

PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY V PRAHE

KATEDRA ANTROPOLÓGIE A GENETIKY ČLOVEKA



DIPLOMOVÁ PRÁCA

**Možnosti denzitometrie a sledovanie výskytu osteoporózy v
minulých populáciách**

**The possibilities of bone densitometry and monitoring
occurrence of osteoporosis at the past populations**

Bc. Veronika Kováčová

Školiteľ: MUDr. Jakub Likovský, Ph.D

2011/2012

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že diplomovú prácu som vypracovala samostatne na základe uvedených zdrojov a konzultácií so svojim školiteľom.

V Prahe 26.8.2012

.....

Bc. Veronika Kováčová

Pod'akovanie

Rada by som na tomto mieste poďakovala svojmu školiteľovi, MUDr. Jakubovi Likovskému. Ph.D, za jeho ústretovosť, ochotu a odborné rady. Tiež RNDr. Petrovi Velemínskemu, Ph.D, MUDr. Vítovi Zikánovi, Ph.D a Doc. Jaroslavovi Brůžkovi za neoceniteľnú pomoc.

OBSAH

1. ÚVOD.....	10
1.1 Osteoporóza	11
1.1.1. Charakteristika a príčina vzniku osteoporózy.....	11
1. 1.2 Primárna osteoporóza	11
1.1.2.1 Typ I – postmenopauzálna osteoporóza.....	12
1.1.2.2 Typ II – senilná osteoporóza.....	13
1.1.3 Sekundárna osteoporóza	13
1.1.4 Hodnotenie osteoporózy	13
1.1.5 BMD – minerálna kostná denzita	14
1.1.6 Markery kostného tkaniva	16
1.1.6.1 Markery novotvorby kostného tkaniva	16
1.1.6.2 Markery resorbcie kostného tkaniva.....	16
1.1.7 Genetické faktory.....	17
1.1.7.1 Ďalšie: VDR, COL1A 1, SOX6,.....	18
1.1.8 Úloha vitamínu D.....	18
1.1.9 Estrogén	19
1.1.10 Liečba osteoporózy	19
1.1.11 Remodelácia kostí.....	19
1.1.11.1 Stehenná kosť.....	20
1.1.11.2 Pätná kosť	21
1.1.11.3 Stavce.....	22
1.1.12 Prejavy osteoporózy na kostre	22
1.1.12.1 Stehenná kosť.....	22
1.1.11.2 Stavce.....	24
1.1.11.3 Iné miesta.....	25
1.1.13 Súhrn.....	26
2. CIEĽ PRÁCE	27
3. MATERIÁL	28

3.1 Lokalita	28
3.2 História lokality	29
3.3. Pochovávanie v období od konca 8. storočia	31
3.3 Archeologické výskumy	33
3.4 Spôsob života vo Veľkomoravskej ríši	36
3.4.1 Rastliny	36
3.4.1.1 Obilniny a ostatné poľné plodiny	36
3.4.1.2 Záhradné úžitkové rastliny.....	37
3.4.1.3 Ovocinárstvo	37
3.4.1.4 Vinárstvo.....	37
3.4.2 Zvieratá	37
3.4.3 Jedlo	38
3.5 Kostrový materiál	38
4. METÓDY	41
4.1 Centrálna DXA a periférna DXA	41
4.2 Merania	42
4.2.1. Meranie stehennej kosti	42
4.2.2 Meranie pätnjej kosti.....	43
4.2.3 Meranie štvrtého lumbálneho stavca (L4)	46
4.2.3.1 Meranie na prístroji Lunar PIXI	47
4.2.3.2 Meranie na prístroji Hologic QDR 4500A	48
4.3 Problémy spojené s metódou	50
4.4 Štatistické a matematické spracovanie dát	54
4.4.1 Hodnoty BMD	55
4.4.2 Rozdiel medzi jednotlivými miestami merania	55
4.4.3 Rozdiel medzi ženami a mužmi.....	55
4.4.4 Vekové porovnanie	56

4.4.5 Určenie osteoporózy	56
4.4.6 Porovnanie kostí medzi sebou	56
4.4.6.1 Porovnanie pätných kostí so stehennými kosťami	57
4.4.6.2 Porovnanie pätných kostí so stavcom L4	57
4.4.6.3 Porovnanie stavca L4 so stehennými kosťami.....	57
4.4.6.4 Porovnanie výsledkov meraní stavca L4 z prístrojov Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A	57
4.4.7 Lineárna regresia.....	57
5. VÝSLEDKY	58
5.1 Namerané hodnoty.....	58
5.2 Štatistické výsledky.....	58
5.2.1 Hodnoty BMD	58
5.2.1.1 Kostí päty.....	58
5.2.1.2 Stavce L4 prístroj Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A	59
5.2.2 Rozdiel medzi jednotlivými miestami merania	60
5.2.3 Rozdiel medzi ženami a mužmi.....	63
5.2.3.1 Kostí päty.....	63
5.2.3.2 Stavce L4	63
5.2.4 Vekové porovnanie	64
5.2.4.1 Ľavá päta.....	64
5.2.4.2 Pravá päta.....	65
5.2.4.3 Stavce L4 prístroj Lunar PIXI	65
5.2.4.4 Stavce L4 prístroj Hologic QDR 4500A.....	66
5.2.5 Hodnotenie osteoporózy	67
5.2.5.1 Pätná kosť	67
5.2.5.2 Stavce L4	68
5.2.5.2.1 Hologic QDR 4500A	68
5.2.6 Porovnanie pätných kostí so stehennými kosťami.....	69
5.2.7 Porovnanie pätných kostí so stavcom L4	70
5.2.7.1 Lunar PIXI	70
5.2.7.1.1 Ľavá pätná kosť.....	70

5.2.7.1.2 Pravá pätná kosť	71
5.2.7.2 Hologic QDR 4500A	71
5.2.7.2.1 Ľavá pätná kosť	71
5.2.7.2.2 Pravá pätná kosť	72
5.2.8 Porovnanie stavca L4 so stehennými kosťami.....	73
5.2.8.1 Lunar PIXI	73
5.2.8.1.1 Ľavá stehenná kosť	73
5.2.8.1.2 Pravá stehenná kosť	73
5.2.8.2 Hologic QDR 4500A	74
5.2.8.2.1 Ľavá stehenná kosť	74
5.2.8.2.2 Pravá stehenná kosť	75
5.2.9 Porovnanie Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A	76
5.2.10 Lineárna regresia.....	76
5.2.10.1 Lunar PIXI	77
5.2.10.1.1 Ženy	77
5.2.10.1.2 Muži	79
5.2.10.2 Hologic QDR 4500A	81
5.2.10.2.1 Ženy	81
5.2.10.2.2 Muži	83
5.2.10.3 Lunar PIXI vs. Hologic QDR 4500A	85
5.2.10.3.1 Ženy	85
5.2.10.3.2 Muži	86
6. DISKUSIA	87
6.1 Zachovalosť materiálu a metóda hodnotenia.....	87
6.2 Diskusia nad výsledkami	89
7. ZÁVER	96
8. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	97
9. PRÍLOHY: ZOZNAM TABULIEK	107

Abstrakt

Ochorenie osteoporózou je dnes celosvetovým problémom. Otázkou ale zostáva, či osteoporózou trpeli i ľudia minulých populácií alebo je zvýšený výskyt osteoporózy následok dnešnej doby. Doby, keď sú ľudia nedostatočne vystavení slnečnému žiareniu, a tak nedostatku vitamínu D, doby, keď životný štýl sa nezhoduje s pojmom zdravý životný štýl.

Cieľom práce bolo zistiť, či pochované osoby na Mikulčickom hradisku majú pokles kostnej hmoty, ktorý ukazuje, či v ich živote figurovala osteoporóza. Hodnoty kostnej hmoty sa získavali pomocou denzitometrického merania, merali sa kosti päty a štvrtý lumbálny stavec. Práca nadväzovala na štúdiu, pri ktorej sa denzitometricky merali kosti stehenné. To znamená, že jednej osobe, ak to bolo možné z hľadiska zachovalosti, sa zmerali kosti stehenné, kosti päty a štvrtý lumbálny stavec. Ďalším cieľom práce bolo zistiť, či hodnoty z jednotlivých meraní majú na sebe signifikantnú závislosť a či by bolo možné z meranie jednej oblasti usúdiť niečo o meraných hodnotách z oblasti druhej, nakoľko najväčším problémom archeologického materiálu je práve zachovalosť a kompletnosť skúmaného materiálu. Ďalej má práca metodický prínos, prináša presný popis merania kosti päty v prístroji Lunar PIXI určeného pre meranie kosti päty u živých pacientov a taktiež prináša možnosť merania stavca v prístroji Lunar PIXI, hoci tento prístroj nie je primárne na to určený. Taktiež sú výsledky merania stavca v prístroji Lunar PIXI porovnané s výsledkami z merania tých istých stavcov v prístroji Hologic QDR 4500A.

Na základe výsledku bol preukázaný signifikantný rozdiel v BMD medzi ženami a mužmi ($p < 0,05$), najnižšie priemerné BMD vykazujú u žien i mužov veková kategória 35-50 rokov. U meraných jedincov (pätné kosti, stavce L4 prístroj Hologic QDR 4500A) v porovnaní s mladými zdravými jedincami rovnakého pohlavia nebolo zistené zvýšené riziko zlomeniny a taktiež ani v porovnaní s jedincami rovnakého veku a pohlavia nevykazujú meraní jedinci zvýšené riziko zlomeniny. Dôležité je, že v porovnaní s recentnou populáciou jedinci (ženy i muži) z Mikulčíc vykazujú vyššie priemerné BMD (referenčné dáta na základe Hologic DXA L1–L4). Ďalej sa zistili v nameraných hodnotách tesné závislosti medzi stavcom L4 (Lunar PIXI, Hologic QDR 4500A) a stehennými kosťami (sin, dx) a na základe regresných rovníc by mohlo byť možné predikovať ako sa približne zmenia hodnoty závisle premennej pri danej zmene hodnôt nezávisle premennej u stavca L4 a stehennej kosti.

Kľúčové slová: osteoporóza, Mikulčice, DXA, pätná kosť, stavec L4

Abstract

Nowadays, disease of osteoporosis is worldwide problem. The question is whether osteoporosis affected people of past populations or increasing of osteoporosis is result of today's time. Time, when people don't have enough of solar radiation and vitamin D, time when lifestyle does not match with the term healthy lifestyle.

The goal of this work was to determine whether the buried persons at fort in Mikulčice had less of bone mass which indicates whether osteoporosis figured in their lives. The values of bone mass were obtained by densitometric measurements. The heel bones and fourth lumbar vertebrae were measured. The work continued on a study in which femoral bones were measured. It means, if it was possible in terms of preservation, femoral bones, heel bones and fourth lumbar vertebrae were measured in one person. Another goal of this work was to determine whether the values of the individual measurements show a significant dependence on each other and whether would be possible to infer something about measure of one area from measurement of second area since the biggest problem of archaeological material is preservation and completeness of the material. The work has also a methodological contribution. The work provides precise description of measurement of the heel bones by using Lunar PIXI device which is especially designed to measure the heel bones in living patients and the work also provides possibility to measure vertebrae using Lunar PIXI device although this device is not primarily intended for it. Also the result of measurement of vertebra using Lunar PIXI device are compared with the results of measurement of the same vertebra using Hologic 4500A device.

Based on the results was determined significant difference in BMD values between women and men ($p < 0.05$). The lowest average of BMD has age group 35-50 years for both sexes. The measured individuals (heel bone, vertebra L4 device Hologic QDR 4500A) compared to young healthy individuals of the same sex was not found an increased risk of fractures and also even compared with individuals of the same age and gender also was not found an increased risk of fracture. Important is that individuals from Mikulčice compared with recent population (women and men) have higher average BMD (reference data for the Hologic DXA L1-L4). Furthermore, were found the tight dependencies between measured values of vertebrae L4 (PIXI Lunar, Hologic QDR 4500A) and the femoral bones (sin, dx). On the basis of regression equations could be possible approximately to predict how the values of the dependent variable can change with the change of the value of the independent variable at the L4 vertebra and femur.

Keywords: osteoporosis, Mikulčice, DXA, calcaneus, vertebrae

1. Úvod

Osteoporóza, taktiež nazývaná „tichý zabijak“, je dnes celosvetovým problémom, postihujúci viac ako 200 miliónov ľudí na celom svete. Vzhľadom k všeobecnému starnutiu svetovej populácie, sa zvyšuje prevalencia a incidencia osteoporózy a k nej i pridružené ochorenia a úmrtnosť, ktoré predstavujú významný zdravotný problém vo svete. S tým súvisí i fakt, že podľa Svetovej zdravotníckej organizácie sa odhaduje, že počas nasledujúcich 25. rokov sa počet obyvateľov trpiacich osteoporózou vo veku nad 65 rokov zvýši až o 88 %, zatiaľ čo pracujúca populácia bude súbežne rásť iba o 45 % (WHO, 1998).

V kostiach prebieha neustále proces remodelácie. Vo vyššom veku života začína prevažovať resorpcia nad novotvorbou a dochádza tak k úbytku kostnej hmoty. Ak sa úbytok kostnej hmoty dostane za kritickú hranicu (T-skóre < -2,5), vzniká tak osteoporóza. Kosti sú úbytkom krehkejšie a náchylnejšie na zlomeniny.

Osteoporotické zlomeniny sú hlavným problémom zdravotnej starostlivosti v západnom svete (Klotzbuecher *et al.*, 2000). Predovšetkým zlomeniny stavcov a krčka stehennej kosti vedú k predčasnému úmrtiu, invalidite a k závislosti postihnutých ľudí na cudziu pomoc a sú aj závažným ekonomickým problémom. Napríklad na liečbu zlomeniny spôsobenú osteoporózou sa odhadovali v roku 2005 náklady približne 19 miliárd dolárov, experti predpokladajú, že v roku 2025 stúpnu na cca 25,3 miliardy dolárov (NOF, 2011). Ďalším dôležitým faktom je, že nové zlomeniny sa vyskytujú veľmi skoro po prvom zlomení (Johnell *et al.*, 2004a). Bola taktiež zaznamenaná zvýšená mortalita po prvej zlomenine (Johnell *et al.*, 2004b).

Avšak osteoporóza nie je len ochorenie súčasnej doby. Početné štúdie dokumentujú výskyt osteoporózy na starovekých ľudských pozostatkoch. Napríklad Ekenman *et al.* (1995), Gerszten *et al.* (2001), Jimenéz-Brobeil *et al.* (2010), McEwan *et al.* (2004). Preto je dôležité sa venovať výskumu osteoporózy v minulých populáciách a dozvedieť sa tak o živote ľudí z dávnych dôb a ich možných zdravotných problémoch.

1.1 Osteoporóza

Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) definuje osteoporózu ako progresívne systémové ochorenie kostry, charakterizované redukciou kostnej hmoty, poškodením mikroarchitektúry kostného tkaniva a zvýšenou náchylnosťou kostí ku zlomeninám (WHO, 1994). Osteoporóza súvisí hlavne s vekom (Latimer, 2005). Starnutie je veľmi zložitý proces, ktorý prebieha na rôznych úrovniach. A to na úrovni jednotlivca a na úrovni populácie (Arking, 1998).

1.1.1. Charakteristika a príčina vzniku osteoporózy

Osteoporóza je dôsledok nerovnováhy kostnej prestavby v zmysle prevažujúcej resorpcie nad novotvorbou. Dôsledkom je pokles kostného minerálu i narušenie organickej kostnej matrice. Dochádza k úbytku kostnej hmoty a strate jej kvality, predovšetkým v traberkulárnej kosti. Stenčenie kostných trámecov, ich prerušenie vedie k strate mechanickej pevnosti kosti a k zvýšenému riziku zlomenín. Na bunecnej úrovni je kostná remodelácia výsledkom aktivity osteoblastov, ktoré tvorí kostný kolagén, kam sa ukladajú minerály a osteoklasty, ktoré kosť odbúravajú. Tretím druhom kostných buniek sú osteocyty, spojené navzájom kanálikmi. Ide o osteoblasty zabudované do kosti, ktoré fungujú ako mechanosenzor (Blahoš *et al*, 2006).

Patogenézia osteoporózy nie je jednotná a nemá jedinú príčinu (Broulík, 2001). Je to však univerzálny fenomén ľudskej biológie, že kostná hmota sa stráca s vekom bez ohľadu na pohlavie, rasu, povolanie, obvyklú fyzickú aktivitu, stravovacie návyky alebo geografickú polohu (Parfitt, 1991).

Na základe jej vzniku rozoznávame primárnu a sekundárnu osteoporózu.

1. 1.2 Primárna osteoporóza

Pod pojem primárna osteoporóza sa radí idiopatická osteoporóza a involučná osteoporóza, ktorá sa podľa Rigssa ďalej delí na typ I – postmenopauzálnu osteoporózu a typ II – senilnú osteoporózu (Broulík, 2001).

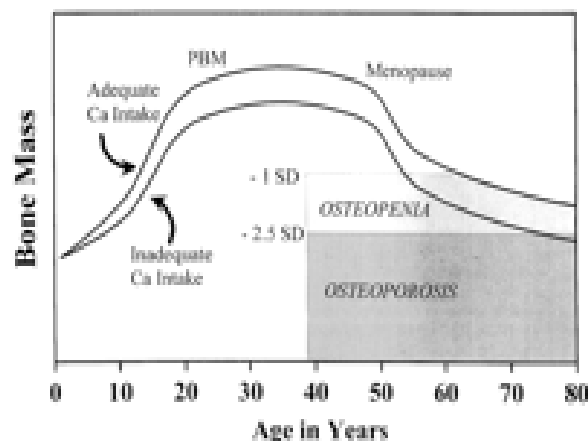
1.1.2.1 Typ I – postmenopauzálna osteoporóza

Je charakterizovaná vekom medzi 55–65, s prevahou žien 6:1. Ide o výraznejšie postihnutie kostí traberkulárných než kostí kortikálnych. Hlavným etiologickým faktorom je nedostatok estrogénov a hlavným typom zlomenín sú zlomeniny stavcov (Broulík, 2001).

Po ukončení hormonálnej funkcie gonád, kostná hmota ubúda, a to v individuálnych prípadoch rôzne silne, aktivita osteoklastov preváži nad aktivitou osteoblastov a po desaťročí udržiavaná rovnováha medzi tvorbou a deštrukciou kostí sa poruší v neprospech tvorby. Riziko, že strata kostnej hmoty bude príčinou nedostatočnej statickej funkcie skeletu a povedie k zlomeninám kostí, veľmi výrazne závisí na množstve kostnej hmoty, ktoré bolo k dispozícii na začiatku menopauzy (Lullman *et al.* 2004).

Niektoré rizikové faktory pre vznik osteoporózy u postmenopauzálnych žien (Eastell, 1998)

- genetické faktory
- environmentálne faktory
- chudý telesný vzhľad, fyzická inaktivita
- diéta chudá na kalcium
- menštruačný cyklus, skorá menopauza
- malá expozícia slnečného žiarenia
- endokrinné ochorenia, hematologické ochorenia, reumatické ochorenia, reumatická artritída, gastrointestinálne ochorenia, maloabsorbčný syndróm, chronické ochorenie pečene, primárny hyperparathyroidismus
- a iné



Obr. č. 1: Zmeny v kostnej hmoty u žien v závislosti na veku (prebraté z Ilich a Kerstetter, 2000).

1.1.2.2 Typ II – senilná osteoporóza

Senilná osteoporóza je charakterizovaná vekom chorého nad 70 rokov, pomerom postihnutých žien k mužom 2:1, stratou kosti ako traberkulárnej tak i kortikálnej, postihnutím axiálneho tak apendikulárneho skeletu a je sprevádzaná výskytom zlomenín dlhých kostí a krčka stehennej kosti (Broulík, 2001).

Senilná osteoporóza reflektuje kombináciu zvyšujúcej sa neefektívnosti kostnej remodelácie, hodnôt vápnika a vitamínu D, minerálnu resorbciu črevom, obličkové minerálne spracovanie a sekréciu parathormonu (Marcus a Bouxsein, 2008).

1.1.3 Sekundárna osteoporóza

Pri sekundárnej osteoporóze sú príčiny vzniku v základnej chorobe, ktorej súčasťou je sekundárna osteoporóza. Patria sem predovšetkým endokrinné ochorenia, dedičné ochorenia, dlhodobá imobilizácia, chronické ochorenia pečene a obličiek, diabetes mellitus, nádorové ochorenia a iatrogénne navodená osteoporóza (Broulík, 2007).

1.1.4 Hodnotenie osteoporózy

Diagnózu osteoporózy je možné stanoviť podľa klasifikácie WHO – ak je hodnota T-skóre pri denzitometrii menej ako 2,5 štandardnej odchýlky. T- skóre pritom vyjadruje počet smerodajných odchýlok (SD) od denzity mladých zdravých jedincov rovnakého pohlavia. Toto hodnotenie platí pre ženy po menopauze a mužov nad 65 rokov (Killinger *et al.*, 2005). Hoci tieto kritériá pre diagnózu boli vyvinuté pre ženy, je zníženie BMD u mužov často počítané T-skóre pomocou paralelného systému, ktorý sa používa u žien. Či tieto referencie pre ženy by mali byť použité aj pri diagnostike osteoporózy u mužov bolo sporné (Khosla, 2010). Výskum však ukázal, že BMD opatrenia môžu byť minimálne rovnako účinné u mužov, tak ako u žien v predpovedaní rizika zlomeniny v budúcnosti (Kanis, 2002).

Denzitometricky nameraná kostná denzita pod -2,5 SD neznamena automaticky primárnu postmenopauzálnu alebo senilnú osteoporózu. Potrebné je vylúčiť iné

ochorenia kosti, prejavujúce sa nízkou kostnou denzitou (osteomalácia, myelom, kostné osteolytické metastázy, primárna hyperparatyreóza a pod.). Rovnako je nutné vylúčiť sekundárnu osteoporózu (Killinger *et al.*, 2005).

Klasifikácia zníženej kostnej denzity (WHO) T-skóre

Normál	do -1
Osteopénia	od -1 do -2,5
Osteoporóza	menej ako -2

Pre hodnotenie denzitometrie u premenopazálnych žien, detí a u mužov pod 65 roku odporúča ISCD v hodnotení použiť Z-skóre (hodnotenie denzity k veku primeranej skupine) a zhodnotiť faktory, vedúce k vzniku sekundárnej osteoporózy.

RTG snímka nie je vhodná na posúdenie včasných štádií úbytku kostnej hmoty, pretože typické RTG zmeny sa objavujú až pri strate cca 30 % kostnej denzity (Killinger *et al.*, 2005).

1.1.5 BMD – minerálna kostná denzita

Meranie, ktoré sa najčastejšie používa v diagnostike osteoporózy a predvídaní rizika zlomenín je založené na hodnotení BMD. Hodnotu BMD získame na základe denzitometrického merania (Kanis, 2002). Je to pomer gramov kostného minerálu na jednotku plochy v cm². BMD je najlepší prognostik rizika osteoporotických zlomenín a objasňuje okolo 80 % variability mechanickej kostnej odolnosti (Lauritzen, 1996).

Strata BMD súvisí hlavne s vekom. Pri postkranialnej kostre má lekárska literatúra tendenciu sa sústrediť na dva aspekty starnutia: po prvé, na meniacu sa vnútornú i vonkajšiu architektúru a na vlastnosti spôsobené poklesom obsahu kostných minerálnych látok (BMC – hodnota kostného minerálu v g) súvisiacich s vekom, a po druhé, výskyt degeneratívneho ochorenia kĺbov s ich účinkom na vzhľad a štruktúru kostí a mäkkých tkanív okolo kĺbov (Aufderheide a Rodriguez-Martin, 1998; White *et al.*, 2012). Do úvahy treba však ale vziať i iné faktory podieľajúce sa na znižovaní kostnej hmoty, ako sú ochorenia či genetické faktory.

