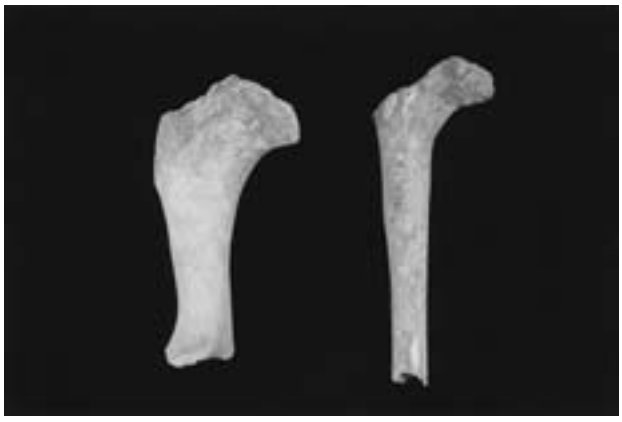
Figure 1. *Left human humerus (left) compared to left bear humerus (right). Animal bone is more massive, muscle insertions and articulating surfaces are more prominent*

anatomije trebalo bi biti dostatno za razlikovanje ljudskih koštanih ostataka od koštanih ostataka drugih živih bića.[4] Teškoću može predstavljati analiza malih kostiju šapa nekih životinja (npr. medvjeda) te kralježaka (npr. jelena), koji mogu nalikovati odgovarajućim kostima ljudskog kostura.[1,3,5,6] Prosudba biološkoga podrijetla necjelovitih, odnosno izlomljenih kostiju može zahtijevati mikroskopsku analizu,[7–9] uporabu rendgena,[6,10] seroloških tehnika[4,11] ili analizu DNA.[12,13]

Metode razlikovanja

Makroskopska građa

Pri promatranju oblika većine kostiju čovjeka i odgovarajućih kostiju različitih sisavaca u oči najprije upada njihova međusobna sličnost. Pomnijom usporedbom dugih kostiju odraslih jedinki (slika 1) jasno se razabire da su ljudske kosti ravnije i nježnijeg izgleda. S druge strane, životinjska je kost masivnija, robustnija.[14–16] Ta se razlika može uočiti i kod kostiju jedinki u razvoju, čiji koštani rast još nije dovršen (slika 2). Mišićna hvatišta na ljudskim kostima slabije su razvijena u odnosu na životinjske kosti, kod kojih hvatišta gdjekad strše u obliku oštrih grebena. Razlike postoje i na zglobnim plohama i području oko epifizne ploče – ti su dijelovi kostiju u životinja naglašeniji nego u ljudi[16] (slika 1). Površina koju zauzima zglobna ploha u odnosu na čitavu kost veća je u životinjskih kostiju. Osobitosti unutarnje građe otkrivaju se na poprečnome presjeku. Prigoda za uvid u unutarnju građu postoji kod pronalaska ulomka kosti. U slučaju pronalaska cijele kosti valja se ograničiti na pregled izvana, jer je kost na daljnju analizu potrebno dostaviti u stanju u kakvom je nađena – dakle, bez piljenja. Udio kompaktne koštane tvari u odnosu na ukupnu površinu presjeka dugih kostiju razlikuje se kod pojedinih živih bića. U čovjeka je promjer kompaktne tvari dugih kostiju okrajina približno jednak četvrtini promjera kosti, a kod drugih sisavaca približno trećini. Usporedbe radi, kod ptica je tek osmina promjera kosti zauzeta kompaktnom koštanom tvari. Razlike u građi spužvastoga dijela kosti očituju se u većoj gustoći koštanih gredica u životinjskim kostima.[16]



Slika 2. *Proksimalni dio lijevog humerusa mlade svinje, gledan straga (lijevo) i proksimalni dio desne natkoljenične kosti djeteta u dobi od oko 7 godina, gledan sprijeda (desno). Epifize nedostaju na obje kosti. Upadljiva je međusobna sličnost, no ljudska je kost nježnija i ravnija*

Figure 2. *Proximal end of young pig's left humerus, posterior view (left) compared to proximal end of right femur of a 7-year-old child, anterior view (right). Epiphyseal plates of both bones are mising. Shapes of bones are similar. Human bone is more delicate and straight*

Što je nalaz oskudniji i slabije očuvan, manje je pouzdan i zaključak o njegovu podrijetlu na temelju izgleda. Kosti malih životinja mogu se zamijeniti s dječjim kostima, a kosti nešto većih životinja s kostima mlađih osoba. Pogreška je osobito vjerojatna ako nedostaje glava i zdjelica.[11] Kod nalaza većeg broja pomiješanih kostiju nastoje se iz materijala izlučiti životinjske kosti.