Rozoznávame dva faktory, ktoré sa zúčastňujú na univerzálnej strate kostnej hmoty: po prvé remodelácia – nie je kompletný proces, k prestavbe kostí dochádza s rôznou intenzitou neustále a po druhé sú tu hormonálne zmeny, ktoré v neskoršom veku života pôsobia na túto remodeláciu. U žien po menopauze, nedostatok estrogénu vedie ku zvýšenej produkcii interleukinu 6 (IL-6), následne k zvýšeniu počtu osteoklastov a k úbytku kostnej hmoty. Estrogény pôsobia ako inhibítory IL-6. IL-6 je cytokín, ktorý hrá kľúčovú úlohu pri osteoklastogézi, teda zrení osteoklastov. I keď takýto ekvivalent nie je u starších mužov, obe pohlavia sú ovplyvnené horšou hormonálnou produkciou, ktorá spôsobuje ako kortikálne tak i trabekulárne rednutie (Cho a Stout, 2003; Jilka *et al.*, 1992; Marcus, 1987; Seeman, 2002).

Vzhľadom k tomu, že BMD je relatívne stabilná, vo veku medzi 20 a 50, je relatívne málo štúdií hodnotiacich vplyv vápnika na zdravie kostí v mladšom a strednom dospelom veku. Meta-analýza vplyvu príjmu vápnika na kostnú hmotu u žien a mužov (vo veku 18 až 50 rokov) bola prevedená Welten *et al.* (1995). Zistili, že existuje pozitívna korelácia medzi príjmom vápnika a kostnou hmotou. Doplnenie 1000 mg vápnika u žien pred menopauzou zabráni úbytku kostnej hmoty asi o 1 % za rok vo všetkých meraných miestach kostry, s výnimkou kosti lakt'ovej. Celkový úbytok kosti pre túto populáciu je asi 0,5 % až 1,5 % ročne.

Pre ženy tehotenstvo a dojčenie zohrávajú dôležitú úlohu v udržiavaní kostného tkaniva, aj keď výsledky naznačujúce priamu príčinnú súvislosť medzi viacnásobným tehotenstvom a poklesom kostnej hmoty sú v rozpore (Agarwal a Stuart-Macadam, 2003). Taktiež výskumy prevedené u žien, ktoré sú zvyknuté na nízky príjem vápnika a u žien kmeňa Bantu, ktoré majú aj 6 tehotenstiev rýchlo po sebe, sa nenašla súvislosť medzi tehotenstvom a kostnou hmotou (Frisancho *et al.*, 1971; Walker *et al.*, 1972).

Ďalej sa zistilo, že fyzická aktivita počas samotného rastu hrá dôležitú úlohu v zlepšení „peak bone mass“ a v kostnej geometrii, aj keď sa už fyzická aktivita znížila. To by mohlo znamenať, že fyzická aktivita počas rastu poskytuje trvalý pozitívny vplyv na kosti a môže prispieť k prevencii úbytku kostnej hmoty u mužov. Taktiež bolo preukázané, že stupeň mechanického zaťaženia vzhľadom k typu fyzickej aktivity bolo prevažne spojené s trabekulárnou mikroštruktúrou nosných kostí (Nillson, 2010). Zaujímavá je i štúdia Hasselstrom *et al.* (2006) kde merali deťom vo veku 6 až 7 rokov BMD predlaktia a pätnjej kosti. Ich výsledky naznačujú, že v rokoch pred-pubertálnym

rastom existujú špecifické medzipohlavné rozdiely v BMD, a to medzi predlaktím a pätnou kosťou. A ďalej zistili, že deti merané na jar mali o 3,5 % vyššie BMD pätnjej kosti než deti, merané v zime.

1.1.6 Markery kostného tkaniva

Markery kostnej prestavby ukazujú aktuálny funkčný stav kostného metabolizmu, a preto sú potenciálne dôležité pre sledovanie pacientov s osteoporózou. Markery sú využívané v klinickej medicíne.

1.1.6.1 Markery novotvorby kostného tkaniva

Intenzitu kostnej novotvorby odráža celková aktivita alkalickej fosfatázy, ktorá zahrňuje aktivitu dvoch hlavných frakcií, kostného a pečeneového izoenzýmu. Kostná forma izoenzýmu je tvorená aktivovanými osteoblastami. Hodnota kostného izoenzýmu alkalickej fosfatázy veľmi dobre koreluje s intenzitou kostnej novotvorby, pokiaľ sa stanovuje dostatočne citlivou metódou (Adam *et al.*, 2005).

Osteokalcin je relatívne malý, nekolagénny proteín. Je špecifický pre dentín a kosť. Osteokalcin je tvorený prevažne osteoblastami a je ukladaný spolu s kostným matrixom. Iba malá časť sa dostáva do obehu. Táto bielkovinová molekula má krátky polčas, je rýchlo odbúravaná v obličkách. Jej plazmatická hodnota korešponduje s intenzitou kostnej novotvorby (Adam *et al.*, 2005).

Karboxyterminálny propeptid prokolagénu typu I je odštiepená časť z protokolagénu I. Koncentrácia uvedeného peptidu súvisí s intenzitou kostnej prestavby (Adam *et al.*, 2005).

1.1.6.2 Markery resorpcie kostného tkaniva

Pri kostnej resorpcii je postupne degradovaný kolagén až na aminokyseliny. Kolagén obsahuje 10–13 % hydroxyprolinu. Vzhľadom k tomu, že cez 50 % kolagénnej hmoty je v kostiach, odpad hydroxyprolinu v moči je považovaný ako marker kostnej resorpcie. Hydroxyprolín však podlieha ďalšiemu metabolizmu, takže odpad

hydroxyprolínu zodpovedá iba 10 % odbúraného kolagénu z kostnej hmoty. To sú však dôvody pre nedostatočnú koreláciu odpadu hydroxyprolínu v moči s aktivitou osteolýzy (Adam *et al.*, 2005).

Hydroxylysin je ďalšia aminokyselina typická pre kolagén. Stanovenie hydroxylysinových glukosidov prináša o niečo presnejšie informácie než stanovenie hydroxyprolínu (Adam *et al.*, 2005).

Koncentrácia kalcia v moči korigovaná na kreatin, predstavuje najlacnejší parameter kostnej resorpcie. Je to však veľmi hrubý parameter, nedostatočný pre sledovanie zmien kostného metabolizmu (Adam *et al.*, 2005).

Ďalej sa využívajú stanovenia pyridinolínu, deoxypyridinolínu, sialoproteínu či karboxyterminálny telopeptid kolagénu I (Adam *et al.*, 2005).

1.1.7 Genetické faktory

Genetické faktory hrajú kľúčovú úlohu v patogenéze osteoporózy tým, že regulujú BMD, kostný obrat, geometriu a kvalitu kosti. Niektoré z génov a genetických variantov, ktoré regulujú BMD boli identifikované, ale väčšina génov stále čaká na svoje objavenie. Mnoho z génov, ktoré sú mutované vo vzácnych chorobách, tiež prispievajú k regulácii BMD vo všeobecnej populácii.

Dedičnosť BMD je v rozmedzí od 60 % do 80 % u dvojčiat (Harris *et al.*, 1998; Pocock *et al.*, 1987; Videman *et al.*, 2007) a od 34 % do 70 % medzi rodičmi a potomkami (Duncan *et al.*, 2003; Nordstrom a Lorentzon, 1999). V bežnej populácii, BMD je komplexná vlastnosť, ktorá je ovplyvnená mnohými genetickými variantmi s interakciou s faktormi prostredia (Rivadeneira *et al.*, 2009).

Pomocou genetického mapovania u myši bol objavený prvý gén, Alox 15, ktorý reguluje BMD (Klein *et al.*, 2004). U ľudí sa zistila významná súvislosť medzi BMD stavcov a SNP genotypom/haplotypom v ľudskom ALOX12 gène. V budúcnosti sa môže ukázať, že zmeny v sekvencii v alebo okolo ALOX 12 môžu mať vplyv na BMD cez reguláciu ALOX 12 génovú expresiu (Ichikawa *et al.*, 2006). Taktiež štúdia Harsloslashf *et al.* (2011) ukazuje, že genetické varianty v ALOX 12 majú vplyv na BMD a riziko zlomenín.

1.1.7.1 Ďalšie: VDR, COL1A 1, SOX6,

V posledných rokoch boli hlásené ďalšie gény súvisiace s osteoporózou. Ako napríklad receptor pre vitamín D (VDR) i keď nie všetky štúdie sa zhodujú na genetickej regulácii kostnej hmoty cez VDR (Eisman, 1995; Li *et al.*, 2010; Peacock, 1995; Thakkestian *et al.*, 2004).

Collagen type I (COL1A 1) je proteín pre kostnú matrix (Grant *et al.*, 1996). Práve mutácia v COL1A 1 géne spôsobuje osteogenesis imperfecta a ochorenia charakterizované krehkosťou kostí (Byers, 1990).

Taktiež štúdia Yang *et al.* (2012) identifikovala radu SNP v géne SOX6, ktoré sú spojené s bedrovou BMD, a tak môžu poskytnúť viac informácií pre pochopenie genetickej architektúry osteoporózy.

Gény sú pravdepodobne zoskupené do troch biologických dráh. Prvými dvoma dráhami sú estrogénová endokrinná dráha (Jilka *et al.*, 1992), Wnt/ β -catenin signalizačná dráha. Štúdia Sims *et al.* (2008) ukázala, že polymorfizmus mnoho členov Wnt dráhy je spojená s BMD variáciou. Treťou dráhou je RANKL/RANK/OPG dráha. Objav RANKL/RANK/OPG systému pre reguláciu kostnej resorpcie viedlo k výraznému pokroku v našom chápaní toho, ako je regulovaná kostná modelácia a remodelácia (Boyce a Xing, 2008).

1.1.8 Úloha vitamínu D

Vitamín D hrá dôležitú úlohu v metabolizme kostí. Prirodzenými zdrojmi vitamínu D je jeho tvorba v koži a príjem v potrave. V koži vitamín D vzniká pri expozícii slnečného žiarenia, u ktorého bolo preukázané, že je najdôležitejším faktorom pre dostatočnú koncentráciu vitamínu D v organizme (Glerup *et al.*, 2000). Efekt vitamínu D je sprostredkovaný cez receptor vitamínu D (VDR) (Christakos *et al.*, 2003). A to tak, že sa kalcitriol pohybuje krvným riečišťom viazaný na Vitamín D viažúci proteín (DBP) a v cieľových bunkách pôsobí ako hormón cez VDR receptory. DBP má teda dve funkcie v metabolizme kostí. Po prvé, hrá dôležitú úlohu v udržiavaní homeostázy vápnika a to väzbou a prepravou vitamínu D do cieľových tkanív. Po druhé, môže byť DBP premenený na DBP-makrofágy aktivujúci faktor, ktorý sprostredkováva

resorpciu kostí priamou aktiváciou osteoklastov (Fang *et al.*, 2009; Suda *et al.*, 2003; van Leewen *et al.*, 2001).

Podľa štúdií Chupeerach *et al.* (2012), Papiha *et al.* (1999) existuje súvislosť medzi DBP polymorfizmom a BMD a fraktúrami.

1.1.9 Estrogén

Akú úlohu má estrogén v kostnej prestavbe bolo zmienené vyššie. Cieľom výskumov sú i gény kódujúce receptory pre estrogén. Estrogén receptor α (ESR1) je gén pre náchylnosť kostí ku zlomeninám (Ioannidis *et al.*, 2004). Estrogén Receptor β (ESR2) a jeho polymorfizmy sú významne spojené s kostnou hmotou u mužov i žien (Ichikawa *et al.*, 2005).

1.1.10 Liečba osteoporózy

Cieľom liečby osteoporózy je útlm kostnej resorpcie a podpora kostnej tvorby, prevencia pádov, zmenšenie bolesti a zvýšenie pohyblivosti (Blahoš *et al.*, 2006).

Keďže práca je zameraná na kostrovú antropológiu minulých populácií a nie klinickým smerom, nie je potrebné rozvíjať možnosti liečby. Avšak nevyhnutnosťou pre ľudí vo vyššom veku je dostatočný prísun vápnika a expozícia slnečného žiarenia.

1.1.11 Remodelácia kostí

Remodeláciou kostí je zabezpečovaná prispôsobivosť kostí na meniacu sa mechanickú záťaž, opravy mechanického poškodenia kostnej štruktúry (mikroarchitektúry) a na náhradu prestarnutého tkaniva novou kostnou hmotou. Remodelácia kostí preto musí plynule pokračovať po celý život (Štěpán, 2003).

Už dlhú dobu je známe, že stres ovplyvňuje štruktúru kostného tkaniva, ale povaha tohto vzťahu zostáva z veľkej časti necharakterizovaná. Meade *et al.* (1984) v štúdií vyvolali u psov merateľné zmeny v kostnom tkanive *in vivo* a skúmali následné zmeny v jeho konštrukčných a materiálových vlastnostiach. Použili kontinuálne tlakové zaťaženie od 12–130 N na diafýzy stehenných kostí dospelých psov po dobu 2

mesiacov. Výsledky ukazujú, že existuje pozitívna korelácia medzi nárastom prierezu kosti a stresom. Bola nájdená apozícia novej kosti takmer úplne na periostálnom povrchu. Meade *et al.* (1984) pozorovali veľmi málo dôkazov o vnútornej prestavbe alebo edostelnom pohybe. Zistili však, že nové tkanivo má neorganizovanú mikroštruktúru. Mechanické skúšky tiež naznačujú, že novouložené tkanivo je oveľa menej tuhé ako v pôvodnej kosti.

Kortikálne a trabekulárne kosti sa menia počas rastu a starnutia alebo v dôsledku patologických ochorení, ako je osteoporóza. Niektoré štúdie kvantitatívne charakterizujú proces prispôsobovania sa jednotlivých typov kostí, je veľmi málo známe o ich interakciách medzi sebou (Xinghua *et al.*, 2005). Je ťažké však prepojiť tento komplexný prístup s experimentálnym testovaním, kvôli heterogénnej povahe trabekulárnej kosti na základe anatomického umiestenia a individualite jedincov (Goldstein, 1987; Morgan *et al.*, 2003).

Stupeň mineralizácie kostí je určujúcim faktorom pre jeho mechanickú pevnosť a tvrdosť. Tá je ovplyvnená úrovňou činnosti kostnej remodelácie. Kvantitatívne štúdie kostnej hmoty, trabekulárnej mikroarchitektúry kostnej organickej matrice a stupňa mineralizácie kosti môžu vysvetliť možnú príčinu vzniku zlomenín na tkanivovej úrovni (Boivin *et al.*, 2009).

1.1.11.1 Stehenná kosť

Výsledky Ruff *et al.* (1988) naznačujú, že zatiaľ čo muži i ženy prechádzajú endostelnou resorpciou kostí a rozšírením dreňovej dutiny spolu s vekom, len muži vykazujú súčasne subperiostálnu kostnú apozíciu a rozšírenie. V dôsledku toho muži vykazujú malú zmenu v kortikálnej oblasti a zväčšenia niektorých častí kosti spolu s vekom, zatiaľ čo ženy vykazujú pokles v kortikálnej oblasti. Preto iba u mužov sa objavuje remodelácia kosti, ktorá by mohla viesť ku kompenzácii straty sily kostného materiálu v priebehu zvyšujúceho sa veku. Spolu s preukázanými rozdielmi v náchylnosti kostí ku zlomeninám u súčasnej populácii, tieto skutočnosti vedú k myšlienke, že malá aktivita nemôže viesť k optimálnej remodelácii kosti počas života a môže sa tak zvyšovať riziko výskytu zlomeniny v staršom veku.

Jang a Kim, (2010) navrhli použitie výpočtovej metódy v spojení s návrhom priestorovej optimalizácie a úspešne získali numerické výsledky, ktoré sa podobajú súčasnému ľudskému proximálnemu femuru. Výsledky odhalili, že súčasná kortikálna kosť rovnako ako trabekulárna kosť u ľudského proximálneho femuru má štruktúrne optimálny tvar. Táto štúdia taktiež kvantitatívne určila štruktúrny príspevok jednotlivých kostí, keď bola ukončená adaptácia trabekulárnej kosti. Trabekulárna kosť sa podieľa na 54 % celkového zaťaženia ľudského proximálneho femuru, zatiaľ čo kortikálna kosť na 46 %.

1.1.11.2 Pätná kosť

Štúdia Ensrud *et al.* (1995) zisťovala zmeny v kostnej hmote v bedrovom kĺbe a v pätnjej kosti u starších žien (od 65 rokov) a porovnávala tieto zmeny medzi užívateľkami a tými, ktoré neužívali estrogény. Miera poklesu celkového BMD bedra sa stále zvyšovala z 2,5 mg/cm²/ročne (95 % interval spoľahlivosti 2,0–2,9), u žien 67–69 rokov na 10,4 mg/cm²/ročne u osôb starších 85 a viac rokov (95 % intervale 8,4–12,4). Rýchlosť úbytku kostnej hmoty sa tiež zvýšila so starnutím vo všetkých podoblastiach na boku a na päťovej kosti. Priemerná strata kosti z bedra stačí zvýšiť riziko fraktúr bedra o 21 % za 5 rokov u žien vo veku 80 rokov alebo starších. Rýchlosť úbytku kostnej hmoty v bedrovom kĺbe a pätnjej kosti sa neustále zvyšuje s pribúdajúcim vekom u starších žien. Estrogén terapia môže výrazne znížiť túto stratu.

Štúdia zameraná na mužov Souminen *et al.* (1984) merala kostnú densitu v pätnjej kosti na reprezentatívnych vzorkách mužov vo veku 31–35, 51–55 a 71–75 rokov, využívala ¹²⁵I-gamma-lúčovú metódu. Bol zistený postupný pokles minerálnej kostnej denzity od najmladšej po najstaršiu vekovú skupinu. Tí ľudia, ktorí sa zúčastňovali pravidelnej fyzickej aktivity, alebo ktorí nefajčili, vykazovali vyššie hodnoty kostnej denzity v porovnaní so sedavými fajčiarmi, resp. kostná denzita pozitívne korelovala s kapacitou fyzického výkonu a negatívne s výskytom chronického ochorenia.

Mittra *et al.* (2008) hodnotili trabekulárnu mechanickú vlastnosť a mikroštruktúru pätnjej kosti v pokročilom veku pomocou mechanického testovania

pomocou μ CT a DXA. Výsledky štúdie ukazujú, že strata kosti primárne ovplyvňuje súvislosť a celkový počet trabekúl.

1.1.11.3 Stavce

Preteux *et al.* (1985) sledovali anatomické transformačné zmeny v hubovitej kosti chrbtice. Vzorky boli kvantifikované pomocou automatickej analýzy obrazu z mikroradiografu po 1 mm hrubých plátkoch zo sagitálnej pitvy normálnych bedrových stavcov (24 mužov a 28 žien, vek 35–96). Počas štyroch dekád, strata kosti spôsobená vekom je u žien 60 % a u mužov 45 % u tela stavca. Zistili, že s vekom dochádza k novému rozdeleniu trabekúl: váhu-nesúce je dvakrát (u mladých ľudí) až šesťkrát (starých ľudí) viac než transversálnych trabekúl. U starších pacientov, intertrabekulárny priestor sa zväčšil, zatiaľ čo podiel najtenčích trabekúl sa zvýšil.

Vzťah medzi kostnou mikroarchitektúrou a vlastnosťami „cross-links“ kolagénu je zložitý. Viguet-Carrin *et al.* (2010) preukázali súvislosť medzi mikroarchitektúrou trabekúl a „cross-links“, ktoré tvoria kostný matrix. To by mohlo znamenať, že krehkosť stavcov nezávisí len na zhoršujúcej sa kostnej architektúre, ale možno i na zmene vzoroch kolagénových „cross-links“, ktoré by ovplyvňovali mechanické správanie sa kosti.

1.1.12 Prejavy osteoporózy na kostre

Osteoporóza zanecháva na kostre svoje stopy v podobe zrednutia predovšetkým trabekulárnej kosti, avšak i u kosti kortikálnej dochádza k úbytku. Dôkazom osteoporózy sú i jej následky a to v podobe zlomenín, vyskytujúcich sa predovšetkým na stehennej kosti, stavcoch či predlaktí (Cumming a Melton, 2002).

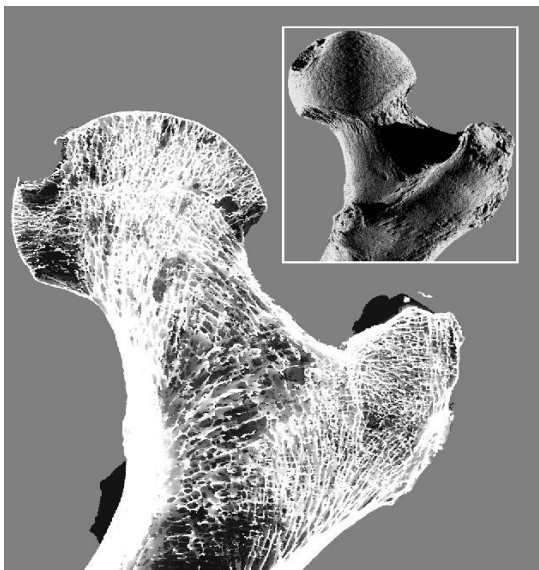
1.1.12.1 Stehenná kosť

Pri osteoporóze dochádza k úbytku kostnej hmoty, následkom čoho môže dôjsť k zlomenine. Viac ako 90 % zlomenín krčka stehennej kosti vzniká pádom a to bez

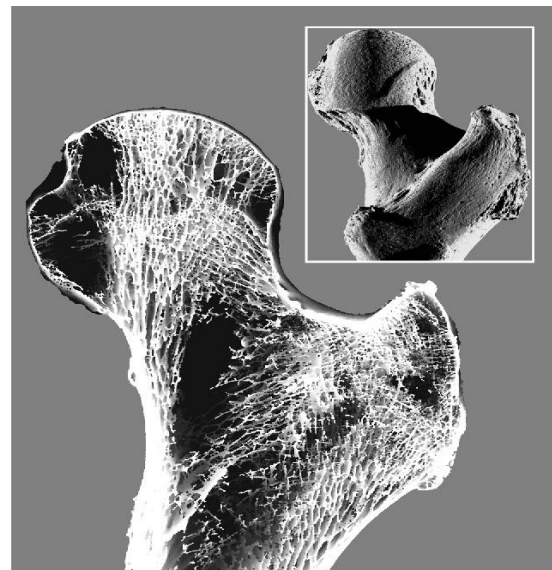
rozdielu na pohlaví (Youm *et al.*, 1999). Nanešťastie riziko pádu je veľké a zvyšuje sa vekom. Zlomeninou krčka stehennej kosti trpí 1 z 5 žien medzi 45–49 rokom, polovica žien vo veku 85 a starších, u starších mužov je postihnutý každý tretí (Winner *et al.*, 1989).

Bedrové fraktúry sa stali medzinárodným barometrom osteoporózy, pretože úzko súvisia s nízkou hustotou kostnej hmoty, ich nápravy stoja veľa finančných prostriedkov. Nakoľko sú takmer vždy liečené v nemocnici, je možno ich jednoduchšie spočítať a porovnávať medzi krajinami od prípadu k prípadu (Melton a Cooper, 2001).

• **zdravá stehenná kosť**



• **osteoporotická stehenná kosť**



Obr. č. 2: μ FE model (prevzaté z Reitbergen *et al.*, 2003).

Podľa Nikalaiua *et al.* (2009) hojenie zlomeniny diafyzárnej časti femuru je výrazne oneskorený u starších pacientok s osteoporózou. Sú nutné však ďalšie štúdie, aby objasnili presný vplyv osteoporózy v celom procese hojenia.

Chudosť v detstve je rizikovým faktorom pre zlomeniny stehennej kosti v neskoršom živote. To by mohlo znamenať, že existuje priamy účinok nízkeho obsahu tuku na mineralizáciu kostí alebo môže mať vplyv časovanie pubertálnej maturácie na zlomeniny stehennej kosti v neskoršom veku (Javaid *et al.*, 2011).

Fox *et al.* (2000) došli k záveru, že zlomeniny krčka stehennej kosti je možné predpovedať na základe BMD. Znížená schopnosť pohybu počas starnutia a znížený zdravotný status je predispozíciou k intertrochanterickým zlomeninám.

- Zlomenina krčka steh. kosti



- Intertrochanterická zlomenina steh. kosti

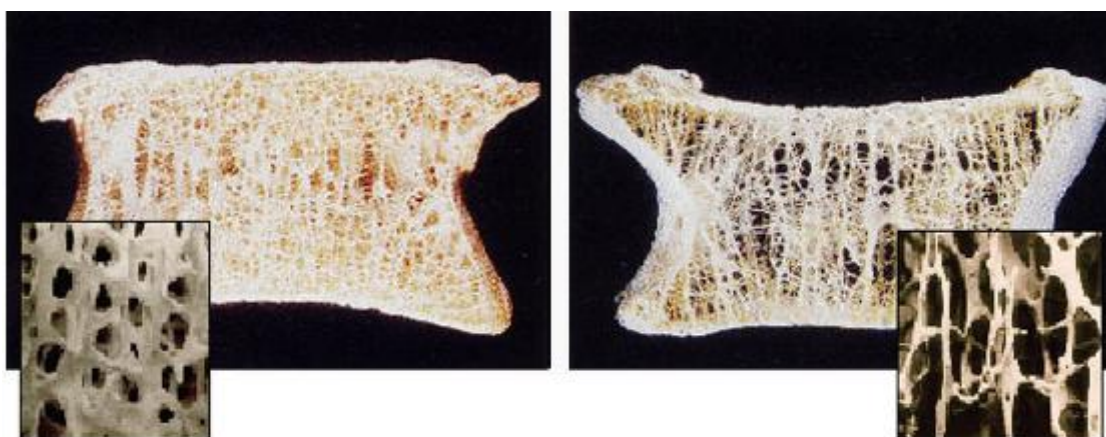


Obr. č. 3: ľavý: prevzaté z http://www.wheelessonline.com/ortho/fractures_of_the_femoral_neck

Obr. č. 4: pravý: prevzaté z http://www.wheelessonline.com/ortho/intertrochanteric_fractures

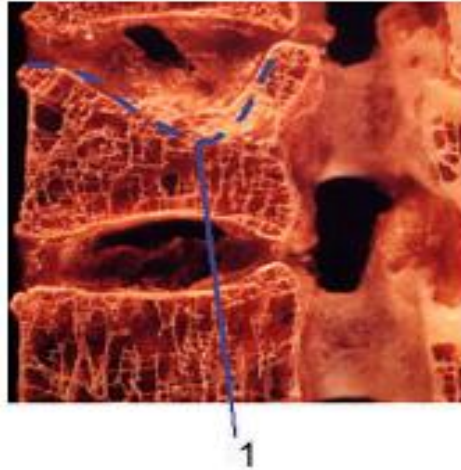
1.1.11.2 Stavce

Zníženie kostnej hmoty odrážajú taktiež stavce. Pri zisťovaní pacientovho BMD sa merajú predovšetkým lumbálne stavce a stehenná kosť. Stáva sa, že výsledky lumbálnych stavcov už ukazujú zníženie kostnej hmoty, ale vyšetrenie stehennej kosti je stále v norme. Dôvodom je hlavne iný pomer trabekulárnej a kortikálnej kosti.



Obr. č. 5: ľavý – telo stavca s dobre kalcifikovanou trabekulárnou kosťou
pravý – telo stavca so zrednutou trabekulárnou kosťou
(prevzaté z <http://www.eurospine.org/p31000395.html>)

Vertebrálne kompresné zlomeniny sa považujú za znak osteoporózy (Nevitt *et al.*, 1998). Kompresné zlomeniny stavcového tela sú bežné, najmä u starších ľudí (Old a Calveret, 2004). Ku kompresným zlomeninám môže dôjsť kdekoľvek od tyla až ku krížovej kosti, aj keď sa zvyčajne vyskytujú u T8-T12, L1 a L4 (Patel *et al.*, 1991).



Obr. č. 6: Typická osteoporotická fraktúra – 1 (prevzaté z <http://www.eurospine.org/p31000395.html>).

1.1.11.3 Iné miesta

Percentá výskytu zlomenín proximálneho humeru, panvy, proximálnej tibie a distálneho femuru sa tiež zvyšujú s vekom u starších žien a v menšej miere stúpajú u starnúcich mužov (Melton a Cooper, 2001). Zlomeniny zápästia sa zdajú byť vyššie v súvislosti s oslabenou neuromuskulárnou funkciou (Kelsey *et al.*, 1992). Zaujímavé sú i zlomeniny rebra spôsobené malou traumou. Ukazuje sa, že zlomenina rebra sa môže stať markerom pre kostnú krehkosť u žien a môže tak pomôcť identifikovať pacientov s rizikom budúcej zlomeniny končatiny (Ismail *et al.*, 2006).



Obr. č. 7: Zlomenina lakt'ovej a vretennej kosti. (prevzaté z <http://www.topnews.in/healthcare/content/21417wrist-fracture-may-cause-major-functional-decline-elderly>).

1.1.13 Súhrn

Osteoporóza súvisí predovšetkým so zvyšujúcim sa vekom, kedy dochádza k zvýšenej resorbcií kostnej hmoty. Tento postup je možné zmierniť určitými životnými zásadami a taktiež substitúciou chýbajúcich látok v organizme. Úbytkom kostnej hmoty sa zvyšuje riziko zlomenín a môže dôjsť k ohrozeniu života. Zlomenia môže byť častokrát príčinou úmrtia ľudí vo vyššom veku, pretože majú s tým spojené väčšie komplikácie.

Patogenéza osteoporózy nie je jednotná a nemá jednu príčinu, na vzniku osteoporózy sa podieľajú genetické tak i environmentálne faktory (Broulík, 2001).

2. Cieľ práce

Cieľom mojej práce bolo porovnať minerálnu kostnú denzitu (BMD) z denzitometrického merania kostí päty a lumbálnych stavcov s hodnotami nameranými z krčka a trochanterickej oblasti kosti stehennej. Porovnávala som hodnoty BMD kostí päty so štvrtým lumbálnym stavcom a so stehennou kosťou a taktiež štvrtý lumbálny stavec s kosťou stehennou.

Stehenné kosti, štvrtý lumbálny stavec a kosti päty pochádzali vždy z jedného jedinca. To znamená, že jedinec mal vždy zmeranú stehennú kosť a mohol mať zmeranú pätnú kosť alebo stavce L4. V štúdiu bolo zmeraných 85 jedincov. Z toho 39 žien a 46 mužov. Cieľom bolo zistiť korelácie medzi rozdielnymi meranými miestami a zistiť, či jedno merané miesto môže nahradiť druhé, nakoľko pri kostrových pozostatkoch je problém zachovalosť a kompletnosť kostry. A ďalej na základe údajov T-skóre zistiť, či v danej minulej populácii ľudia trpeli osteoporózou. Práca má taktiež metodický prínos. Skúma možnosti využitia prístrojov primárne určených pre živých pacientov. V prípade kosti päty je to prístroj Lunar PIXI a v prípade stavcov sú to prístroje Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A. Cieľom práce bolo i porovnať výsledky merania stavcov z oboch prístrojov.

Ciele práce môžeme zhrnúť takto:

- zistiť štatistický rozdiel medzi nameranými hodnotami BMD u žien a mužov a to u kosti päty a stavca L4
- zistiť, či daná populácia trpela osteoporózou
- zistiť koreláciu a regresiu BMD medzi stehennou kosťou a kosťou päty
- zistiť koreláciu a regresiu BMD medzi stehennou kosťou a stavcom L4
- zistiť koreláciu a regresiu BMD medzi kosťou päty a stavcom L4
- zistiť koreláciu a regresiu medzi dvoma technikami merania stavca L4

3. Materiál

3.1 Lokalita

Hradisko „Valy“ ležiace blízko Mikulčíc patrilo medzi najvýznamnejšie centrá Veľkej Moravy. Táto významná lokalita poskytuje množstvo údajov o živote na Veľkej Morave a pomáha vytvárať ucelenejší obraz o zdravotnom stave, sociálno-ekonomickom zázemí obyvateľov. Toto všetko robí z Mikulčíc unikátnu lokalitu pre štúdium (Poláček, 2008). Objavy v Mikulčiciach znamenajú i veľký prínos k riešeniu otázky začiatku kresťanstva na Morave (Poulík, 1962).

Mikulčice ležia v juhovýchodnom cípe Českej republiky (Morava), na hraniciach so Slovenskom, asi 7 km od Hodonína. Hradisko „Valy“ blízko Mikulčíc sa nachádza pri rieke Morava (obr.č. 8), medzi českými Mikulčicami a slovenskými Kopčanmi. Prírodné podmienky majú však iný ráz než tomu bolo v minulosti. Krajina v okolí hradiska Veľkej Moravy bola tvorená pasienkami, lúkami a možno poliami (Opravil, 1972).

Pôvodne bolo na mikulčických „Valech“ v 7.–8. storočí staré slovanské osídlenie. Uprostred predveľkomoravského sídliska, na najvyššom mieste, teda práve tam, kde vzniklo na začiatku 9. storočia mohutné opevnenie veľkomoravské, bol na ploche viac ako 4 ha vybudovaný hrad, opevnený palisádovou stenou (Poulík, 1975).



Obr. č. 8: Letecký pohľad na oblasť, kde leží hradisko Mikulčice (l. šípka) a slovenské Kopčany (p. šípka) (prevzaté od PhDr. Poláčka).

3.2 História lokality

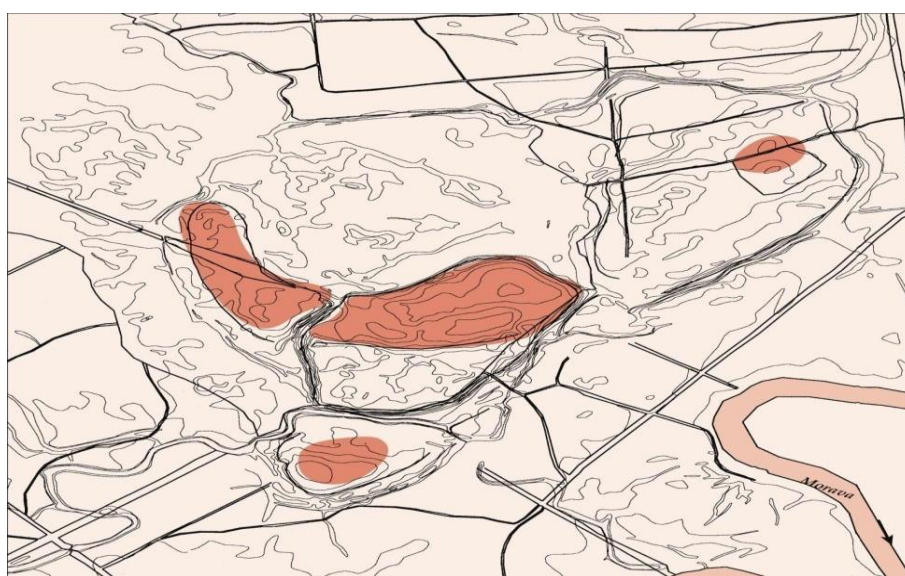
Koniec 8. storočia zastihol slovanské kmene severne od Dunaja v pokročilom štádiu etnickej a spoločenskej diferenciacie. Táto doba bola však zároveň i epochou ich politického zjednocovania. Na scénu dejín vystupujú zo začiatku 9. storočia Moravskí Slovania (*Sclavi Margeses*, *Sclavi Marahenses*). V písomných prameňoch sa stretávame so zmienkou o slovanskom obyvateľstve sídliacom pozdĺž Dunaja v rokoch 805 až 811, v súvislosti so spormi medzi Slovanmi a Avarmi a predovšetkým z roku 822, keď uvádza účasť vyslancov Moravanov na ríšskom sneme vo Frankfurte nad Mohanom. Už táto zmienka nasvedčuje, že zjednocovací proces na staromoravskom a nitrianskom území bol dovŕšený na sklonku 8. storočia, kde vznikli dve kniežactvá – štátne útvary – Stará Morava a Nitriansko. Vládcom kniežatstva moravského bol Mojmír I. a v čele kniežactva nitrianskeho stál Pribina. Títo panovníci viedli medzi sebou politický zápas, z ktorého okolo roku 833 vyšiel víťazne Mojmír I., ktorý vyhnal Pribinu a pripojil jeho územie k svojmu panstvu. Tým vzniklo jadro väčšieho a silnejšieho politického útvaru – veľkomoravského štátu, ktorý zanedlho zohral úlohu v politických dejinách vtedajšej Európy, zvlášť ako mocenská protiváha expanzie franskej ríše (Chropovský, 1989).

Písomné správy o Slovanoch na sever od Dunaja, na Morave a na Slovensku, začínajú rokom 822. Teda pomerne neskoro, v dobe, keď proces prevratných zmien, zasahujúcich na prelome storočia túto časť Európy, už prekročil svoj vrchol. Najvýraznejšie charakterizuje 8. storočie v tomto priestore hradisko, osadené jazdnými bojovníkmi a niekde zreteľne rozoznateľnou kniežacou elitou. Nemáme však z tejto doby kostrové pohrebisko, takže sme odkázaní na sídliskové nálezy, prevažne na hradiskách. Tie ukazujú, že Slovania na sever od avarského kaganátu, na území Moravy a tiež vzdialenejších Čiech, boli podľa svedectiev archeologických nálezov síce pod silným kultúrnym a nepochybne i politickým vplyvom Avarov, neboli však v žiadnom prípade v ich područí. Slovanská elita prijímala avarské kultúrne vzory selektívne a vždy si ich prispôbovala (Třeštík, 2001).

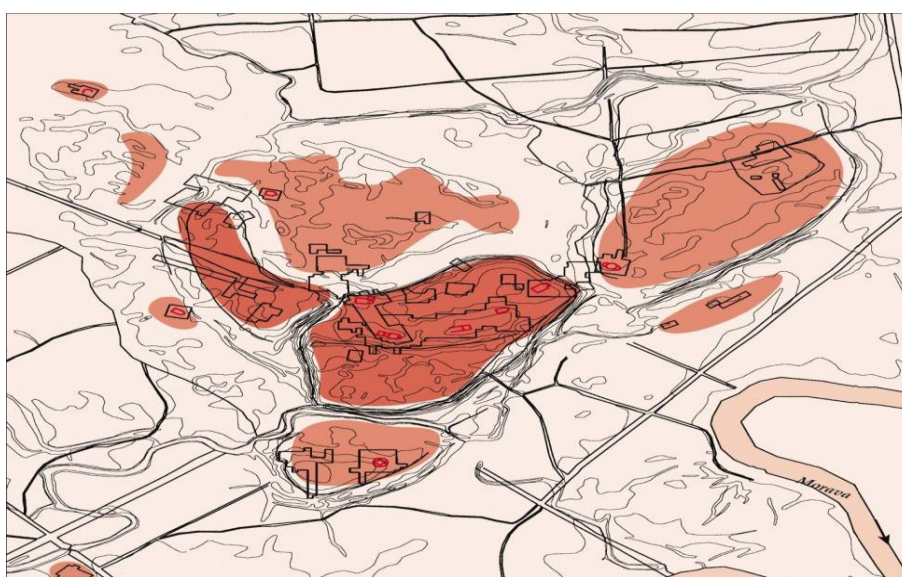
Už hlboko v 8. storočí sa výrazne vydělili centrá na rieke Morave, hradisko v Mikulčiciach, v Starom Měste u Uherského Hradiště a tiež v Olomouci, ktoré ovládalo široké územie Moravy. Hradiská na rieke Morava majú nálezy doložené bohatou históriou najmenej od polovice 8., ak nie už od prelomu 7. a 8. storočia. Hoci je to iste dané podmienkami a stavom výskumu, je predsa len zrejmé, že vedúce

postavenie centrálného hradu mali v 8. storočí Mikulčice. Tunajšie hradisko bolo na konci 8. storočia zničené požiarom a na jeho mieste vybudovaný nový hrad. Tieto udalosti najskôr súviseli s vnútornými premenami, sprevádzanými asi bojmi, ku ktorým došlo v centrálnej oblasti Moravanov na prelome 8. a 9. storočia (Třeštík, 2001).

Predné centrum Veľkej Moravy – Mikulčice – však zdieľajú osud celého štátu. Začiatkom 10. storočia padlo Maďarom, ktorí podľa všetkého zničili hradisko a okolité osídlené časti. Toto potvrdzujú dokumenty z 10.–13. storočia. Je však možné, že centrum tunajšej moci zostalo, hoci to niektorí historici vylučujú (Měřínský 1986; Třeštík, 1991; Poláček 1998a, 1999 všetko cit. podľa Poláček, 2008).



Obr. č. 9: 8. storočie (centrálné sídlisko + satelity) (prevzaté od PhDr. Poláčka)



Obr. č. 10: 9. storočie (hrad+ podhradie) (prevzaté od PhDr. Poláčka)

3.3. Pochovávanie v období od konca 8. storočia

Hradiská dokladajú mocenské ovládnutie príslušných oblastí a kultúru elity, ktorá na nich sídlila, dokresľuje charakter tejto moci. Podstatnou zmenou, ku ktorej na prelome 8. a 9. storočia pritom došlo, je prechod ku kostrovému pochovávaniu, síce sčasti synchronne s christianizáciou predovšetkým práve elít, avšak iste nie je vyvolaný iba ňou. Komplikuje to archeologický obraz, pretože k hradiskám 8. storočia nepoznáme pohrebiská, a tak sa nám spolu so začiatkom kostrového pochovávania náhle vynára výrazná vrstva bohatých a mocných kniežat, ktorú sme síce na starších hradoch predpokladali, avšak priamo doloženú sme ju nemali (Třeštík, 2001).

Prijatie kresťanstva sa prejavilo nielen v zmene žiarového pohrebného rituálu v kostrový, pretože k nemu dochádzalo postupne už skôr, ale predovšetkým v presune pohrebných areálov do blízkosti sídlisk, alebo lepšie povedané, priamo do nich. Nebolo to len v prípade cintorínov okolo kostolov, ale i v sídliskových areáloch mimo týchto kostolov. Dokladom týchto zmien sú rozsiahle archeologicky preskúmané plochy na Pohansku u Břeclavi, kde kostrové hroby ležia väčšinou v malých skupinkách medzi sídliskovými objektmi. Tento spôsob pochovávania sa však viaže opäť len na mocenské a hospodárske centrá. Ojedinelé hroby medzi sídliskovými však môžu odrážať i situáciu, keď ľudia vytrhnutí zo svojej komunity zomreli v cudzom prostredí, do ktorého neboli plne integrovaní. V súvislosti s prijatím kresťanstva súvisí i skutočnosť, že v kostolných cintorínoch sú pochovaní zrejme muži, ktorí padli v boji. Snáď u spoločensky vyššie postavených jedincov sa presadzovala snaha previezť ich telá k pohrebu do vysvätej zeme – možno z tohto dôvodu sa pri kostoloch na mikulčických „Valech“ a tiež na Pohansku u Břeclavi nachádzajú hroby s kostrami nesúce známky smrteľných zranení. Ostatné obyvateľstvo sa i naďalej pochovávalo na pohrebiskách oddelených od sídlisk a splynutie pohrebiska so sídliskom trvalo ešte najmenej tri storočia, až do doby, kedy sa vytvorila dostatočná sieť farských kostolov (Unger, 2002).

Nový jav v moravskom prostredí 9. storočia predstavujú kostolné cintoríny vzniknuté buď na starších pohrebiskách alebo okolo novo založených chrámov. Sú dokladom kresťanského pohrebného rituálu, ktorý má svoj vývoj. V 9. storočí okolo kostolov pochovávali predovšetkým príslušníci komunít viazaných na mocenské centrá (podobne ako v prostredí Franskej ríše pred storočiami). Prvá generácia pochovávala ešte s mnohými prídavkami, ale ich počet sa postupne obmedzoval. Zvláštnu pozornosť

si zasluhujú hroby vo vnútri kostola. Cirkev prísne rozlišovala pochovávanie vo vysvätenej pôde okolo kostolov a pochovávaním v interiéri kostola. Zatiaľ čo pochovávanie pri kostole sa stalo povinnosťou, pohreby v interiéri sa obmedzovali na výnimky (kňazi, biskupi, mnísi a privilegovaní laici) (Unger, 2002).

Podľa vonkajšieho vzhľadu delíme stredohradiskové pohrebisko (9. až prvá polovica 10. storočia) na pohrebisko s plochými hrobmi a na mohylové. Prvá skupina – pohrebisko s plochými hrobmi – má prevahu i keď je pravdepodobné, že sem sú zaradené pohrebiská pôvodne mohylové, pri ktorých sa mohyly nedochovali. Niekedy tu pozorujeme kumuláciu okolo centrálného hrobu, inokedy náznak k radom. Úprava hrobových jám je rozmanitá. Väčšinou je pôdorys obdĺžnikový so zaoblenými rohmi, hĺbka je závislá na neskorších úpravách terénu, ale v niektorých prípadoch dosahuje cez 3m. K úprave hrobovej jamy bolo niekedy použité drevo inokedy kamene. Niekedy sa podarilo objaviť i zbytky rakiev. Hroby s výklenkami majú paralely s avarskými pohrebiskami, ale interpretovať ich ako kultúrny vplyv Avarov by bolo zjednodušené, pretože kultúry ako Avarov, tak i Slovanov sa dostali sprostredkovane (Unger, 2002).

Stredohradiskové pohrebiská sa nachádzajú na centrálnych hradiskách, na veľkomoravských dvorcoch, ale i pri poľnohospodársko-pastierskych, či poľnohospodársko-remeselníckych a vojensko-strážnych sídliskách (Unger, 2002).

Bežná orientácia hrobov bola západ – východ ale s celou radou odchýlok, ktoré sa vysvetľujú rozdielnym miestom východu slnka počas ročných období (astronomický výklad orientácie hrobov) poprípade i orientácia na krajovú dominantu. Bežná je poloha naznak s pažami pozdĺž tela a nohami vedľa seba, vyskytujú sa však i rôzne odchýlky (poloha na boku, skrčená poloha). V hroboch sa nachádzajú jednak predmety súvisiace s odevom a výzdobou zomrelého (pracky, spony opaskov, náušnice, prstene, náhrdelníky) jednak milodary (nádoby, zbrane). V hroboch sa objavujú i dôkazy pohrebných zvykov (vykurovanie, pohrebná hostina, rituálne rozbíjanie nádob, škrupiny vajec) (Unger, 2002).



Obr. č. 11: Mikulčice. Pri výskume kostolných cintorínov i jednoduchých pohrebísk bolo odokrytých veľa veľmožských hrobov s bohatou výbavou. K nej patrili meče, sekery, ostrohy, opasky s ozdobným kovaním, gombíky a ďalšie predmety. Najbohatšie ženské hroby boli vybavené často zlatými alebo striebornými náušnicami, prsteňmi a gombíkmi (prevzaté z Archívu AI AČSR Brno).