Histološka građa

Temeljno obilježje za razlikovanje ljudskih od kostiju ostalih sisavaca jest veća prisutnost pleksiformne (ispreplетene) kosti u životinja.[7,8] To je poseban oblik organizacije mineraliziranoga koštanog matriksa u vodoravnim, pravilnim slojevima, tzv. laminama. Ta se mikroskopska osobitost kod ljudi susreće samo iznimno, i to u mlađoj životnoj dobi.[8,9] Prisutnost nejednolikih, nepravilno raštrkanih osteona u kosti upućuje na ljudsku kost, dok su osteoni životinjskih kostiju ujednačeni po obliku i veličini i vrlo gusto složeni. Između pojedinih osteona nađe se vrlo malo intersticijske kosti.[7,9]

Radiološka analiza

Medvjeđa šapa koja je većim dijelom skeletirana, s tek nešto preostalih mekih tkiva, nalikuje čovječjoj šaci.[1] Korisno je u slučaju dvojbe nalaz rendgenski snimiti. Snimka takvih ostataka tipično otkriva brojne sezamske kosti te razliku u anatomskim odnosima kostiju doručja i malih kostiju zapešća. Očitavanje snimke nedvojbeno će isključiti mogućnost da se radi o ljudskoj šaci.[6,11]

Razlika između ljudskih i životinjskih kostiju može se uočiti i na rendgenskim snimkama cjelovitih ili djelomično očuvanih dijafiza dugih kostiju.[10] Dva su obilježja svojstvena ljudskim kostima: gredice spužvastoga koštanog tkiva u području dijafiza dugih kostiju kružne su ili duguljaste, osim kod palčane kosti gdje su jednolikije i gušće, a obris

granice između kompaktnoga i spužvastoga koštanog tkiva nije oštar. Nasuprot tomu, postoje četiri obilježja životinjskih kostiju: gredice spužvastoga koštanog tkiva su u pravilu ujednačene i guste; granica između kompaktnoga i spužvastoga koštanog tkiva obično je jasno izražena, oštra i ravna; od kompaktne koštane tvari odvajaju se trnasti izdanci koji ulaze u spužvastu tvar; u području dijafize može se uočiti prisutnost hranidbenih kanala koji se protežu sve do središta kosti.[10]

Serološke metode

Kad su kosti izrazito izlomljene, pa su anatomska obilježja neprepoznatljiva, ili ako se radi o manjim koštanim ostatcima, moguće je razlikovati ljudske od životinjskih ostataka seološkim metodama.[4,11] Kosti, naime, sadržavaju različite proteine, od kojih je najvažniji kolagen. U svježim kostima kralježnjaka njegov je maseni udio oko 20%. Osim kolagena, u kostima je prisutan i serumski albumin. Oba proteina ostaju očuvana u kostima i tijekom duljeg vremena, a osobitost im je da su specifični za pojedinu biološku vrstu ili rod. Testovi se temelje na reakciji molekula proteina ekstrahiranih iz kostiju, koje predstavljaju antigene, s nizom protuseruma koji su specifični za pojedine životinjske vrste. U slučaju podudarnosti, protutijela iz seruma reagiraju s antigenom u klasičnoj imunosnoj reakciji, koja se očitava zahvaljujući prethodnoj obilježenosti protutijela, npr. nekim radioaktivnim biljegom. U slučaju nepodudaranja, reakcija izostaje i rezultat se očitava kao negativan.[4,11]

Analiza DNA

Prethodno navedene serološke metode imaju ograničenu primjenu kad se radi o starim koštanim ostacima. Zbog proteka vremena dolazi do razgradnje proteina, što onemogućuje njihovu primjenu.[4,13] U takvim okolnostima metoda odabira je analiza DNA kojom je moguće utvrditi pripadnost vrsti i kad je riječ o malim koštanim ulomcima. Postojanost DNA također se s vremenom smanjuje, to jest dolazi do degradacije molekule. Međutim, koštana tvar je jedan od najboljih prirodnih »spremnika« za očuvanje molekule DNA, pa je analizu moguće provesti i dugi niz godina nakon smrti jedinke. Lančanom reakcijom polimerazom moguće je umnožiti specifična područja molekule. Građa, odnosno sljedovi nukleotida u tim varijabilnim područjima omogućuju potvrdu, odnosno isključivanje ljudskog podrijetla analiziranog materijala. Kao materijal za analizu služi nuklearna DNA (podrijetlom iz staničnih jezgri). Ako je uzorak u tako lošem stanju da izolacija ne uspije, nastoji se izolirati mitohondrijska DNA koja je postojanija i otpornija na propadanje. Analizirana područja molekule uključuju hipervarijabilnu D-petlju, a ishod analize jasno razdvaja pripadnike različitih bioloških vrsta.[12,13]

Prikaz slučaja

Tijekom raščišćavanja dvorišta napuštene kuće u Donjem Lapcu, u svibnju 2000. godine, pronađeni su koštani ostatci nalik na ostatke skeletiranih ljudskih nogu. Pod pretpostavkom da se radi o ljudskim ostatcima, istražni sudac Županijskog suda u Gospiću izdao je nalog da se utvrdi biološko podrijetlo kostiju.