3.3 Archeologické výskumy

V roku 1888 popísal Valy a ich okolie známy moravský archeológ K.J. Maška. Vo svojom poznámkovom zošite zaznamenáva hlásenie mikulčického „nadučiteľa“ Františka Kropáča o tom, že tri až štyri kilometre východne od obce je rozsiahle opevnenie so zreteľnou priekopou, medzi ľuďmi sa rozpráva, že na tomto mieste nič nerastie. Na „Hradisku“ boli podľa J.K. Mašky nájdené črepy zdobené vinicami, kosti kráv, oviec, kôz prasiat a psov. Po K.J. Maškovi sa k mikulčickým Valom vrátil i archeológ I.L. Červinka. Tento slovanský pamätník radil medzi břetislavské hradište pohraničné, a to na podklade nálezov, ktoré nazbieral na poliach. Netušil však, že sú tam tiež vrstvy omnoho staršie, pretože sám výskum neprevádzal, tak isto ako nikto z archeológov pred nim (Paulík, 1962; 1975).

Z rôznych údajov vyplýva že názov Valy je veľmi mladý. O opevnení sa vedelo, medzi ľuďmi sa o ňom rozprávalo, ale pôvodné meno hradiska sa nedochovalo. Zo samotných skromných písomných údajov i tradície však vyplýva, že toto nálezisko je veľmi starobylé (Poulík 1975).

Archeologický výskum v Mikulčiciach zahájil PhDr. Josef Poulík 16. augusta 1954. Výsledkom jeho výskumov bolo, že vedecká rada Archeologického ústavu ČASV v Prahe schválila, aby sa v roku 1955 zahájil na tomto mieste sústavný výskum (Poulík, 1975).

Po objavení Mikulčíc nasledoval systematický výskum, rozkladajúci sa na viac ako 5 hektároch. Do dnešnej doby bolo objavených 12 kostolov a viac ako 2500 hrobov (Poláček, 2008).

K štúdiu je využívaný kostrový materiál z I., II., III. kostola a z oblasti Kosteliska, preto sú tu popísané len tieto časti Mikulčického hradiska.

I. a II. kostol

Výskum pri odkrytí I. a II. kostola začal na jar roku 1955. Stavebná deštrukcia východne od kostola č. II bola pracovne označená ako I. mikulčický kostol. Poulík (1975) píše, že prvý kostol bol vybudovaný na predveľkomoravskom sídlisku, kde jeho najmladšiu fázu je možno zaradiť na sklonok 8. storočia. Prvý kostol však nestál dlho. Buď sa zrútil, alebo pri prepadávaní sa do objektu predchádzajúceho sídliska bol tak poškodený, že murivo muselo byť rozobrané a použité pri budovaní nového kostola. Preto to nie je možné spoľahlivo preukázať.

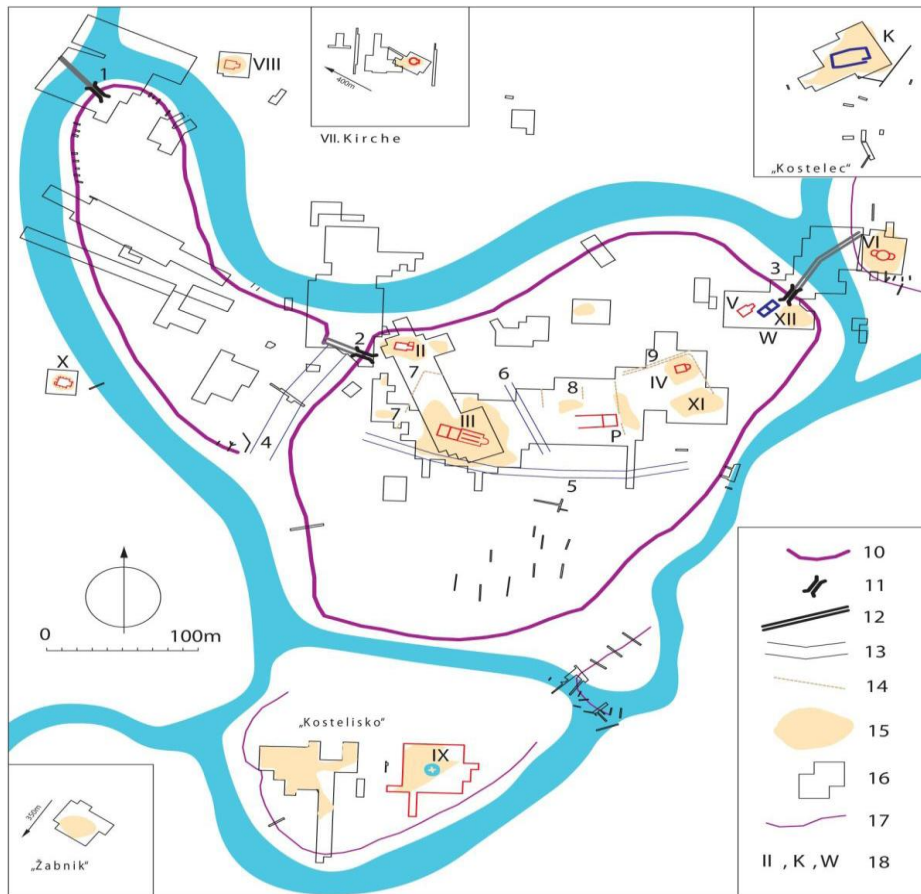
III. kostol

Až v roku 1956 sa začal plošný výskum rozširovať smerom na juhovýchod. A až na jar v roku 1957 sa podarilo odkryť nepravidelný obrys stavby s polkruhovitým útvarom na východnej strane. Pri pracovnom postupe sa objavili základy trojlodovej baziliky (Poulík 1975). Odkryté boli základy najväčšej, doteraz známej veľkomoravskej stavby – trojlodovej baziliky, kde v jej okolí bolo viac ako 550 hrobov. Stavba trojlodovej baziliky je označovaná ako III. mikulčický kostol (Poláček, 2006).

Kostelisko

Sústavný archeologický výskum na Kostelisku sa zahájil počiatkom júna 1961 a dokončil v novembri 1962. Samostatné pohrebisko západne od IX. kostola sa skúmalo v rokoch 1984–1990, pričom bolo odkrytých viac ako 400 hrobov. Kostelisko sa nachádza na severovýchodnom svahu zalesneného piesočného návršia, nazývaného

Pinuška. Celý tento lesný areál je od okolitého záplavového územia i od opevneného hradiska oddelený ramenom rieky Morava. Kostelisko bolo nápadné predovšetkým kruhovým násypom s priemerom asi 30 m, za ktorým smerom dovnútra bola priekopa (Poláček, 2006; Poulík, 1975).



Obr. č. 12: Hrad a podhradie. 10 - Opevnenie, 11 - brána, 12 - most, 13 - priekopa, 14 - palisáda 15 - pohrebisko, 16 - preskúmaná plocha, 17 - terénna hrana, 18 - kostoly, kultová stavba, dielňa (prevzaté z Poláček, 2008).

Dnes sa archeológovia a antropológovia hlavne sústreďujú na spracovávanie materiálu, odkrytého po náleze hradiska „Valy“ u Mikulčíc.

3.4 Spôsob života vo Veľkomoravskej ríši

To akým možným životom žili obyvatelia Mikulčíc je dôležité pre štúdie, ktoré sa zaoberajú ich zdravotným stavom.

3.4.1 Rastliny

V okolí Mikulčíc sa podľa dokladov pestovali rôzne rastliny, ktoré boli súčasťou jedálneho stola.

3.4.1.1 Obilniny a ostatné poľné plodiny

Pre obdobie 8.–10. storočia sú písomné pramene o pestovaní plodín a ich skladbe veľmi chudobné. Najčastejšie je doložená pšenica obecná a proso. Obe obilniny sa vyskytujú na náleziskách veľmi často a najčastejšie boli prevažujúcou obilninou (Beranová, 1980).

Z celkového priemeru sa vymykajú však Mikulčice. V Mikulčiciach prevažovala pšenica obecná a proso tu nie je vôbec doložené. Žito tvorilo asi 2,5 % celkového náleziska obilia a jačmeň necelé 0,5 %. Dá sa povedať, že v Mikulčiciach bola pšenica obecná takmer monokultúrou. Mikulčice sa vôbec vymykajú z bežného rámca vtedajších sídiel ako svojím rozsahom a nádherou, tak skutočnosťou, že boli významným centrom dávno pred vznikom Veľkej Moravy. Aby na vtedajšiu dobu mimoriadne veľké centrum mohlo tak dlho žiť z produktov poľnohospodárskej výroby, muselo tam byť poľnohospodárstvo relatívne intenzívne, i keď sa obilie asi tiež dovážalo. Poľnohospodárske náradie z Mikulčíc sa neodlišuje od vtedy bežne užívaného náradia kvalitatívne, ale kvantitatívne. Pre pestovanie pšenice obcej boli veľmi priaznivé podmienky; pôda sa však musela na vtedajšiu dobu starostlivo obrábať a pravdepodobne i nejakým hnojiť, pretože inak by sa bez občasného dlhodobého odpočinku neobišla. Pšenici obcej v Mikulčiciach vyhovovala taktiež tamjšia vlhkejšia klíma. Časť pšenice mohla pochádzať z dovozu, ktorý sa zrejme zamerával len na túto obilninu. Pestovanie ozimín je tiež v Mikulčiciach veľmi pravdepodobné (Beranová, 1980).

3.4.1.2 Záhradné úžitkové rastliny

Jedinou plodinou, ktorá sa pestovala v záhradách a je doložená v archeologických prameňoch, je uhorka (*Cucumis sativus L.*). Jej semená určil E. Opravil (1972) medzi rastlinnými nálezmi z veľkomoravského hradiska Mikulčice na Morave (Beranová, 1980).

3.4.1.3 Ovocinárstvo

Zbytky ovocných plodov sú reprezentované hlavne dokladmi z Mikulčíc. Je doložené, že sa v Mikulčiciach našli napr. pravé slivky, broskyne, čerešne, višne, jablká, hrušky, vlašské orechy, trnky, liesky (Beranová, 1980).

3.4.1.4 Vinárstvo

Paleobotanické doklady sú reprezentované nálezmi kôstok vínnej révy z Mikulčíc E. Opravilom. Veľkomoravské vinárstvo nebolo však ešte na vysokej úrovni, starostlivosť o vinič a skúsenosti s jeho pestovaním boli nevelké (Beranová, 1980).

3.4.2 Zvieratá

Naši predkovia v 8.-10. storočí chovali dobytok, prasatá, ovce, kozy, kone, psy, mačky, sliepky, kačky a pravdepodobne tiež holuby. Výnimočne sa objavil páv a somár. Pre lov chovali tiež sokoly alebo jastraby a krahulce. Všetky domáce zvieratá však nemali rovnaký význam a neboli chované v rovnakom množstve. V Mikulčiciach boli prasatá tak hojne zastúpené medzi kuchynskými odpadkami, že ani určitá korelácia v prospech hovädzieho dobytku, daná tým, že jeden kus hovädzieho dobytku dal viac mäsa, než nejedno prasa, prevahu bravčového mäsa vo výžive nezmenšil. V Mikulčiciach, podľa informácie K. Kratochvíla, bolo asi 50 % kostí z prasiat.

Z vtákov je v nálezoch najčastejšia kura domáca. Jej kosti sa vyskytujú na takmer všetkých náleziskách, avšak v skromnej miere. Veľmi časté užitie kury domácej

a slepačích vajec ako milodarov alebo potraviny pre zosnulých bolo určované viac rituálnymi náboženskými dôvodmi než podielom tohto vtáka vo výžive (Beranová, 1980).

Moravskí Slovania mali v 9. storočí kvôli mlieku asi 70 % kráv. Dojivosť však nebola celoročná a nedosahovala vysokú úroveň. Mlieko však bolo dobré a kvalitné, pretože kravy sa po väčšinu roku pásli (Beranová, 2005).

3.4.3 Jedlo

Slovania sú niekedy označovaní ako jedlíci kaše. Základnou potravinou starých Slovanov však bol chlieb, najčastejšie pšeničný. Ďalej taktiež strukoviny – hrach, šošovica, bôb a samozrejme mäso. Príslušníci vyšších vrstiev spoločnosti sa spočiatku nelíšili tým, že jedli omnoho viac mäsa, ale tým, že jedli iné mäso a potrpeli si na jeho zložitejšiu a náročnejšiu úpravu. Nejedlo sa len samotné mäso ale aj vnútornosti, predovšetkým špik z kostí. Okrem mäsa sa jedli mliečne výrobky, predovšetkým tvaroh a syr z kravského mlieka. Vajcia a hydinu jedli predovšetkým páni (Beranová, 2000).

3.5 Kostrový materiál

Diplomová práca skúma kostrové pozostatky z I., II. a III. kostola lokalizované v areáli Mikulčického hradiska (Stloukal, 1963, 1967; Brůžek a Velemínský, 2006) a z oblasti pohrebiska Kostelisko, nachádzajúce sa v podhradí (Velemínský *et al.*, 2005).

Je veľmi pravdepodobné, že obe pohrebiská slúžili bohatej vrstve obyvateľov, zatiaľ čo sa očakáva, že chudobnejšia vrstva bola pochovávaná v Kostelisku. Na druhej strane, archeológovia predpokladajú, že pohrebisko okolo III. kostola a Kosteliska majú podobný socioekonomický status v porovnaní so zázemím pohrebiska (Staňa, 1997 cit. podľa Likovský *et al.*, 2008).

Kostrový materiál bol vybraný na základe štúdie Likovský *et al.* (2008), nakoľko diplomová práca na ňu priamo nadväzuje. K už zmeraným stehenným kostiam boli vybrané od každého jedinca príslušné kosti päty a štvrtý lumbálny stavec. Ak jedinec mal zmerané stehenné kosti, ale nemal dochovaný štvrtý lumbálny stavec alebo

pätné kosti, bol zo štúdie vyradený. To znamená, že v štúdiu sa nachádzajú jedinci, ktorí majú zmerané stehenné kosti a kosti päty (jednu alebo obe) a štvrtý lumbálny stavec. Jedinec má teda vždy zmeranú stehennú kosť a buď kosť päty alebo štvrtý lumbálny stavec alebo oboje. Výber kostrového materiálu závisel na zachovalosti u daného jedinca.

Tabuľka č. 1: Počet jedincov rozdelený na ženy a mužov

	celkovo	ženy	muži
počet jedincov	85	39	46

Tabuľka č. 2: Čísla hrobov – ženy

ženy							
č. hrobu	20	21	24	35	58	92	99
	149	167	239	286	304	305	348
	352	369	412	503	519	558	602
	625	667	719	774	1576	1578	1592
	1600	1605	1616	1648	1725	1820	1835
	1909	1938	1963	1998			

Tabuľka č. 3: Čísla hrobov – muži

muži							
č. hrobu	96	119	130	165	166	197	198
	222	225	280	306	317	320	345
	353	354	362	382	390	411	434
	450	474	480	535	596	606	627
	640	657	673	688	692	693	703
	705	741	760	762	1573	1599	1821
	1837	1945	1908	2003			

Rozdelenie jedincov podľa veku bolo zachované zo štúdie Likovský *et al.* (2008). Vek jedincov sa rozdeľuje na tri kategórie – 20–35 rokov, 35–50 rokov a nad 50 rokov.

Pri dospeljej populácii je rozdelenie BMD štatisticky normálne a preto extrémne BMD môžu byť vyjadrené štandardnou odchýlkou od priemeru nameraného u mladých zdravých jedincov rovnakého pohlavia. V praxi sa BMD vyjadruje jednotkami T-skóre. Každé zníženie BMD o 1 SD (1 T-skóre) zvyšuje riziko zlomeniny dvojnásobne (Staňa, 1997 cit podľa Likovský *et al.*, 2008).

Tabuľka č. 4: Vekové rozdelenie

	20-35 rokov	35-50 rokov	nad 50 rokov
ženy	22	12	4
muži	12	18	16

- jedna žena bez určenia veku

Tabuľka č. 5: Jedinci rozdelení podľa miesta nálezu a na ženy a muži

	celkovo	ženy	muži
I., II., III. kostol	64	25	39
Kostelisko	21	14	7

Tabuľka č. 6: Počet jednotlivých meraných kostí rozdelených na ženy a muži

	stehenná kosť		pätná kosť		stavec
	sin	dx	sin	dx	L4
ženy	38	36	22	13	23
muži	46	46	23	24	29

4. Metódy

Aj keď v súčasnej dobe existuje niekoľko rôznych metód, ako zmerať kostnú densitu, najbežnejšie rozšírenou metódou je duálna-energetická X-lúčová absorpciometria (DXA), ktorá umožňuje merať aj kostrový materiál. DXA nie je invazívna metóda, čo je dobré pre archeologické štúdie kostí. Napriek tomu, má DXA niekoľko obmedzení pri využití v paleopatológii, ako napríklad účinok na spôsob pochovávanía alebo posmrtný účinok na stratu kostí (Mays *et al.*, 2006; Roberts a Manchester, 2007; Zaki *et al.*, 2009).

4.1 Centrálna DXA a periférna DXA

Duálna-energetická X-lúčová absorpciometria je technika používaná na meranie kostnej denzity (IAEA, 2012). Táto metóda je založená na dvoch lúčoch s rozdielnymi energetickými hladinami a následne počíta, ktorý lúč sa ako absorbuje (Rosa, 1999).

Kosť sa skladá z minerálov, hlavne z vápnika hydroxyapatitu ($\text{Ca}_{10} [\text{PO}_4]_6\text{OH}_2$), ktorý je zasadený do kolagénu typu I a špecializovaných bielkovín, ktoré tvoria kostnú matrix. Vápnik absorbuje oveľa viac radiácie než bielkoviny alebo mäkké tkanivá. Množstvo X-lúčov, ktoré sú pohltené vápnikom v časti odráža kostný obsah minerálnych látok (BMC). Podiel BMC ku ploche kosti je odhad BMD (Courtney *et al.*, 1995; Lang a Duryae, 2003).

Rozlišujeme centrálnu a periférnu DXA.

Centrálnou DXA sa meria BMD v oblasti bedrovej chrbtice, krčka stehennej kosti alebo sa môže merať celé telo (IAEA, 2012). Hodnota BMD bedra je silným prediktorom bedrových zlomenín než ktorékoľvek iné merané miesto. Bedrová BMD tiež predikuje riziko vzniku zlomeniny i na iných miestach (Marshall *et al.*, 1996, Woodhouse a Black, 2000).

Telá stavcov sú z veľkej časti tvorené trabekulárnou kosťou, ktorá vzhľadom k vyššiemu kostnému obratu je viac citlivejšia k efektu hormónov a liečiv než kosť kortikálna. Preto, BMD chrbtice má tendenciu sa viac meniť v reakcii na niektoré podmienky napríklad liečby, v porovnaní s inými miestami tela (Steiger *et al.*, 1992).

Periférnou DXA meriame kosti predlaktia alebo kost' päty. Testy periférnou DXA sú menej finančne náročné než DXA bedrového kĺbu a chrbtice, ale majú však menšiu schopnosť predikcie bedrových a stavcových zlomenín. Taktiež však záleží i na type prístroja (Faulkner *et al.*, 1999; Siris *et al.*, 2001). Periférne prístroje majú tú nevýhodu, že nemajú dostatočnú citlivosť a môže sa stať, že označia nález pacienta s osteoporózou ako normálny (Lang a Duryae, 2003).

Klasifikácia normálnej, osteopenickej a osteoporotickej kosti podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO).

Klasifikácia zníženej kostnej denzity (WHO) T-skóre

Norma	do -1
Osteopénia	od -1 do -2,5
Osteoporóza	menej ako -2

4.2 Merania

Merania a softvérové vyhodnotenie všetkých kostí prebehli v Osteocentre III. Internej kliniky VFN Praha. Pri meraní sa využili dva typy prístrojov Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A (USA) a to v závislosti na type meranej kosti. Pre skalibrovanie prístroja bol vždy po zapnutí použitý fantóm.

4.2.1. Meranie stehennej kosti

Kosti stehenné boli zmerané prístrojom QDR 4500A od Hologic (USA), čo je prístroj založený na duálnej-energetickej X-lúčovej absorpciometrii. Stehenné kosti boli merané v štandardnej pozícii v boxe naplnenej 12,5 cm vysokou vrstvou ryže, ktorá simulovala mäkké tkanivá. Meranie každej kosti prebehlo dvakrát s repozíciou pri každom meraní. Pre analýzu sa využili výsledky z oblasti krčka stehennej kosti, veľkého trochanteru a celkovej oblasti stehennej kosti. Výsledky merania viz. Prílohy: Tabuľky č. 46, 47, 48, 49, 50, 51 (prepracované z Likovský *et al.*, 2008).



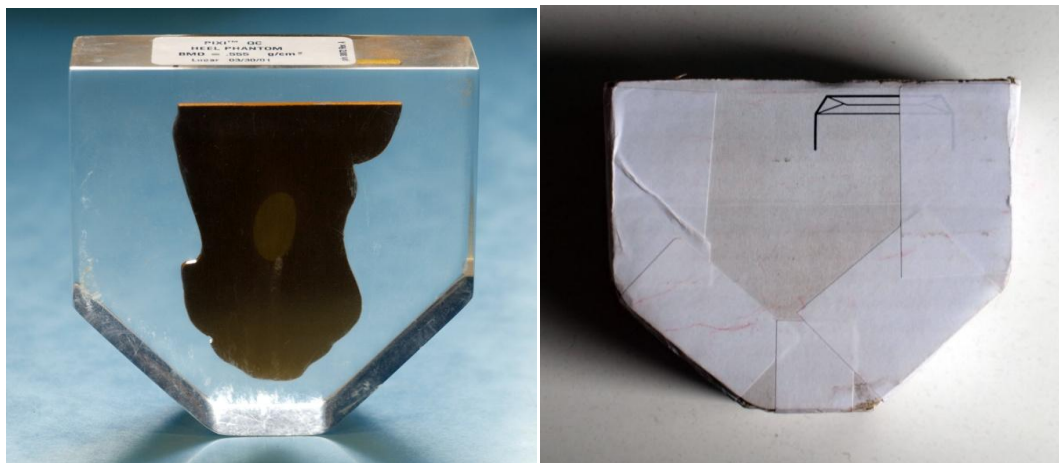
Obr. č. 13: Ľavý: Stehenná kosť uložená v škatuli s ryžou.
pravý: DXA- proximálna časť stehennej kosti
(zdroj: Archív MUDr. Likovského, Likovský *et al.*, 2008)

4.2.2 Meranie pätnjej kosti

Pre zistenie BMD u kosti pätnjej bola využitá periférna DXA Lunar PIXI. Meranie každej kosti prebehlo trikrát s repozíciou pri každom meraní. Výsledkom merania bola hodnota BMD a T-skóre. Výsledky jednotlivých meraní viz. Prílohy: Tabuľky č. 42, 43.

Pri meraní bolo najdôležitejšie zaistiť správnu pozíciu pätnjej kosti. Keďže v literatúre sme sa nestretli s definovaním polohy archeologického materiálu pri meraní pätnjej kosti periférnym DXA, vychádzali sme z polohy, akú zaujíma živý pacient pri vložení nohy do prístroja, pretože meranie archeologického materiálu by malo čo najlepšie simulovať meranie v prístroji, ktorý je konštruovaný pre živých pacientov. Na simuláciu mäkkých tkanív sme tak ako v prípade stehennej kosti použili ryžu.

Pätné kosti som vždy vložila do papierovej škatuľky (ďalej len škatuľka), ktorá mala tvar ako fantóm, aby sa zaistilo správne polohovanie kosti. Kost' sa vkladala do škatuľky na centimetrovú vrstvu ryže. Postup práce demonštrujem na obrázkoch:



Obr. č. 14: Rozmery papierovej škatuľky: VxŠxH - 9x10,5x5,5 cm (vlastné)

1. Škatuľka s centimetrovou vrstvou ryže a vyznačenou čiarou v mieste tak, aby čiara kopírovala smerovú čiaru prístroja (prístroj ju má vyznačenú).



Obr. č. 15: (vlastné)

- Škatuľka s kosťou v správnej polohe. Pätná kosť je meraná prístrojom z pravej strany v prípade ľavej pätnej kosti a z ľavej strany v prípade pravej pätnej kosti. To je dôležité pre orientáciu kosti v škatuľke a následne i vloženie škatuľky do prístroja. Je zachovaná správna orientácia ľavej a pravej nohy, tak ako to vyžaduje prístroj.

Správna poloha kosti v škatuľke – ľavá pätná kosť (obdobne sa meria i pravá pätná kosť):

- kosť stojí na *tuber calcanei*
- kĺbová ploška pre talus je orientovaná tak, že jej najlaterálnejšie miesto (zelený bod) sa pomyslene prikladá k narysovanej čiare v škatuľke (modrý obdĺžnik). Toto miesto by malo byť v rovine s okrajom škatuľky.



Obr. č. 16: (vlastné)

3. Kosť je zasypaná vrstvou ryže a pripravená na meranie



Obr. č. 17: (vlastné)

4.2.3 Meranie štvrtého lumbálneho stavca (L4)

Pre zistenie BMD u L4 bola využitá periférna DXA Lunar PIXI a taktiež Hologic QDR 4500A od (USA). Meranie každej kosti v prístroji Lunar PIXI prebehlo trikrát s repozíciou pri každom meraní. Meranie každej kosti v prístroji od Hologic QDR 4500A prebehlo dvakrát s repozíciou pri každom meraní. Výsledkom merania z prístroja Lunar PIXI bola len hodnota BMD, nakoľko tento prístroj je konštruovaný pre meranie pätnjej kosti alebo predlaktia, a preto nemá referenčné hodnoty pre zistenie T-skóre a Z- skóre pre stavce. Výsledkom merania prístroja od Hologic QDR 4500A je hodnota BMD, T-skóre a Z-skóre. Výsledky jednotlivých meraní viz. Prílohy: Tabuľky č. 44, 45.

4.2.3.1 Meranie na prístroji Lunar PIXI

Taktiež pri tomto meraní bolo najdôležitejšie zaistiť správnu pozíciu L4. V literatúre sme sa nestretli s definovaním polohy archeologického materiálu pri meraní L4 periférnym DXA. Merané miesto – *facies intervertebralis*, sa nedá v prípade živých pacientov dosiahnuť, nakoľko prístroj meria kosť z tej strany, ku ktorej nie je u živých pacientov možnosť prístupu. Meraným miestom je *facies intervertebralis superior* na *corpus vertebrae*.

L4 sme vždy vložili do škatuľky, ktorá mala tvar ako fantóm, aby sa zaistilo správne polohovanie kosti. Kosť sa vkladala do škatuľky telom stavca dolu na centimetrovú vrstvu ryže. Postup práce je demonštrovaný na obrázkoch:

1. Stavce sa vložil do škatuľky tak, aby sa *processus spinosus* pomyslene dotýkal naznačenej čiary.



Obr. č. 18: (vlastné)

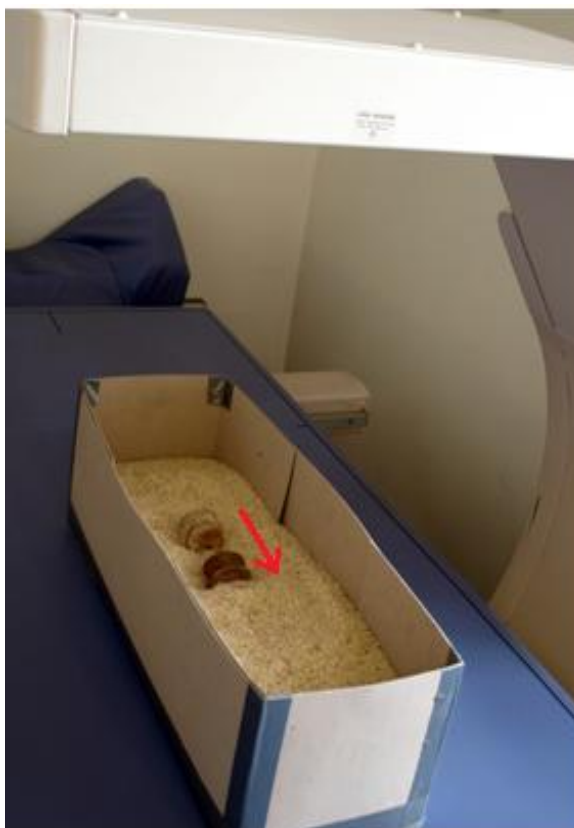
2. Následne bol stavec zasypaný ryžou. Je nutné stavec zasypať ryžou, nakoľko prístroj pracuje na dvojlúčovom systéme. Takto pripravenú kosť je možné vložiť do prístroja. Škatuľku orientujeme do prístroja tak, aby bolo zamerané miesto *facies intervertebralis superior*.



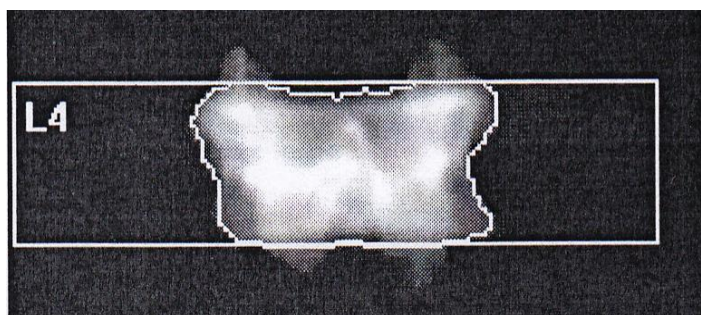
Obr. č. 19: (vlastné)

4.2.3.2 Meranie na prístroji Hologic QDR 4500A

Stavce sa merali v škatuli s vrstvou ryže 8 cm. Správnu polohu L4 pri tomto meraní zaisťoval laserový lúč prístroja a taktiež samotné snímky, ktoré odhalili nesprávnu polohu stavca. *Processus spinosus* smeruje dolu a prístroj meria do dolného okraja tela stavca k hornému okraju tela stavca (smer šípky).



Obr. č. 20: (vlastné)



DXA Results Summary:

Region	Area (cm ²)	BMC (g)	BMD (g/cm ³)	T - score	PR (%)	Z - score	AM (%)
L4	13.86	22.80	1.646	5.3	155	5.8	163
Total	13.86	22.80	1.646	5.3	155	5.8	163

Total BMD CV 1.0%, ACF = 1.036, BCF = 1.010, TH = 2.876
 WHO Classification: Normal
 Fracture Risk: Not Increased

Obr. č. 21: Výstup z prístroja Hologic QDR 4500A. Vyznačená je meraná oblasť stavca (vlastné)

4.3 Problémy spojené s metódou

Hodnotenie denzity má mnohé úskalia a výsledok merania môže byť ovplyvnený:

- povrchom meraného miesta



Obr. č. 22: Povrch *facies intervertebralis superior* – je dobre zachovaný (vlastné)



Obr. č. 23: Povrch *facies intervertebralis inferior* toho istého stavca je preliačené (vlastné)

To bol dôvod prečo sa merala na prístroji Lunar PIXI telo stavca zo strany *facies intervertebralis superior*.

- prítomnosťou koincidujúcich zmien v meranej lokalite napr. osteofytov



Obr. č. 24, 25: Tento stavec musel byť zo štúdie vyradený, nakoľko ho nebolo možné zmerať (vlastné)

- zachovalosťou kostrového materiálu



Obr. č. 26: (vlastné)



Obr. č. 27: Taktiež takto zachovalé kosti boli zo štúdie vyradené (vlastné)

- orientáciou kosti v škatuľke (Lunar PIXI)

Pätná kosť



Obr. č. 28, 29: Kosť je príliš natočená doľava (vlastné)



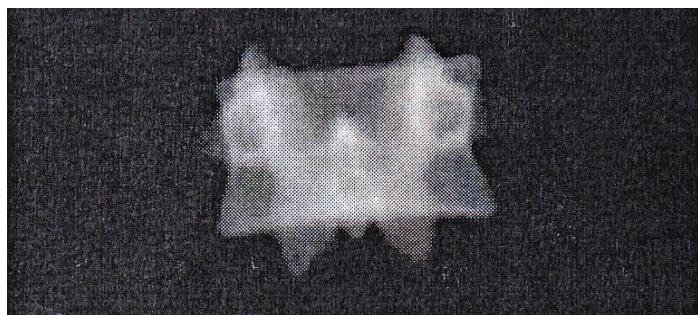
Obr. č. 30, 31: Kost' je príliš natočená doprava (vlastné)

Štvrtý lumbálny stavec (L4)



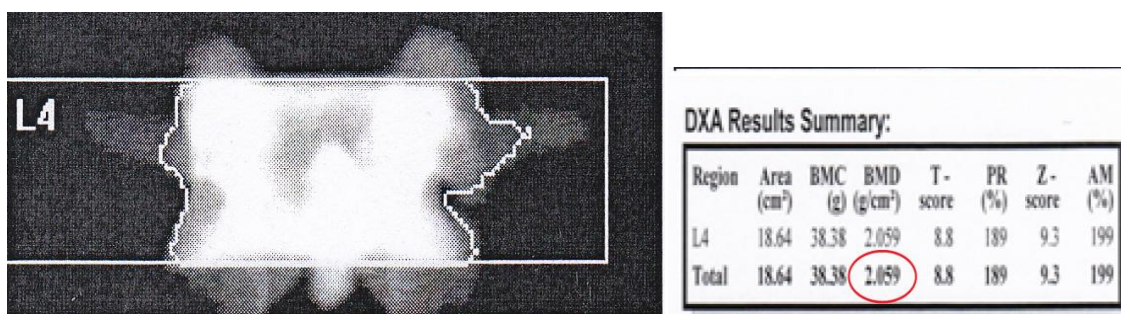
Obr. č. 32, 33: *Processus spinosus* nesmeruje na pomyslenú čiaru (vlastné)

- orientáciou stavca pri meraní prístrojom Hologic QDR 4500A



Obr. č. 34: Stavcec je nesprávne uložený – nie je v rovine (vlastné)

- prítomnosťou cudzích telies



Obr. č. 35: Prílišné presvetlenie môže ukazovať na prítomnosť cudzích telies (napr. pôda), BMD tohto stavca vykazuje obzvlášť vysokú hodnotu (červený krúžok) (vlastné)

- typom prístroja (výrobca) a princípom merania
- referenčnými hodnotami používanými v danom prístroji

4.4 Štatistické a matematické spracovanie dát

Výsledky meraní boli spracované v štatistickom programe R. Štatistickým šetrením boli sledované rozdiely medzi ženami a mužmi, vekové porovnanie, miera korelácie medzi jednotlivými meraniami miestami a lineárna regresná analýza.

4.4.1 Hodnoty BMD

Bola zisťovaná priemerná hodnota BMD u kostí päty a stavca L4, taktiež ich minimálna nameraná hodnota a maximálna nameraná hodnota, ďalej tiež smerodajná odchýlka a priemerná hodnota T-skóre.

4.4.2 Rozdiel medzi jednotlivými miestami merania

Párovým t-testom bola zisťované u žien ako u mužov, či existuje rozdiel medzi meranými miestami.

Bol porovnaný ľavý krčok stehennej kosti s ľavou kosťou päty, ľavý trochanter stehennej kosti s ľavou kosťou päty, ľavý total stehennej kosti s ľavou kosťou päty. Bol porovnaný pravý krčok stehennej kosti s pravou kosťou päty, pravý trochanter stehennej kosti s pravou kosťou päty, pravý total stehennej kosti s pravou kosťou päty.

Bol porovnaný ľavý krčok stehennej kosti so stavcom L4 (výsledky merania z Lunar PIXI a z Hologic QDR 4500A), ľavý trochanter stehennej kosti so stavcom L4 (výsledky merania z Lunar PIXI a z Hologic QDR 4500A), ľavý total stehennej kosti so stavcom L4 (výsledky merania z Lunar PIXI a z Hologic QDR 4500A). Taktiež bol porovnaný pravý krčok stehennej kosti so stavcom L4 (výsledky merania z Lunar PIXI a z Hologic QDR 4500A), pravý trochanter stehennej kosti so stavcom L4 (výsledky merania z Lunar PIXI a z Hologic QDR 4500A), pravý total stehennej kosti so stavcom L4 (výsledky merania z Lunar PIXI a z Hologic QDR 4500A).

Ďalej sa porovнала ľavá pätná kosť so stavcom L4 (výsledky merania z Lunar PIXI a z Hologic QDR 4500A) a pravá pätná kosť so stavcom L4 (výsledky merania z Lunar PIXI a z Hologic QDR 4500A),

Nakoniec sa porovnali výsledky merania BMD stavca L4 medzi prístrojmi Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A.

4.4.3 Rozdiel medzi ženami a mužmi

Pre zistenie rozdielu medzi ženami a mužmi v hodnotách BMD bol použitý

t-test. Takto boli testované medzi sebou kosti päty, ľavá a pravá strana samostatne, stavec L4 meraný prístrojom Lunar PIXI a taktiež stavec L4 meraný prístrojom Hologic QDR 4500A.

4.4.4 Vekové porovnanie

Skúmané kostrové pozostatky boli rozdelené na tri vekové skupiny u žien tak i mužov. V každej vekovej skupine bol zistený priemer BMD hodnoty u kosti päty a stavca L4, jej minimum a maximum. Ďalej tiež smerodajná odchýlka a priemerná hodnota T-skóre.

4.4.5 Určenie osteoporózy

Pre možné zistenie diagnostiky osteoporózy u jedincov z Mikulčíc bola získaná priemerná hodnota T-skóre u žien a mužov z výsledkov merania ľavých a pravých piat, jeho minimálna nameraná hodnota a maximálna nameraná hodnota T-skóre, taktiež smerodajná odchýlka.

Bola získaná priemerná hodnota T-skóre u žien a mužov z výsledkov merania stavcov L4 z prístroja Hologic QDR 4500A, jeho minimálna nameraná hodnota a maximálna nameraná hodnota T-skóre, taktiež smerodajná odchýlka.

Bola získaná priemerná hodnota Z-skóre u žien a mužov z výsledkov merania stavcov L4 z prístroja Hologic QDR 4500A, jeho minimálna nameraná hodnota a maximálna nameraná hodnota Z-skóre, taktiež smerodajná odchýlka.

4.4.6 Porovnanie kostí medzi sebou

Nasledujúce štatistické testy prebiehali na nameraných dátach, ktoré boli transformované umocnením na 1/3 pre dosiahnutie rozdelenia dát lepšie zodpovedajúcemu normálnemu rozdeleniu.

4.4.6.1 Porovnanie pätných kostí so stehennými kost'ami

Následne bol zistený korelačný koeficient, ktorý vyjadruje mieru závislosti. Porovnané boli ľavé pätné kosti s ľavými stehennými kost'ami a pravé pätné kosti so pravými stehennými kost'ami.

4.4.6.2 Porovnanie pätných kostí so stavcom L4

Následne bol zistený korelačný koeficient. Bola porovnaná samostatne ľavá a pravá pätná kosť s výsledkami meraní stavca L4 z prístroja Lunar PIXI a následne z prístroja Hologic QDR 4500A.

4.4.6.3 Porovnanie stavca L4 so stehennými kost'ami

Následne bol zistený korelačný koeficient. Bola porovnaná samostatne ľavá a pravá stehenná kosť s výsledkami meraní stavca L4 z prístroja Lunar PIXI a následne z prístroja Hologic QDR 4500A.

4.4.6.4 Porovnanie výsledkov meraní stavca L4 z prístrojov Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A

Zisťoval sa korelačný koeficient medzi jednotlivými metódami merania. Boli porovnané stavce merané na prístroji Lunar PIXI a prístroji Hologic QDR 4500A.

4.4.7 Lineárna regresia

Lineárna regresia bola zisťovaná medzi stavcami L4 z prístroja Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A a stehennými kost'ami a tiež medzi výsledkami z prístroja Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A. Výsledky boli prenesené do grafu spolu s regresnou priamkou, ktorá bola vyjadrená tiež v podobe lineárnej rovnice. Taktiež bol zistený koeficient determinácie.

5. Výsledky

Výsledky meraní sú rozdelené do príslušných podkapitol.

5.1 Namerané hodnoty

Namerané hodnoty stehenných kostí zo štúdie Likovský *et al.* (2008) sa nachádzajú v Prílohách, tabuľkách č. 46, 47, 48, 49, 50, 51, namerané hodnoty pätných kostí sa nachádzajú v Prílohách, tabuľkách č. 42, 43, a namerané hodnoty stavcov (L4) sa nachádzajú v Prílohách, tabuľkách č. 44, 45.

5.2 Štatistické výsledky

5.2.1 Hodnoty BMD

5.2.1.1 Kosti päty

U žien bolo zmeraných 22 ľavých piat s priemernou hodnotou BMD 0,552 (SD 0,129), u mužov bolo zmeraných 23 ľavých piat s priemernou hodnotou BMD 0,883 (SD 0,142). V prípade pravých piat bolo zmeraných 13 ženských jedincov s priemernou hodnotou BMD 0,603 (SD 0,170) a u mužov bola priemerná hodnota BMD pravých piat 0,851 (SD 0,168) a bolo zmeraných 24 mužských jedincov.

Tabuľka č. 7: Zhrnutie meraných ľavých a pravých piat žien a mužov

	ženy		muži	
	sin	dx	sin	dx
N	22	13	23	24
priemer BMD (g/cm²)	0,552	0,603	0,883	0,851
min	0,400	0,412	0,679	0,636
max	0,938	0,960	1,134	1,221
SD	0,129	0,170	0,142	0,168
T-skóre	0,636	1,238	2,943	2,567

5.2.1.2 Stavcov L4 prístroj Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A

Bolo zmeraných 23 stavcov L4 žien s priemernou hodnotou BMD 0,499 (SD 0,144) a bolo zmeraných 29 stavcov L4 mužov s priemernou hodnotou BMD 0,630 (SD 0,138).

Tabuľka č. 8: Zhrnutie meraných stavcov L4 prístrojom Lunar PIXI žien a mužov

	ženy	muži
Lunar PIXI	L4	L4
N	23	29
priemer BMD (g/cm ²)	0,499	0,630
min	0,306	0,410
max	0,791	1,050
SD	0,144	0,138

Bolo zmeraných 23 stavcov L4 žien s priemernou hodnotou BMD 1,164 (SD 0,220) a bolo zmeraných 29 stavcov L4 mužov s priemernou hodnotou BMD 1,391 (SD 0,236). Rereferenčné dáta sú na základe Hologic DXA L1-L4 (pre kaukazské ženy a mužov).

Tabuľka č. 9: Zhrnutie meraných stavcov L4 prístrojom Hologic QDR 4500A žien a mužov

HOLOGIC	ženy		muži	
	L4	ref. data	L4	ref. data
N	23		29	
priemer BMD (g/cm ²)	1,164	1,047	1,391	1,091
min	0,847		0,859	
max	1,630		2,090	
SD	0,220		0,236	
T-skóre	0,941		2,786	
Z-skóre	1,217		3,048	

5.2.2 Rozdiel medzi jednotlivými miestami merania

Párovým t-testom bolo zisťované u žien ako u mužov, či existuje rozdiel medzi meranými miestami. Výsledky všetkých meraní sú zhrnuté v tabuľkách č. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

U všetkých porovnávaných miestach bola p hodnota menšia než 0,05 na 95 % hladine významnosti. To znamená, že zamietame nulové hypotézy a prijímame alternatívnu.

Avšak pri porovnávaní pravej stehennej kosti (total) so stavcom L4 merané prístrojom Lunar PIXI bola zistená p hodnota (0,0507) väčšia než 0,05, to znamená, že nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti.

U žien pri porovnaní ľavej pätnjej kosti s stavcom L4 (Lunar PIXI) bola zistená p hodnota (0,2427) väčšia než 0,05, to znamená, že nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti.

Taktiež u žien bola porovnávaná pravá pätná kosť so stavcom L4 (Lunar PIXI) bola zistená p hodnota (0,1429) väčšia než 0,05, to znamená, že nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti.

Tabuľka č. 10: Párový t-test porovnanie ľavej pätnjej kosti s ľavou stehennou kosťou

	ženy	muži
	p hodnota	p hodnota
neck	$1,4 \cdot 10^{-10}$	$4,6 \cdot 10^{-8}$
trochanter	$9,7 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$
total	$7,5 \cdot 10^{-15}$	$3,0 \cdot 10^{-13}$

Tabuľka č. 11: Párový t-test porovnanie pravej pätnjej kosti s pravou stehennou kosťou

	ženy	muži
	p hodnota	p hodnota
neck	$3,2 \cdot 10^{-5}$	0,0001
trochanter	0,0009	$4,3 \cdot 10^{-10}$
total	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-16}$

Tabuľka č. 12: Párový t-test porovnanie stavca L4 (Lunar PIXI) s ľavou stehennou kosťou

	ženy	muži
	p hodnota	p hodnota
neck	$3,4 \cdot 10^{-14}$	$4,0 \cdot 10^{-17}$
trochanter	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-15}$
total	$4,2 \cdot 10^{-16}$	$3,1 \cdot 10^{-21}$

Tabuľka č. 13: Párový t-test porovnanie stavca L4 (Lunar PIXI) s pravou stehennou kosťou

	ženy	muži
	p hodnota	p hodnota
neck	$1,7 \cdot 10^{-14}$	$7,7 \cdot 10^{-18}$
trochanter	$1,0 \cdot 10^{-12}$	$8,7 \cdot 10^{-15}$
total	$6,8 \cdot 10^{-18}$	$2,7 \cdot 10^{-21}$

Tabuľka č. 14: Párový t-test porovnanie stavca L4 (Hologic QDR 4500A) s ľavou stehennou kosťou

	ženy	muži
	p hodnota	p hodnota
neck	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-11}$
trochanter	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$4,4 \cdot 10^{-9}$
total	0,0693	0,0328

Tabuľka č. 15: Párový t-test porovnanie stavca L4 (Hologic QDR 4500A) s pravou stehennou kosťou

	ženy	muži
	p hodnota	p hodnota
neck	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-10}$
trochanter	$5,5 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-8}$
total	0,0262	0,0507

Tabuľka č. 16: Párový t-test porovnanie stavca L4 (Lunar PIXI) s ľavou kosťou päty

	p hodnota
ženy	0,2427
muži	$1,5 \cdot 10^{-5}$

Tabuľka č. 17: Párový t-test porovnanie stavca L4 (Lunar PIXI) s pravou kosťou päty

	p hodnota
ženy	0,1429
muži	$1,9 \cdot 10^{-5}$

Tabuľka č. 18: Párový t-test porovnanie stavca L4 (Hologic QDR 4500A) s ľavou kosťou päty

	p hodnota
ženy	$3,6 \cdot 10^{-5}$
muži	$4,5 \cdot 10^{-5}$

Tabuľka č. 19: Párový t-test porovnanie stavca L4 (Hologic QDR 4500A) s pravou kosťou päty

	p hodnota
ženy	0,0081
muži	$1,5 \cdot 10^{-5}$

Tabuľka č. 20: Párový t-test porovnanie stavca L4 Lunar PIXI s Hologic QDR 4500A

	p hodnota
ženy	$1,3 \cdot 10^{-15}$
muži	$3,0 \cdot 10^{-21}$

5.2.3 Rozdiel medzi ženami a mužmi

Pre zistenie rozdielu medzi ženami a mužmi v hodnotách BMD bol použitý t-test. Takto boli testované medzi sebou kosti päty, ľavá a pravá strana samostatne, stavec L4 meraný prístrojom Lunar PIXI a taktiež stavec L4 meraný prístrojom Hologic QDR 4500A.

5.2.3.1 Kosti päty

Na základe p hodnoty zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. U pravých piat medzi ženami a mužmi bol preukázaný štatistický rozdiel a taktiež u ľavých piat medzi ženami a mužmi.