Pregledom dobivenih kostiju utvrđeno je da nalaz čine dvije bedrene kosti, lijeva goljenična kost, desna lisna kost te dio desne goljenične kosti. Zbog stanovite sličnosti s ljudskim kosturom, prvim pregledom nije pouzdano utvrđeno njihovo biološko podrijetlo. Stoga je materijal upućen na daljnju pretragu.



Slika 3. *Kosti stražnjih nogu medvjeda, uz njih zdesna kosti lijeve noge čovjeka. U medvjeda je potkoljenica značajno kraća od natkoljenice. Kosti medvjeda su krupnije, zdepastije*

Figure 3. *Skeleton of the bear's rear limbs, compared to human left leg (right). Animal's lower leg is considerably shorter than the thigh. Bear's bones are more coarse and rough*

Kosti su pripadale odrasloj jedinki. O dovršenosti rasta bilo je moguće zaključiti prema izgledu epifiza, koje su bile u cijelosti srasle s dijafizama. Usporedba s odgovarajućim ljudskim kostima jasno je upućivala na to da se ne radi o ljudskim kostima (slika 3). Kosti su bile izrazito krupne i zdepaste, izraženih mišićnih hvatišta i naglašenih zglobnih ploština. Na proksimalnoj polovici desne lisne kosti utvrđen je stari, dobro srasli prijelom s vidljivim obilnim kalusom. Prijelom goljenične kosti koji se nalazio u istoj visini nije bio dobro srastao, nego se razvila pseudoartroza (slika 4). Iz toga se može pretpostaviti da se životinja nije mogla služiti tom nogom ili da je funkcija noge bila znatno smanjena.

Vizualna usporedba zaprimljenih kostiju s kosturima koji su prikazani u anatomskome atlasu domaćih životinja[15] po-



Slika 4. *Stari prijelom desne potkoljenice medvjeda – lisna kost srasla obilnim kalusom, na goljeničnoj kosti kalus i pseudoartroza*

Figure 4. *Old fracture of bear's right lower leg. Fibula has healed by forming an abundant callus. Pseudoarthrosis is visible on tibia, in addition to the calus*

tvrdila je da se ne radi o kostima ni jedne domaće životinje. Neizravno je na to upućivala i spomenuta stara ozljeda na kostima desne potkoljenice. Naime, uobičajeno je da se domaće životinje nakon tako teškog ozljeđivanja usmrćuju. Nakon usporedbe s kostima iz zbirke Zavoda za biologiju Veterinarskog fakulteta u Zagrebu nedvojbeno je utvrđeno da pronađene kosti pripadaju medvjedu.

Rasprava

Znanje anatomije stečeno tijekom studija medicine trebalo bi biti dostatan temelj za razlikovanje cjelovitih ljudskih od životinjskih kostiju. Najlakše se razlikuju u cijelosti očuvane lubanje, zdjelica i duge kosti okrajina.[1]

U literaturi se često navodi da je iskustvo bitan čimbenik za uspješno razlikovanje ljudskih od životinjskih kostiju.[4] Svakako da stručnjak koji se češće susreće s takvim materijalom ima u svom radu više iskustva i sigurniji je pri davanju mišljenja. No, izostanak većeg iskustva ne treba omesti liječnika da pristupi pregledu i iskaže svoj nalaz i mišljenje. Obilježja građe životinjskih kostiju navedena u tekstu trebala bi pomoći u donošenju odluke o kakvim se kostima radi. Ozbiljnim i pozornim pristupom liječnik će u mnogim slučajevima moći uspješno riješiti nesvakidašnju situaciju kakvu za većinu predstavlja pregled kosatiju. Valja nastojati da se pregled obavi u mirnim uvjetima i bez žurbe. Po potrebi treba kosti isprati od zemlje, blata i drugog materijala. Postoje li uvjeti, korisno je izraditi fotodokumentaciju slučaja. Ne treba pridavati pozornost eventualnim pritiscima od strane predstavnika istražnoga tijela da se pregled obavi žurno, na što se gdjekad može naići. Također, na mišljenje ne trebaju utjecati laičke, paušalne »procjene« nestručnih osoba prisutnih pri pronalaženju ili pregledu kostiju. Još jednom treba naglasiti – laici mogu donekle poznavati izgled životinjskih kostiju iz prigoda u svakodnevnom životu. Međutim, poznavanje ljudskog kostura, kao i usporedba ljudskih i životinjskih kostiju isključivo je u djelokrugu medicinski educirane osobe.