Tabuľka č. 21: Párový t-test porovnanie ľavých piat medzi ženami a mužmi a párový t-test porovnanie pravých piat medzi ženami a mužmi

	p hodnota
sin	$2,7 \cdot 10^{-10}$
dx	0,0001

5.2.3.2 Stavec L4

Na základe p hodnoty zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Medzi ženami a mužmi u BMD stavca L4 merané Lunar PIXI i Hologic QDR 4500A bol preukázaný štatistický rozdiel.

Tabuľka č. 22: Párový t-test porovnanie stavca L4 Lunar PIXI s Hologic QDR 4500A

	p hodnota
Lunar PIXI	0,0016
Hologic QDR	0,0008

5.2.4 Vekové porovnanie

Skúmané kostrové pozostatky boli rozdelené na tri vekové skupiny u žien tak i mužov. V každej vekovej skupine bola zistený priemer BMD hodnoty u kosti päty a stavca L4, jej minimum a maximum. Ďalej tiež smerodajná odchýlka a priemerná hodnota T-skóre.

5.2.4.1 Ľavá päta

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 23.

U žien mladších než 35 rokov (N = 13) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,542 (SD 0,114), u žien vo veku 35-50r. (N = 7) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,516 (SD 0,074) a ženy vo veku nad 50 rokov nemohli byť zaradené do štatistického hodnotenia, nakoľko ich počet bol menší než 3.

U mužov mladších než 35 rokov (N = 4) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,915 (SD 0,187), u mužov vo veku 35-50r. (N = 8) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,687 (SD 0,144) a u mužov vo veku nad 50 rokov (N = 11) bola priemerná hodnota BMD 0,896 (SD 0,134).

Tabuľka č. 23: Zhrnutie meraných ľavých piat žien a mužov rozdelených podľa veku

	ženy			muži		
	20-35	35-50	nad 50	20-35	35-50	nad 50
N	13	7	x	4	8	11
priemer BMD (g/cm²)	0,542	0,516	x	0,915	0,849	0,896
min	0,400	0,409	x	0,699	0,687	0,679
max	0,842	0,584	x	1,104	1,075	1,134
SD	0,114	0,074	x	0,187	1,144	0,134
T-skóre	0,500	0,200	x	3,150	2,525	3,173

5.2.4.2 Pravá päta

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 24.

U žien mladších než 35 rokov (N = 8) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,542 (SD 0,126), ženy vo veku 35 – 50 r. nemohli byť zaradené do štatistického hodnotenia nakoľko bol ich počet menší než 3 a ženy vo veku nad 50 rokov (N = 3) bola priemerná hodnota BMD 0,766 (SD 0,250).

U mužov mladších než 35 rokov (N = 4) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,829 (SD 0,154), u mužov vo veku 35–50 r. (N = 11) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,826 (SD 0,182) a u mužov vo veku nad 50 rokov (N = 9) bola priemerná hodnota BMD 0,890 (SD 0,167).

Tabuľka č. 24: Zhrnutie meraných pravých piat žien a mužov rozdelených podľa veku

	ženy			muži		
	20-35	35-50	nad 50	20-35	35-50	nad 50
N	8	x	3	4	11	9
priemer BMD (g/cm²)	0,542	x	0,766	0,829	0,826	0,890
min	0,412	x	0,484	0,709	0,636	0,732
max	0,750	x	0,960	1,050	1,149	1,221
SD	0,126	x	0,250	0,154	0,182	0,167
T-skóre	0,488	x	3,267	2,300	2,309	3,000

5.2.4.3 Stavec L4 prístroj Lunar PIXI

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 25.

U žien mladších než 35 rokov (N = 11) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,529 (SD 0,129), u žien vo veku 35–50 r. (N = 8) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,451 (SD 0,171) a ženy vo veku nad 50 rokov (N = 3) bola priemerná hodnota BMD 0,521 (SD 0,169).

U mužov mladších než 35 rokov (N = 10) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,657 (SD 0,057), u mužov vo veku 35-50r. (N = 8) bola nameraná priemerná hodnota BMD 0,592 (SD 0,177) a u mužov vo veku nad 50 rokov (N = 11) bola priemerná hodnota BMD 0,634 (SD 0,162).

Tabuľka č. 25: Zhrnutie meraných L4 stavcov Lunar PIXI žien a mužov rozdelených podľa veku

	ženy			muži		
	20-35	35-50	nad 50	20-35	35-50	nad 50
N	11	8	3	10	8	11
priemer BMD (g/cm²)	0,529	0,451	0,521	0,657	0,592	0,634
min	0,306	0,307	0,377	0,556	0,410	0,428
max	0,783	0,791	0,707	0,741	0,910	1,050
SD	0,129	0,171	0,169	0,057	0,177	0,162

5.2.4.4 Stavec L4 prístroj Hologic QDR 4500A

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 26.

U žien mladších než 35 rokov (N = 11) bola nameraná priemerná hodnota BMD 1,190 (SD 0,203), u žien vo veku 35–50 r. (N = 8) bola nameraná priemerná hodnota BMD 1,125 (SD 0,220) a ženy vo veku nad 50 rokov (N = 3) bola priemerná hodnota BMD 1,244 (SD 0,163).

U mužov mladších než 35 rokov (N = 10) bola nameraná priemerná hodnota BMD 1,396 (SD 0,203), u mužov vo veku 35–50 r. (N = 8) bola nameraná priemerná hodnota BMD 1,266 (SD 0,261) a u mužov vo veku nad 50 rokov (N = 11) bola priemerná hodnota BMD 1,477 (SD 0,266).

Tabuľka č. 26: Zhrnutie meraných L4 stavcov Hologic QDR 4500A žien a mužov rozdelených podľa veku

	ženy			muži		
	20-35	35-50	nad 50	20-35	35-50	nad 50
N	11	8	3	10	8	11
priemer BMD (g/cm²)	1,190	1,125	1,244	1,396	1,266	1,477
min	0,847	0,901	1,026	1,205	0,859	1,067
max	1,514	1,406	1,026	1,670	1,617	2,090
SD	0,203	0,220	0,163	0,138	0,261	0,266
T-skóre	1,164	0,619	0,335	2,890	1,625	3,536
Z-skóre	1,264	0,825	2,833	2,940	1,813	4,045

5.2.5 Hodnotenie osteoporózy

5.2.5.1 Pätná kosť

Pre zistenie diagnostiky osteoporózy u jedincov z Mikulčíc bolo zmeraných 22 ľavých piat u žien. Priemerná hodnota T-skóre bola 0,636 (SD 1,607), u mužov bolo zmeraných 23 ľavých piat s priemernou hodnotou T-skóre 2,943(SD 1,696). Ženských pravých piat bolo zmeraných 13 s priemernou hodnotou 1,238 (SD 2,228), u mužov bolo zmeraných 24 pravých piat s priemernou hodnotou 2,567 (SD 1,859).

Tabuľka č. 27: Zhrnutie T-skóra meraných u pätných kostí

T-skóre	ženy		muži	
	sin	dx	sin	dx
N	22	13	23	24
priemer	0,636	1,238	2,943	2,567
min	-1,2	-1,1	0,5	0,2
max	5,5	5,8	6,2	6,6
SD	1,607	2,228	1,696	1,859

5.2.5.2 Stavce L4

5.2.5.2.1 Hologic QDR 4500A

Pre možné zistenie diagnostiky osteoporózy u jedincov z Mikulčíc bolo zmeraných 23 L4 stavcov u žien. Priemerná hodnota T-skóre bola 0,941 (SD 2,010), u mužov bolo zmeraných 29 stavcov L4 s priemernou hodnotou T-skóre 2,786 (SD 2,164).

Tabuľka č. 28: Zhrnutie T-skóra meraných u stavca L4

T-skóre	ženy	muži
	HOLOGIC	HOLOGIC
N	23	29
priemer	0,941	2,786
min	-2	-2,1
max	5,2	9,1
SD	2,010	2,164

Pre možné zistenie diagnostiky osteoporózy u jedincov z Mikulčíc bolo zmeraných 23 L4 stavcov u žien. Priemerná hodnota Z-skóre bola 1,217 (SD 2,098), u mužov bolo zmeraných 29 stavcov L4s priemernou hodnotou Z-skóre 3,048 (SD 2,213).

Tabuľka č. 29: Zhrnutie Z-skóra meraných u stavca L4

Z-skóre	ženy	muži
	Hologic	Hologic
N	23	29
priemer	1,217	3,048
min	-1,9	-1,9
max	6,4	9,6
SD	2,098	2,213

5.2.6 Porovnanie pätných kostí so stehennými kost'ami

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 30.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavou stehennou kost'ou a ľavou pätnou kost'ou u žien. Najvyšší korelačný koeficient (0,591) vykazuje výsledok merania TOTAL s ľavou pätnou kost'ou.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavou stehennou kost'ou a ľavou pätnou kost'ou u mužov. Najvyšší korelačný koeficient (0,701) vykazuje výsledok merania TROCHANTER s ľavou pätnou kost'ou.

Tabuľka č. 30: Zhrnutie výsledkov porovnaných ľavých piat s ľavými stehennými kost'ami a zistenie korelačného koeficientu

		p hodnota	korelačný k.
ženy	NECK	0,0138	0,5286
	TROCHATER	0,0626	0,4133
	TOTAL	0,0048	0,5911
muži	NECK	0,0032	0,5870
	TROCHATER	0,0002	0,7014
	TOTAL	0,0011	0,6376

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 31.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi pravou stehennou kost'ou a pravou kost'ou u žien. A to v NECKu a TOTALi. Vyšší korelačný koeficient (0,595) vykazuje výsledok merania NECKu s pravou pätnou kost'ou. Avšak v prípade oblasti TROCHANTERu je p hodnota vyššia než 0,005 na 95 % hladine významnosti nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi pravou stehennou kost'ou a pravou kost'ou u mužov. A to v TROCHATERi a

TOTALu. Vyšší korelačný koeficient (0,595) vykazuje výsledok merania NECKu s pravou pätnou kosťou. Avšak v prípade oblasti NECKu je p hodnota vyššia než 0,005 na 95 % hladine významnosti, nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu.

Tabuľka č. 31: Zhrnutie výsledkov porovnaných pravých piat s pravými stehennými kosťami a zistenie korelačného koeficientu

		p hodnota	korelačný k.
ženy	NECK	0,0414	0,5947
	TROCHATER	0,1747	0,4194
	TOTAL	0,0802	0,5241
muži	NECK	0,3819	0,1913
	TROCHATER	$1,06 \cdot 10^{-7}$	0,8643
	TOTAL	$3,83 \cdot 10^{-6}$	0,8034

5.2.7 Porovnanie pätných kostí so stavcom L4

5.2.7.1 Lunar PIXI

5.2.7.1.1 Ľavá pätná kosť

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 32.

Na základe p hodnoty u žien, ktorá je vyššia než 0,05, nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavou pätnou kosťou a stavcom L4 u mužov. Hodnota korelačného koeficientu je 0,6889.

Tabuľka č. 32: Zhrnutie výsledkov porovnaných stavcov L4 meraných prístrojom Lunar PIXI s ľavými pätnými kosťami

	p hodnota	korelačný k.
ženy	0,5598	0,2254
muži	0,0276	0,6889

5.2.7.1.2 Pravá pätná kosť

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 33.

Na základe p hodnoty u žien, ktorá je vyššia než 0,05, nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi pravou pätnou kosťou a stavcom L4 u mužov. Hodnota korelačného koeficientu je 0,8497.

Tabuľka č. 33: Zhrnutie výsledkov porovnaných stavcov L4 meraných prístrojom Lunar PIXI s pravými pätnými kosťami

	p hodnota	korelačný k.
ženy	0,4084	0,4843
muži	0,0019	0,8497

5.2.7.2 Hologic QDR 4500A

5.2.7.2.1 Ľavá pätná kosť

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 34.

Na základe p hodnoty u žien, ktorá je vyššia než 0,05, nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti.

Na základe p hodnoty u mužov, ktorá je vyššia než 0,05, nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti.

Tabuľka č. 34: Zhrnutie výsledkov porovnaných stavcov L4 meraných prístrojom Hologic QDR 4500A s ľavými pätnými kosťami

	p hodnota	korelačný k.
ženy	0,5282	0,2433
muži	0,1501	0,4904

5.2.7.2.2 Pravá pätná kosť

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 35.

Na základe p hodnoty u žien, ktorá je vyššia než 0,05, nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti.

Na základe p hodnoty u mužov, ktorá je nižšia než 0,05, môžeme zamietnuť nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi pravou pätnou kosťou a stavcom L4 u mužov. Hodnota korelačného koeficientu je 0,8976.

Tabuľka č. 35: Zhrnutie výsledkov porovnaných stavcov L4 meraných prístrojom Hologic QDR 4500A s pravými pätnými kosťami

	p hodnota	korelačný k.
ženy	0,6604	0,2700
muži	0,0004	0,8976

5.2.8 Porovnanie stavca L4 so stehennými kosťami

5.2.8.1 Lunar PIXI

5.2.8.1.1 Ľavá stehenná kosť

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 36.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavou stehennou kosťou a stavcom L4 u žien. Najvyššiu hodnotu korelačného koeficientu (0,6517) vykazuje NECK.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavou stehennou kosťou a stavcom L4 u mužov. Najvyššiu hodnotu korelačného koeficientu (0,7190) vykazuje NECK.

Tabuľka č. 36: Zhrnutie výsledkov porovnaných stavcov L4 meraných prístrojom Lunar PIXI s ľavými stehennými kosťami

		p hodnota	korelačný k.
ženy	NECK	0,0008	0,6517
	TROCHATER	0,0192	0,4843
	TOTAL	0,0067	0,5484
muži	NECK	$1,11 \cdot 10^{-5}$	0,7190
	TROCHATER	0,0003	0,6187
	TOTAL	0,0002	0,6418

5.2.8.1.2 Pravá stehenná kosť

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 37.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi pravou stehennou kosťou a stavcom L4 u žien. Najvyššiu hodnotu korelačného koeficientu (0,7164) vykazuje TOTAL.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi pravou stehennou kosťou a stavcom L4 u mužov. Najvyššiu hodnotu korelačného koeficientu (0,6796) vykazuje NECK.

Tabuľka č. 37: Zhrnutie výsledkov porovnaných stavcov L4 meraných prístrojom Lunar PIXI s pravými stehennými kosťami

		p hodnota	korelačný k.
ženy	NECK	0,0005	0,6659
	TROCHATER	0,0007	0,6547
	TOTAL	0,0001	0,7164
muži	NECK	$5,02 \cdot 10^{-5}$	0,6796
	TROCHATER	0,0114	0,4631
	TOTAL	0,0012	0,5728

5.2.8.2 Hologic QDR 4500A

5.2.8.2.1 Ľavá stehenná kosť

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 38.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavou stehennou kosťou a stavcom L4 u žien. Najvyššiu hodnotu korelačného koeficientu (0,5656) vykazuje NECK.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavou stehennou kosťou a stavcom L4 u mužov. Najvyššiu hodnotu korelačného koeficientu (0,7681) vykazuje NECK.

Tabuľka č. 38: Zhrnutie výsledkov porovnaných stavcov L4 meraných prístrojom Hologic QDR 4500A s ľavými stehennými kosťami

		p hodnota	korelačný k.
ženy	NECK	0,0049	0,5656
	TROCHATER	0,0495	0,4140
	TOTAL	0,0138	0,5058
muži	NECK	$1,15 \cdot 10^{-10}$	0,7681
	TROCHATER	$2,53 \cdot 10^{-5}$	0,6984
	TOTAL	$1,22 \cdot 10^{-6}$	0,7669

5.2.8.2.2 Pravá stehenná kosť

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 39.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavá stehennou kosťou a stavcom L4 u žien. Najvyššiu hodnotu korelačného koeficientu (0,6911) vykazuje TOTAL.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi ľavou stehennou kosťou a stavcom L4 u mužov. Najvyššiu hodnotu korelačného koeficientu (0,7581) vykazuje NECK.

Tabuľka č. 39: Zhrnutie výsledkov porovnaných stavcov L4 meraných prístrojom Hologic QDR 4500A s pravými stehennými kosťami

		p hodnota	korelačný k.
ženy	NECK	0,0046	0,5689
	TROCHATER	0,0008	0,6501
	TOTAL	0,0003	0,6911
muži	NECK	$1,90 \cdot 10^{-7}$	0,7581
	TROCHATER	0,0003	0,6292
	TOTAL	$5,28 \cdot 10^{-6}$	0,7363

5.2.9 Porovnanie Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A

Výsledky meraní sú zhrnuté v tabuľke č. 40.

Na základe p hodnoty, ktorá je nižšia než 0,05, zamietame nulovú hypotézu na 95 % hladine významnosti a prijímame tak hypotézu alternatívnu. Bola preukázaná korelácia medzi meraním stavca L4 prístrojom Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A u žien a u mužov. Korelačný koeficient u žien sa rovná hodnote 0,8410 a mužov sa korelačná koeficient rovná hodnote 0,7890.

Tabuľka č. 40: Zhrnutie výsledkov stavcov L4 meraných prístrojom Lunar PIXI s Hologic QDR 4500A

	p hodnota	korelačný k.
ženy	5,04*10 ⁻⁷	0,8410
muži	3,67*10 ⁻⁷	0,7890

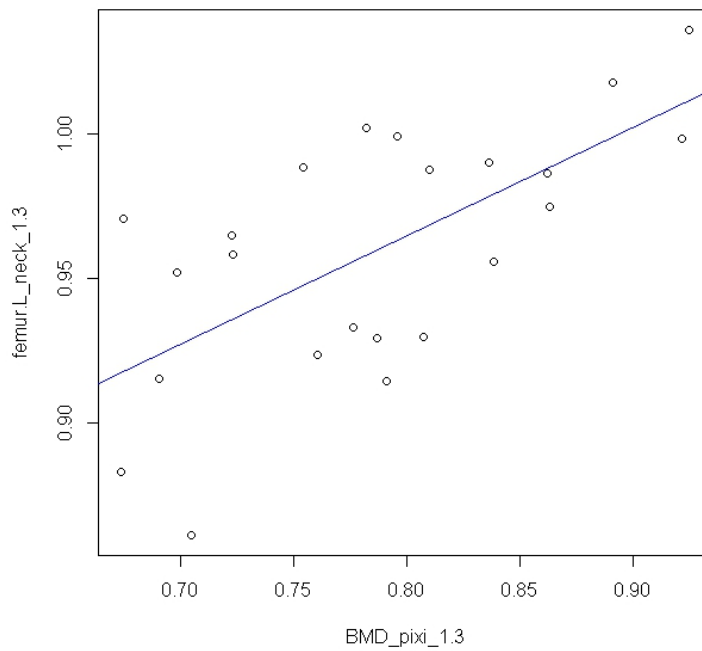
5.2.10 Lineárna regresia

Dáta bola nafitovaná na model lineárnej regresie. Závislosť jednej premennej (vertikálna os) na druhej premennej (horizontálna os) bola znázornená graficky spolu s regresnou priamkou, pre ktorú bola spočítaná lineárna rovnica. Ďalej bol spočítaný koeficient determinácie R², ktorý určuje mieru variability závislej premennej (vertikálna os), ktorou sa uvažovanú závislosťou podarilo preukázať.

5.2.10.1 Lunar PIXI

5.2.10.1.1 Ženy

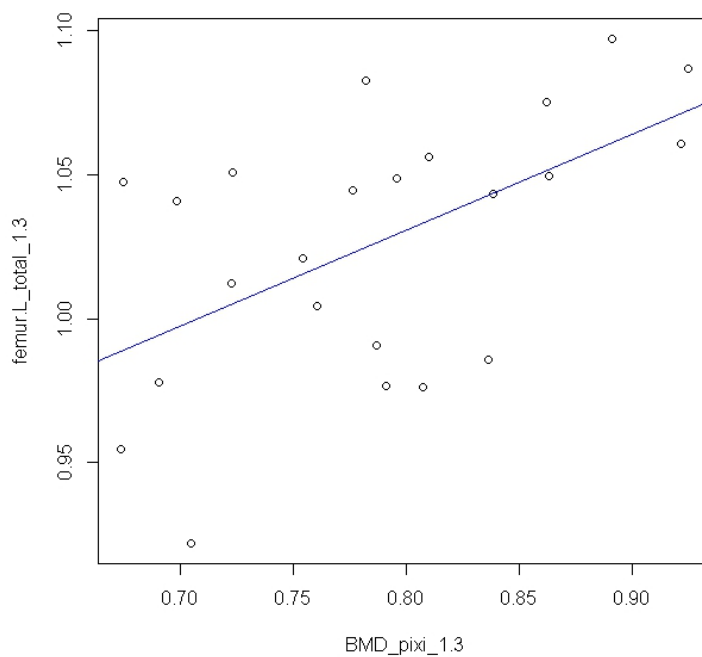
Graf č. 1: Stavec L4 vs. ľavá stehenná kosť NECK



$$y = 0,37387x + 0,66571$$

$$R^2 = 39,73 \%$$

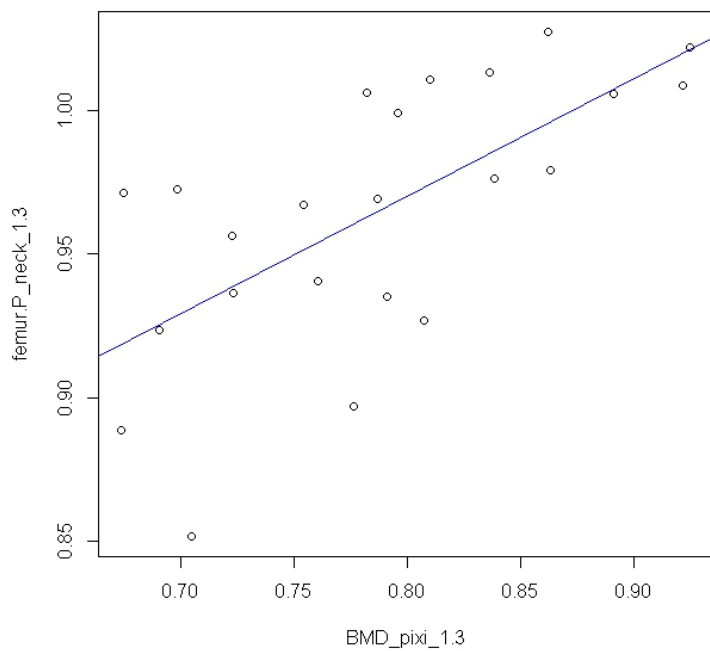
Graf č. 2: Stavec L4 vs. ľavá stehenná kosť TOTAL



$$y = 0,33366x + 0,764$$

$$R^2 = 26,75 \%$$

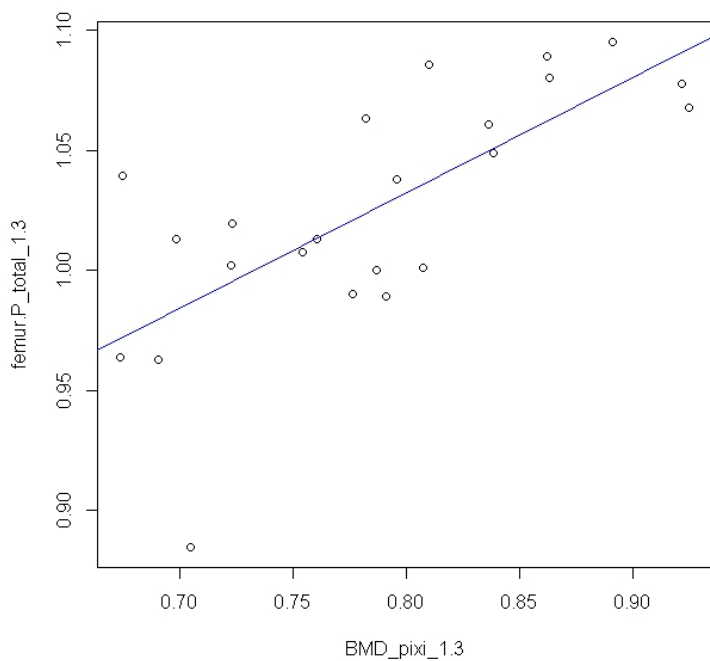
Graf č. 3: Stavec L4 vs. pravá stehenná kosť NECK



$$y = 0,4091x + 0,6428$$

$$R^2 = 41,69 \%$$

Graf č. 4: Stavec L4 vs. pravá stehenná kosť TOTAL

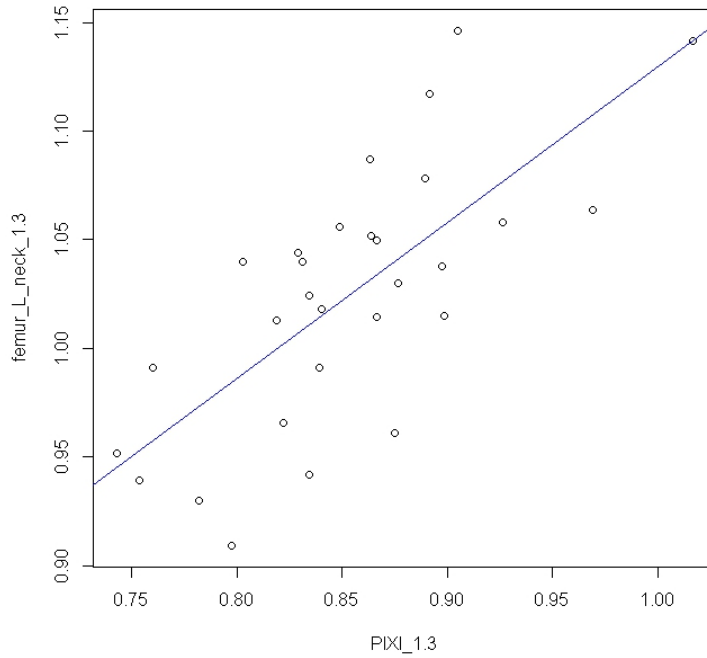


$$y = 0,4091x + 0,6428$$

$$R^2 = 41,69 \%$$

5.2.10.1.2 Muži

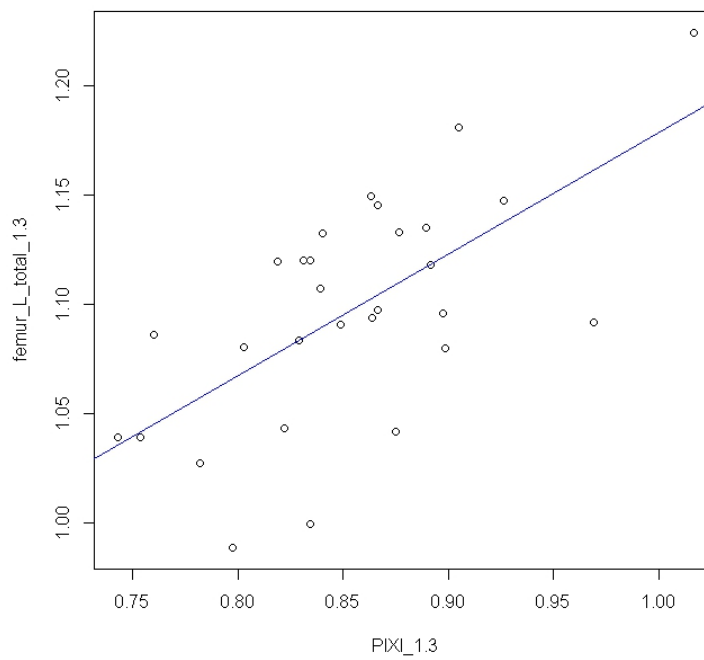
Graf č. 5: Stavec L4 vs. ľavá stehenná kosť NECK



$$y = 0,7173x + 0,4123$$

$$R^2 = 49,9 \%$$

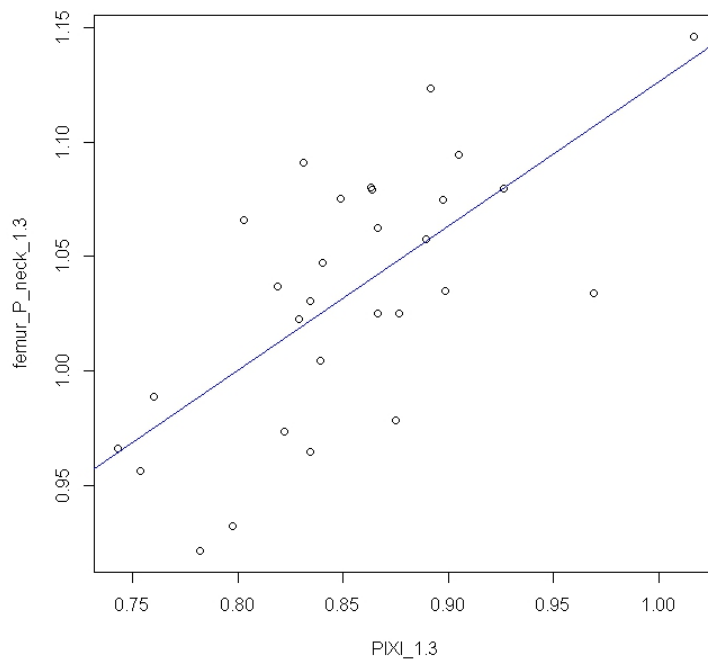
Graf č. 6: Stavec L4 vs. ľavá stehenná kosť TOTAL



$$y = 0,5554x + 0,6230$$

$$R^2 = 39,01 \%$$

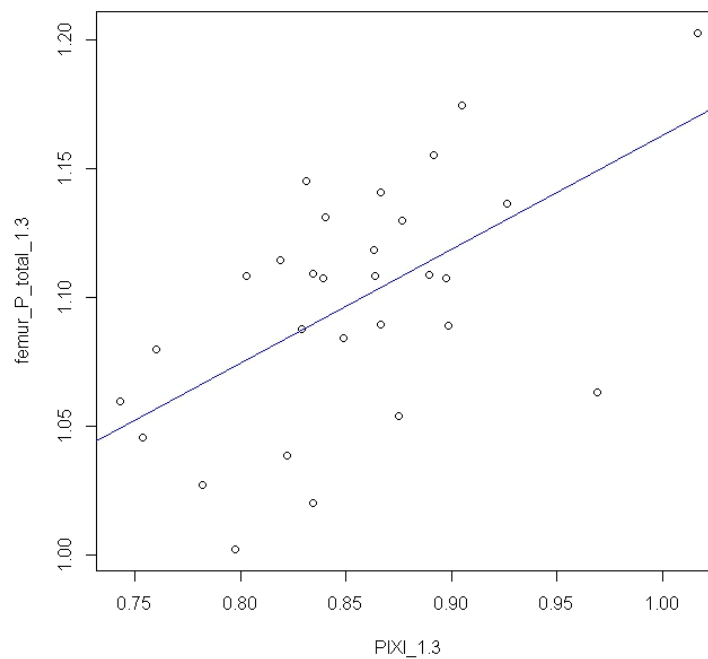
Graf č. 7: Stavec L4 vs. pravá stehenná kost' NECK



$$y = 0,6305x + 0,4956$$

$$R^2 = 42,2 \%$$

Graf č. 8: Stavec L4 vs. pravá stehenná kost' TOTAL



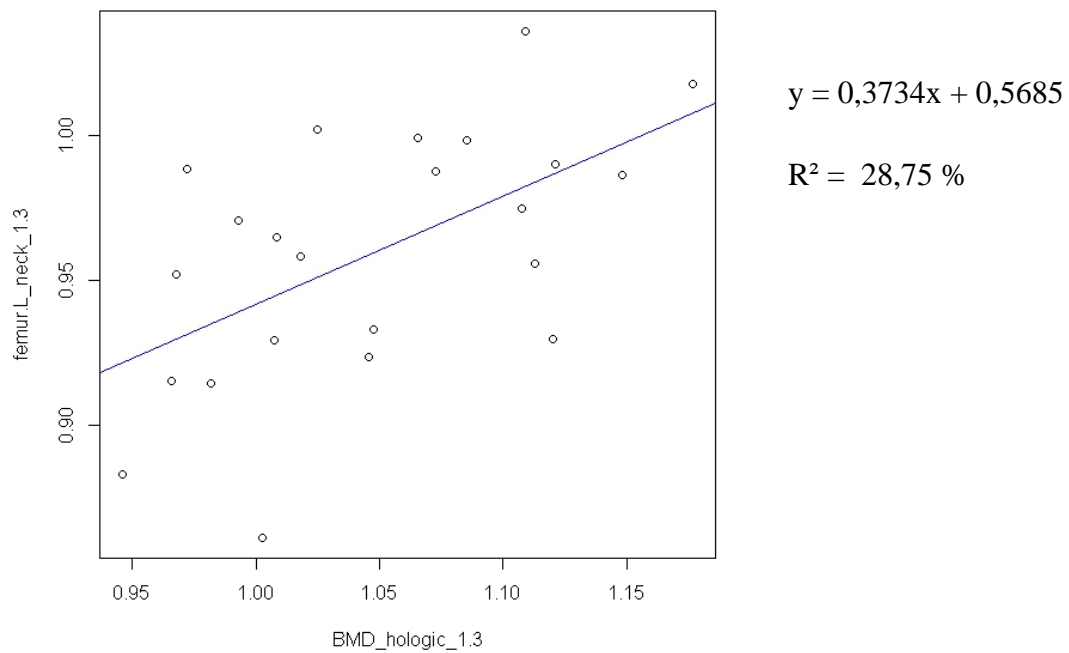
$$y = 0,4432x + 0,7198$$

$$R^2 = 30,32 \%$$

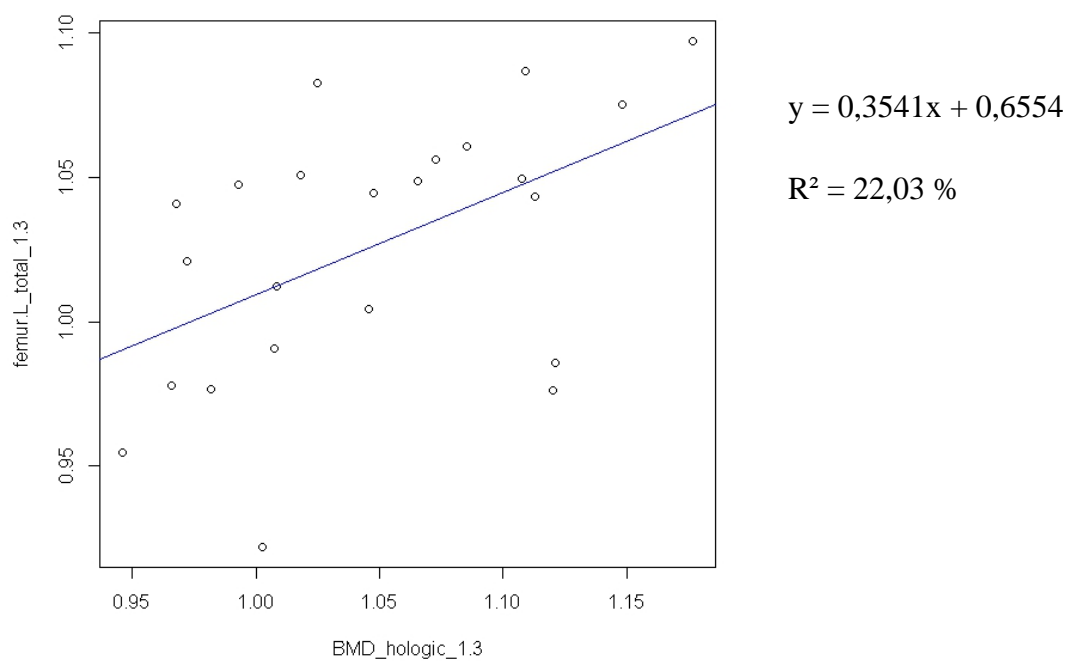
5.2.10.2 Hologic QDR 4500A

5.2.10.2.1 Ženy

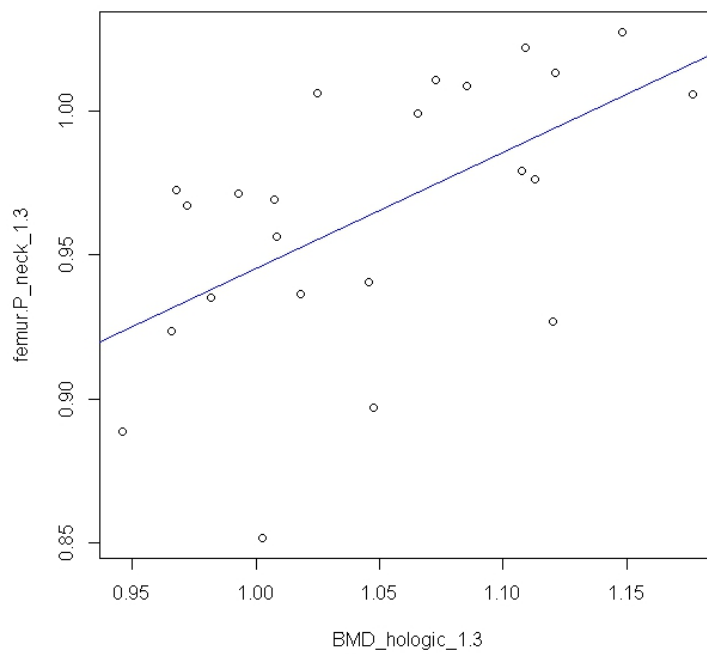
Graf č. 9: Stavec L4 vs. ľavá stehenná kosť NECK



Graf č. 10: Stavec L4 vs. ľavá stehenná kosť TOTAL



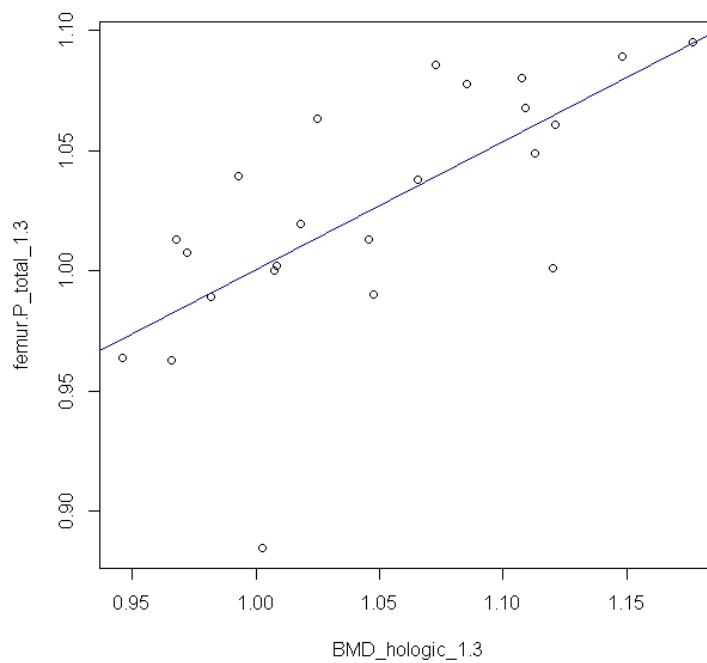
Graf č. 11: Stavec L4 vs. pravá stehenná kosť NECK



$$y = 0,4022x + 0,5431$$

$$R^2 = 29,14 \%$$

Graf č. 12: Stavec L4 vs. pravá stehenná kosť TOTAL

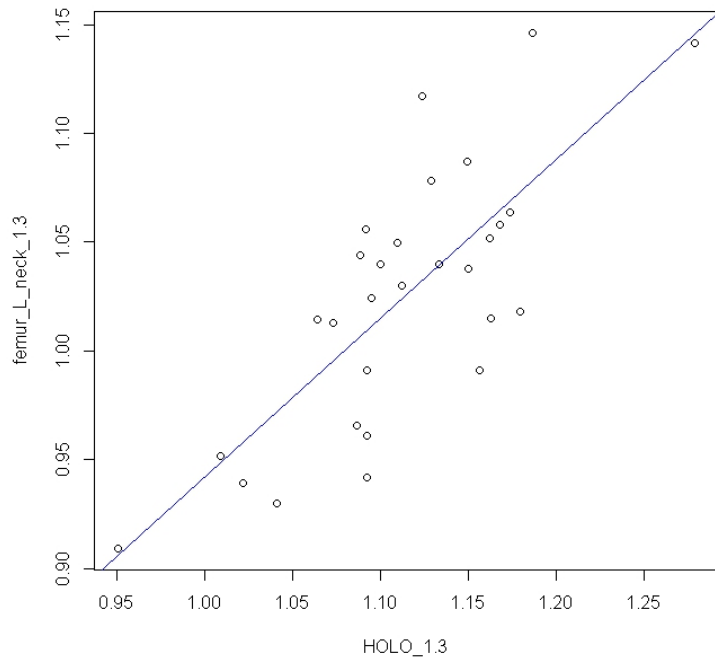


$$y = 0,4091x + 0,4428$$

$$R^2 = 41,69 \%$$

5.2.10.2.2 Muži

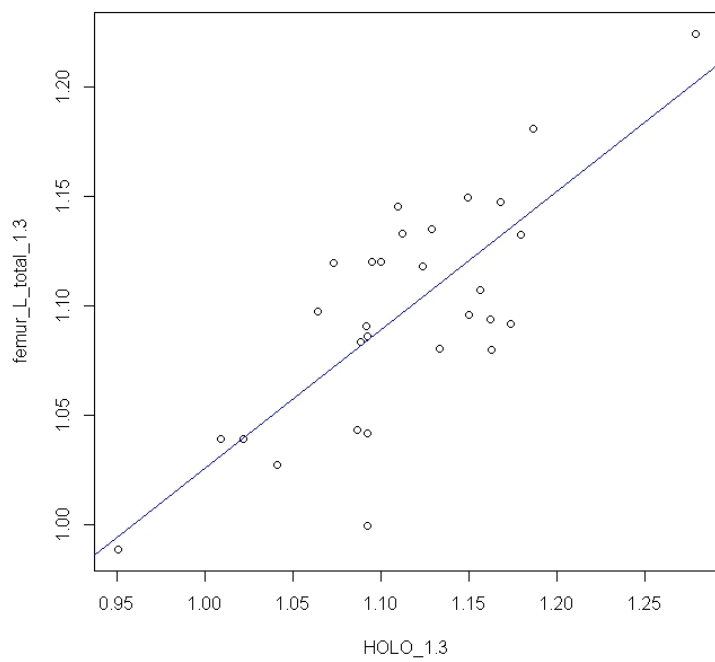
Graf č. 13: Stavec L4 vs. ľavá stehenná kosť NECK



$$y = 0,7310x + 0,2108$$

$$R^2 = 57,48 \%$$

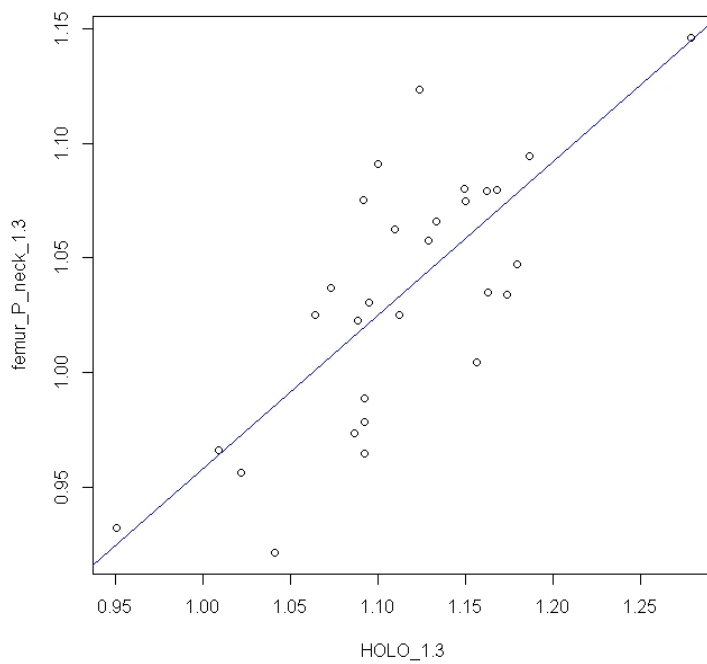
Graf č. 14: Stavec L4 vs. ľavá stehenná kosť TOTAL



$$y = 0,6332x + 0,3923$$

$$R^2 = 57,29 \%$$

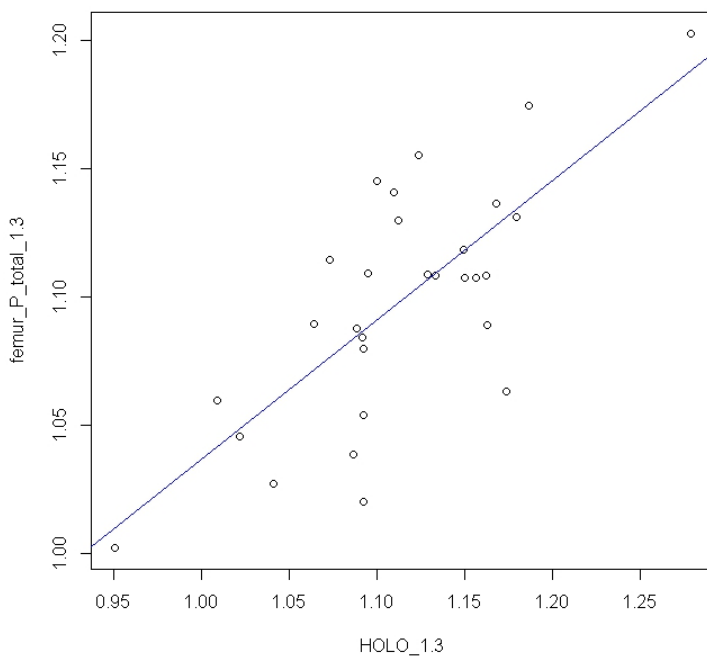
Graf č. 15: Stavec L4 vs. pravá stehenná kosť NECK



$$y = 0,6709x + 0,2870$$

$$R^2 = 55,9 \%$$

Graf č. 16: Stavec L4 vs. pravá stehenná kosť TOTAL



$$y = 0,5434x + 00,4933$$

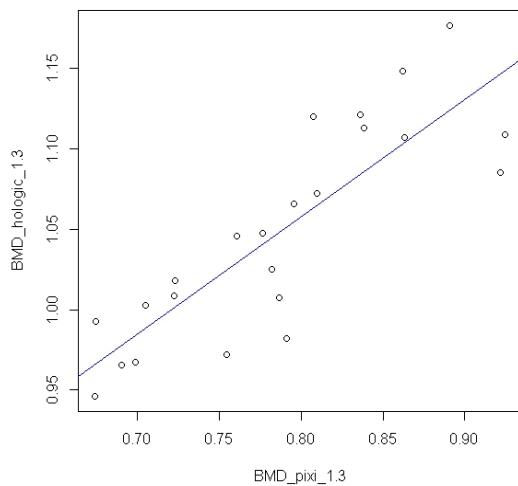
$$R^2 = 52,52 \%$$

5.2.10.3 Lunar PIXI vs. Hologic QDR 4500A

5.2.10.3.1 Ženy

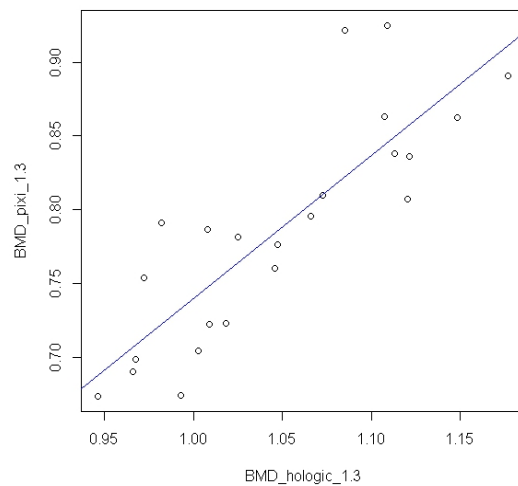
Graf č. 17: Os x – Lunar PIXI os y – Hologic QDR 4500A

Graf č. 18: Os x – Hologic QDR 4500A os y – Lunar PIXI



$$y = 0,73082x + 0,47312$$

$$R^2 = 69,33 \%$$



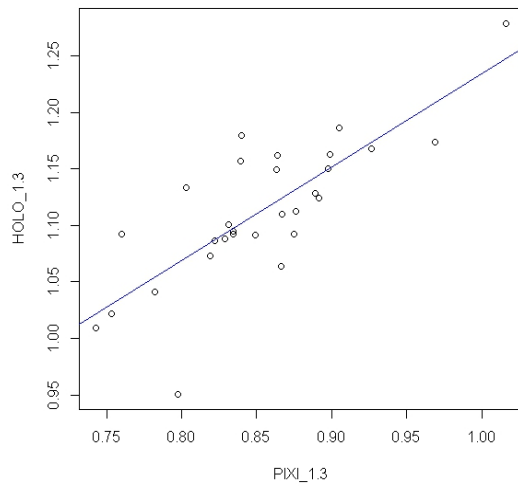
$$y = 0,9677x - 0,2276$$

$$R^2 = 12,6 \%$$

5.2.10.3.2 Muži

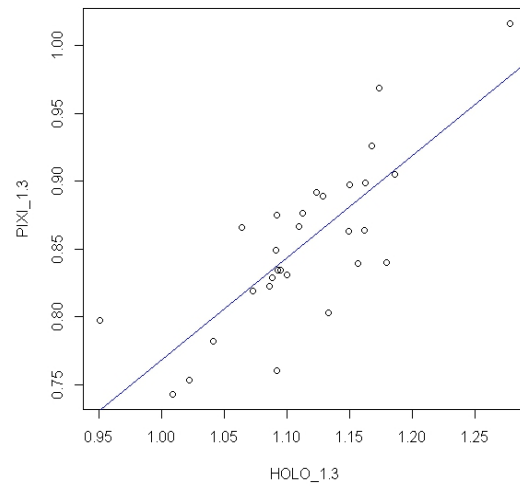
Graf č. 19: Os x – Lunar PIXI osa y – Hologic QDR 4500A

Graf č. 20: Os x – Hologic QDR 4500A osa y – Lunar PIXI



$$y = 0,8271x + 0,4071$$

$$R^2 = 60,85 \%$$



$$y = 0,75259x + 0,01571$$

$$R^2 = 60,85 \%$$

6. Diskusia

Štúdium BMD u archeologických kostier môže poskytnúť dôkazy o životnom štýle a kvalite života v minulej populácii, ktoré sú inak konzervované v archeologickom zázname (Turner-Walker a Mays, 2001).