Okolnosti pronalaženja mogu upućivati na podrijetlo te ih valja imati na umu, ali one ne smiju biti presudne za davanje mišljenja. Okolnosti, naime, mogu zavarati i navesti na pogrešan zaključak. Primjer za to jest moguće pronalaženje kostiju u jamama koje stanovnici seoskih sredina znaju rabiti za odlaganje uginule stoke. Samo na prvi pogled nameće se zaključak da je ondje pronađena kost životinjska. Naime, upravo su te jame, prisutne osobito u krškim krajevima Hrvatske, bile mjestima pronalaženja posmrtnih ostataka više osoba stradalih tijekom Domovinskog rata.

Zaključak

Pristup u kojem liječnik koji prvi dođe u dodir s koštanim materijalom ima odgovornost za svojevrsnu trijažu koštanih ostataka racionalan je i optimalan pristup takvim slučajevima. Naime, često je moguće već nakon prvoga pregleda odgovoriti na pitanje o podrijetlu kostiju. To znači da se već u početku izdvajaju slučajevi kod kojih se, kad su kosti životinjske, neće provoditi daljnje istražne radnje, pa se time izbjegava nesvrhovito opterećivanje istražnih tijela nepotrebnim kriminalističkim obradbama. Nađe li se u dvojbi, liječniku ostaje mogućnost uputiti nalaz na daljnju obradu koju u pravilu obavlja specijalist sudske medicine. Takvo upućivanje zasigurno je prihvatljivija i bolja odluka od odbacivanja pretpostavke o ljudskom podrijetlu kostiju u slučaju kad liječnik temeljito dvoji o prirodi nalaza.

Rad je financiran Projektom Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske broj 0108249.

Autori zahvaljuju prof. dr. sc. Đuri Huberu, predstojniku Zavoda za biologiju Veterinarskog fakulteta u Zagrebu na ustupanju primjeraka iz zbirke kostura medvjeda, kao i Aniti Lukić, dr. med. na pomoći pri obradi fotografija.

LITERATURA

1. *Pickering RB, Bachman DC.* The use of forensic anthropology. Boca Raton: CRC Press; 1997;69–73.
2. *Schuer L.* Application of osteology to forensic medicine. Clin Anat 2002;15:297–312.
3. *Brooks ST.* Human or not? A problem in skeletal identification. J Forensic Sci 1975;20:149–53.
4. *Knight B.* The examination of skeletal remains. Leg Med 1985;1–19.
5. *Saukko P, Knight B.* The establishment of identity of human remains. U: Knight B, Saukko P, Knight B, ur. Knight's Forensic Pathology. 3. izd. London: Arnold; 2004;98–135.
6. *Brogdon BG.* Forensic Radiology. Boca Raton: CRC Press; 1998;64–5.
7. *Owsley DW, Mires AM, Keith MS.* Case involving differentiation of deer and human bone fragments. J Forensic Sci 1985;30:572–8.
8. *Mulhern DM, Ublaker DH.* Differences in osteon banding between human and non human bone. J Forensic Sci 2001;46:220–2.
9. *Gladyshev IM.* Microscopic features of species differences of the bones of man and animals. Sud Med Expert 1969;1:22–4.
10. *Chilvarquer I, Katz JO, Glassman DM, Prihoda TJ, Cottone JA.* Comparative radiographic study of human and animal long bone patterns. J Forensic Sci 1987;32:1645–54.
11. *Farinelli Fierro M.* Identification of human remains. U: Spitz WU, ur. Spitz and Fisher's medicolegal investigation of death. Guidelines for the application of pathology to crime investigation. 3. izd. Springfield: Charles C Thomas publisher; 1993;71–117.
12. *Murray BW, McClimont RA, Strobeck C.* Forensic identification of ungulate species using restriction digests of PCR-amplified mitochondrial DNA. J Forensic Sci 1995;40:943–51.
13. *Bataille M, Crainic K, Leterreux M, Durigon M, de Mazancourt P.* Multiplex amplification of mitochondrial DNA for human and species identification in forensic evaluation. Forensic Sci Int 1999;99:165–70.
14. *Sisson S, Grossman JD.* Anatomija domaćih životinja. 4. izd. Zagreb: Poljoprivredni nakladni zavod; 1962, str. 21–227.
15. *Popesko P.* Atlas topografske anatomije domaćih životinja. Ljubljana – Zagreb: Mladinska knjiga; 1988.
16. *Šlaus M.* Razlikovanje ljudskih i životinjskih ostataka. U: Zečević i sur., ur. Sudska medicina i deontologija. 4. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2004, str. 192–3.