6.1 Zachovalosť materiálu a metóda hodnotenia

Cieľom práce bolo najskôr zmerať BMD u kosti päty a štvrtého lumbálneho stavca a to u jedincov, u ktorých už boli získané hodnoty BMD kosti stehennej, publikované v štúdiu Likovský *et al.* (2008), na ktorú táto práca nadväzuje. Následne bolo cieľom práce získané hodnoty medzi sebou štatisticky porovnať, zistiť prípadné signifikantné rozdiely či mieru závislosti.

Kosť päty bola vybraná z dôvodu, že je súčasťou apendikulárneho skeletu tak ako kosť stehenná, preto bolo zaujímavé porovnať kostnú denzitu z týchto dvoch miest medzi sebou a zistiť prípadnú koreláciu.

Štvrtý bedrový stavec bol vybraný pre túto štúdiu, pretože obsahuje veľké množstvo špongiózneho tkaniva pre meranie kostnej hustoty a na chrbtici sa častejšie prejaví úbytok kostnej hmoty a zlomenina spôsobená osteoporózou (Cauley *et al.*, 2007; Mosekilde, 1998). Bolo preto zaujímavé porovnať kostnú denzitu stavca L4 so stehennou a pätnou kosťou z toho istého jedinca.

Pre prácu boli využité dva meracie prístroje, Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A. Lunar PIXI je periférny denzitometer, ktorý je konštruovaný pre meranie pätných kostí a predlaktia u živých pacientov. Hologic QDR 4500A je centrálny denzitometer, ktorý je určený primárne pre meranie stavca. Kosti päty boli teda merané na prístroji Lunar PIXI. Stavce L4 boli merané na Lunar PIXI a tiež na prístroji Hologic QDR 4500A, nakoľko sme chceli zistiť, ako sa budú líšiť výsledky merania. Hlavný rozdiel v meraní medzi týmito prístrojmi bol v orientácii stavca. Pri prístroji Hologic QDR 4500A prechádza röntgenový lúč i kortikálnou kosťou, pri prístroji Lunar PIXI je stavec L4 orientovaný tak, aby röntgenový lúč prechádzal len kosťou trabekulárnou. Výsledky týchto meraní pri jednotlivých stavcoch L4 sú uvedené v tabuľke č. 44, 45. Výsledky jednotlivých meraní kosti pätovej sa nachádzajú v tabuľke č. 42, 43.

Pri výskume kostrového materiálu patrí medzi najväčšie limity zachovalosť kostrového materiálu. O to viac je to problém, ak skúmame viac kostí z jedného jedinca a porovnávame namerané hodnoty v rámci jedného jedinca. Nakoľko prístroje a samotný výskum vyžadoval dobre zachovalý materiál, zo štúdie museli byť vyradené kosti, ktoré vykazovali poškodenie alebo ich súčasťou bola napríklad pôda, ktorá sa nedala bez poškodenia kosti odstrániť.

Faktor, ktorý môže ovplyvniť výsledky BMD meraní u archeologickom materiálu je prítomnosť degeneratívnych ochorení kĺbov. Je dobre známe, že jedinca s degeneratívnym ochorením kĺbov vykazujú zvýšenú denzitu kostí, zvlášť keď hustota je hodnotená absorpciometrickou metódou (Hordon *et al.*, 1992; Knight *et al.*, 1992) a dôvodom ovplyvnenia výsledkov môže byť i fakt, že podľa Mays (1998) trabekulárna kosť degraduje v pôde rýchlejšie než kosť kortikálna. Taktiež diéta je významným faktorom pre zachovanie kostného zdravia (Cashman, 2007). To akú stravu, daní jedinca konzumovali, sa môžeme domnievať na základe celkových archeologicko-antropologických štúdií a taktiež, akým spôsobom žili a starali sa o seba. Rieši sa otázka vplyvu mikroorganizmov na deštrukciu kostného minerálu, nakoľko presné vzťahy medzi mikrobiálnou deštrukciou mineralizovaného tkaniva a prežitie biomolekulárnych dôkazov sú stále nevyriešené (Turner-Walker, 2008). Dôležité je si uvedomiť možnosť chyby pri určení veku a pohlavia skúmaných jedincov a počítať s ňou pri interpretácii výsledkov. Nesprávne výsledky merania stavcov môžu vyvolávať napríklad osteofyty. Mnoho štúdií preukazuje, že kostná denzita môže byť zvýšená na miestach osteoartritického poškodenia, a to najmä v oblasti chrbtice, konkrétne v mieste, kde sa nachádzajú osteofytické nálezy, ktoré sú následne zahrnuté do výsledkov (Jones *et al.*, 1995; Yu *et al.*, 1995).

Pri prístroji Hologic QDR 4500A sa stretávame s problémom uloženia kosti vo vrstve ryže a následným meraním. Kosť musí byť uložená v takej polohe, aby počítačový program, ktorý vyhodnocuje snímky, bol schopný správne zamerať kosť. Ukážky nesprávnej metódy a jej následkov sú uvedené v kapitole Metódy.

Pri meraní kosti päty v prístroji Lunar PIXI je dôležité zachovávať rovnakú metódu merania. Pri testovaní rôznych polôh kosti päty v škatulke a porovnávaní so štandardizovanou polohou sa ukázalo, že sa tieto hodnoty líšia. Preto kosti päty boli merané trikrát s repozíciou pri každom meraní. Výsledky boli následne spriemerované.

Aby sme boli schopní nasimulovať mäkké tkanivo vrstvou ryže, museli byť kosti merané v papierovej škatuľke.

6.2 Diskusia nad výsledkami

Rozdiel medzi ženami a mužmi

Štatisticky bol preukázaný signifikantný rozdiel v kostnej denzite medzi ženami a mužmi u pätných kostí, ženy mali priemerné BMD ľavej päty $0,552 \text{ g/cm}^2$ a pravej päty $0,603 \text{ g/cm}^2$ a muži mali priemerné BMD ľavej päty $0,883 \text{ g/cm}^2$ a pravej päty $0,851 \text{ g/cm}^2$. Taktiež bol zistený signifikantný rozdiel v BMD medzi ženami a mužmi pri stavcoch L4 v prístroji Lunar PIXI a i Hologic QDR 4500A. Ženy mali priemerné BMD (Lunar PIXI) $0,499 \text{ g/cm}^2$ a muži $0,630 \text{ g/cm}^2$. V prístroji Hologic QDR 4500A mali ženy priemerné BMD $1,164 \text{ g/cm}^2$ a muži $1,391 \text{ g/cm}^2$. Ak to porovnáme s výsledkami stehenných kostí zo štúdie Likovský *et al.* (2008), na ktoré táto štúdia nadväzuje, tak i tam bol nájdený signifikantný rozdiel v BMD medzi ženami a mužmi.

Vekové porovnanie

Pri rozdelení žien a mužov na vekové kategórie bolo zistené, že ženy vo vekovej kategórii 20–35r. mali vyššie priemerné BMD ľavej päty ($0,542 \text{ g/cm}^2$) než ženy vo veku 35–50r. ($0,516 \text{ g/cm}^2$). Ženy vo veku na 50 rokov nemohli byť zaradené do rozdelenia podľa veku, nakoľko bol ich počet nižší než 3. V prípade pravej päty mali ženy vo veku 20–35r. priemerné BMD $0,542 \text{ g/cm}^2$, ženy vo veku 35–50r. nemohli byť zaradené do kategórie, nakoľko ich počet bol menší než 3 a ženy vo veku nad 50 rokov mali priemerné BMD $0,766 \text{ g/cm}^2$. Ak by sme sa pozerali na ľavé a pravé päty spolu, zistíme, že ženy vo veku 20–35r. majú priemerné BMD vyššie než ženy vo veku 35–50r. a zato nižšie, než ženy vo veku nad 50 rokov. Najvyššie priemerné BMD majú ženy nad 50 rokov. Akú úlohu má tehotenstvo na hodnotu BMD je otázne, pretože by sa dalo predpokladať, že ženy vo veku 20–35 rokov budú mať tehotenstvo krátko za sebou a preto budú mať BMD nižšie. I keď na otázku straty vápnika v tehotenstve sú rôzne názory (Agarwal a Stuart-Macadam, 2003; Frisancho *et al.*, 1971; Walker *et al.*, 1972).

Ak to porovnáme s dnešnou populáciou, tak v štúdií Mazess a Barden, (1991) hodnotili predmenopauzálne zdravé ženy vo veku 20–39 rokov. Sledovali mimo iné vplyv veku, diétného príjmu a fyzickej aktivity na kostnú densitu. Nezistili u týchto žien vplyv príjmu vápnika, množstva pohybovej aktivity na kostnú densitu. Je ďalej možné, že posunutie veku postmenopauzálnej osteoporózy, a s tým súvisiacich zmien, oproti dnešnej dobe, súvisí s priemerným doživaním sa populácie žijúcej na Mikulčickom hradisku. A preto najnižšie BMD vykazujú ženy vo veku 35–50 rokov a nie ženy nad 50 rokov ako by sme čakali. I tak je zaujímavé, že ženy nad 50 r. majú priemerné BMD najvyššie.

U mužov priemerné BMD ľavej päty vo vekovej kategórii 20–35 r. je 0,915 g/cm², v kategórii mužov 35–50 r. je 0,849 g/cm² a v kategórii muži nad 50r. je priemerné BMD 0,896 g/cm². U pravej päty sú výsledky podobné, muži 20–35r majú priemerné BMD 0,829 g/cm², vo veku 35–50 r. je BMD 0,826 g/cm² a vo veku nad 50 rokov. je priemerné BMD 0,890 g/cm². Najvyššie priemerné BMD vykazuje veková kategória muži vo veku nad 50 r.

Výsledky žien a mužov sú rovnaké. U žien a mužov najvyššie priemerné BMD vykazujú jedinci nad 50 rokov. Najnižšie priemerné BMD u žien i mužov vykazuje vek 35–50 rokov. Dôvodom môže byť, že vek 35-50 rokov bol najproduktívnejším obdobím, a preto strata kostnej hmoty prevyšovala nad novotvorbu. Vplyv môže mať i množstvo dát, vekové rozdelenie či socio-ekonomický status jedincov.

Pri porovnaní výsledkov z meraní stavcov L4 prístrojom Lunar PIXI majú ženy vo vekovej kategórii 20–35 r. priemerné BMD 0,529 g/cm², vo veku 35–50 r. je BMD 0,451 g/cm² a vo veku nad 50 r. je BMD 0,521 g/cm². Najvyššie priemerné BMD vykazujú ženy vo veku 20–35r., nasledujú ženy nad 50r. a nakoniec ženy vo veku 35–50 rokov. Poradie žien z prístroja Hologic QDR 4500A je iné. Ženy vo veku medzi 20–35 r. majú priemerné BMD 1,190 g/cm², ženy vo veku medzi 35-50r. je 1,125 g/cm², ženy vo veku nad 50 r. je BMD 1,244 g/cm². Pri porovnaní výsledkov piat a stavcov L4 Lunar PIXI je poradie vekových kategórii iné. Pri porovnaní výsledkov piat a stavcov L4 Hologic QDR 4500A je vekové poradie rovnaké.

Výsledky u mužov z meraní stavcov L4 prístrojom Lunar PIXI v 20–35 veku je 0,657 g/cm², vo veku 35-50r. je 0,592 g/cm² a vo veku nad 50r. je priemerné BMD 0,634 g/cm². Poradie vekových kategórii pri prístroji Lunar PIXI u mužov je rovnaké

ako u žien pri prístroji Lunar PIXI. Najvyššie priemerné BMD vykazujú muži vo veku 20–35r., nasledujú muži nad 50r. a nakoniec muži vo veku 35–50 rokov. Najvyššie priemerné BMD merané prístrojom Hologic QDR 4500A majú muži nad 50r. priemerné BMD 0,477 g/cm², následne muži vo veku 20–35r. a nakoniec muži vo veku 35–50 rokov. Rozdielnosť medzi jednotlivými prístrojmi môže byť spôsobená chybou pri meraní. Pri porovnaní piat a stavcov L4 prístrojom Lunar PIXI je poradie vekových kategórií iné. Najvyššie priemerné BMD vykazujú muži vo vekovej kategórii 20–35r. nasledujú muži vo veku nad 50r. a nakoniec muži vo veku 35–50 rokov. Pri porovnaní piat a stavcov L4 prístrojom Hologic QDR 4500A je poradie vekových kategórií rovnaké. Najvyššie priemerné BMD majú muži vo veku nad 50 rokov.

Pre prehľadnosť sú výsledky dané do tabuľky č. 41.

Tabuľka č. 41: Poradie vekových kategórií od najvyššej priemernej hodnoty BMD

	Lunar			Lunar			Hologic		
	pätná kosť			stavec L4			stavec L4		
ženy	nad 50	20–35	35–50	20-35	nad 50	35–50	nad 50	20–35	35–50
muži	nad 50	20–35	35–50	20-35	nad 50	35–50	nad 50	20–35	35–50

V štúdií Agarwal a Grynypas (2009) z pohrebiska Wharram Percy (Anglicko, obdobie 11.–16. storočie) sa ukázalo, že strata trabekulárnej kosti u stavcov je vidieť pri oboch pohlaviach aj keď sa zdá, že ženy začali strácať kostnú hmotu skôr ako muži. Postmenopauzálné ženy vykazovali menšiu stratu kostnej hmoty v porovnaní so ženami z modernej doby. Dôvodom pre rôzne s pohlavím-súvisiace vzory, v úbytku kostnej hmoty v porovnaní s modernými populáciami zostáva nejasný, ale tieto zistenia naznačujú, akú dôležitú úlohu môže mať životný štýl, fyzická aktivita, reprodukcia, a výživa na úbytku kostnej hmoty na axiálnom skelete. Výsledky tejto práce taktiež ukazujú, že ženy nad 50 rokov majú nižší úbytok kostnej hmoty než ženy z recentnej populácie v tom istom veku.

Holck, (2007) porovnával kostnú minerálnu densitu u prehistorickej, Vikingskej a stredovekej populácie Nórska. Výsledky ukázali: a) nebol zistený žiadny významný rozdiel na 95 % hladine významnosti v priemernej hustote kostného minerálu (BMD) medzi mužmi a ženami, (b) nebol zistený žiadny významný rozdiel v priemernej BMD medzi prehistorickým, Vikingským a stredovekým obdobím ($p = 0,151$), (c) iba

stredoveký kostrový materiál vykazoval signifikantné vyššie priemerné BMD, než je dnes ($p = 0,001$). Tieto nálezy môžu indikovať, že faktory ako fyzická aktivita sú dôležité pre normálnu BMD. V porovnaní s touto štúdiou sa výsledky z tejto práce zhodujú v tom, že taktiež vykazujú vyššie priemerné BMD ako dnešná populácia.

Jedinci z Mikulčíc v porovnaní s referenčnými datami

Pri porovnaní jedincov z Mikulčíc s recentnou populáciou sa ukázalo, že u stavcov L4 (Hologic QDR 4500A) u žien i mužov je priemerná hodnota BMD u mikulčickej populácii vyššia než u populácie recentnej. U žien je priemerné BMD $1,164 \text{ g/cm}^2$ v porovnaní s recentnou populáciou $1,047 \text{ g/cm}^2$. U mužov je priemerné BMD stavcov $1,391 \text{ g/cm}^2$ v porovnaní s recentnou populáciou $1,091 \text{ g/cm}^2$.

Z výsledkov by sa dalo usudzovať, že obyvatelia pochovaní na hradisku „Valy“ mali pravdepodobne lepšiu životnú kondíciu než súčasná populácia. Sú však nutné ďalšie štúdie, nakoľko sa u niektorých minulých populáciách osteoporóza vyskytovala.

V štúdiách sa však stretávame i s výsledkami, ktoré ukazujú u mladších žien zníženú kostnú densitu. Vysoká pôrodná rýchlosť a dlhšie obdobie laktácie sú hlavné dôvody, ktoré pravdepodobne stoja za zvýšenou úmrtnosťou a zníženým BMD u minulých populáciách. Zvýšený výskyt osteoporózy u súčasnej populácie, je možné vysvetliť tým, že staršie ženy, ktoré dnes vykazujú zvýšený výskyt osteoporózy by možno zomreli skorej keby žili v predchádzajúcich storočiach. (Poulsen *et al.*, 2001).

Hodnoty T-skóra a Z-skóra

Priemerná hodnota T-skóre u ľavých piat žien je $0,636$ a u pravých piat je $1,238$. Ak sa pozrieme i na porovnanie s vekovým rozdelením, tak u ľavej a ani pravej pätnej kosti sa priemerné T-skóre nepohybuje na hraniciach s osteopéniou či s osteoporózou. U mužov je priemerné T-skóre ľavých piat $2,943$ a u pravých piat $2,567$. Tieto hodnoty sú vyššie než u žien. Ak porovnáme T-skóre u vekového rozdelenia, tak zistíme, že u žiadnej vekovej kategórii sa T-skóre nepohybuje tak, aby sme mohli diagnostikovať osteopéniu či osteoporózu. To by mohlo znamenať, že meraní jedinci z Mikulčíc v porovnaní s mladými zdravými jedincami rovnakého pohlavia nevykazujú zvýšené riziko zlomeniny. Z-skóre sa u pätných kostí nemohlo hodnotiť, nakoľko prístroj tento

údaj neposkytoval. Periférne prístroje majú však tú nevýhodu, že nemajú dostatočnú citlivosť a môže sa stať, že označia nález pacienta s osteoporózou ako normálny (Lang a Duryae, 2003). Kritérium pre diagnostikovanie osteoporózy u kosti päty sa riadia WHO kritériami (T-skóre $\leq -2,5$). Ukazuje sa však, že to nie je vhodné, pretože T-skóre u päty značne podhodnocuje výskyt osteoporózy (Fordham *et al.*, 2000; Mikchalská *et al.*, 2000).

Priemerná hodnota T-skóre pri stavcoch L4 hodnotených prístrojom Hologic QDR 4500A je u žien 0,941, u mužov 1,217. Pri vekových kategóriách u žien i mužov sa taktiež T-skóre nedostáva na diagnózu osteopénie či osteoporózy. Tak ako v prípade pätných kostí. To by mohlo znamenať, že meraní jedinci z Mikulčíc v porovnaní s mladými a zdravými jedincami rovnakého pohlavia u recentnej populácie nevykazujú zvýšené riziko zlomeniny. Pri hodnotení Z-skóre zistujeme, že u žien je jeho priemerná hodnota 1,217 a u mužov 3,048. To by mohlo znamenať, jedinci meraní z Mikulčíc v porovnaní s recentnými jedincami rovnakého veku a pohlavia nevykazujú zvýšené riziko zlomeniny v dôsledku osteoporózy, to platí i v prípade, ak sa pozrieme na vekové kategórie mužov i žien. U stavcov L4 meraných prístrojom Lunar PIXI nemôže byť toto zhodnotenie stanovené, nakoľko tento prístroj nemá v sebe referenčné hodnoty pre diagnózu.

Hoci bola kostná strata pozorovaná aj v skorých populáciách (Karasik *et al.*, 1998; Mays 2001), klinicky uznávaná osteoporóza, a zvlášť teda postmenopauzálna osteoporóza, nebola zaznamenaná v minulosti. Osteoporotické zlomeniny typicky videné v modernej dobe chýbajú v minulých populáciách (Mays, 2000). Ani v tejto práci sa nepreukázalo, že by staršie ženy trpeli osteoporózou.

Korelačná a regresná analýza

Analyzovali sme, či medzi jednotlivými miestami merania môžeme nájsť koreláciu. Boli porovnané pätné kosti so stehennými, pätné kosti so stavcami L4, stavce L4 s kosťami stehennými a výsledky meraní stavcov L4 z dvoch rôznych prístrojov. Výsledky pri porovnaní pätných kostí s kosťami stehennými boli nejednoznačné a to u žien i mužov. To znamená, že napríklad u ľavej pätnej kosti s ľavou stehennou kosťou sa nám nepodarilo na 95 % hladine významnosti preukázať závislosť, nrozdiel

od pravej pätnjej kosti s pravou kost'ou stehennou. Obdobná situácia nastala u pätných kostí v porovnaní so stavcami L4 z prístroja Lunar PIXI i Hologic QDR 4500A. Preto sa nepristúpilo k ďalšej analýze v súvislosti pätné kosti vs. stehenné kosti a pätné kosti vs. stavce L4. V prípade porovnania stehenných kostí so stavcami L4 sa nám na 95 % hladine významnosti podarila závislosť preukázať u oboch pohlaví. Miera tejto závislosti bola stanovená výberovým korelačným koeficientom, ktorý vo všetkých prípadoch vyšiel kladný, môžeme teda usudzovať priamu úmeru závislosti medzi nameranými hodnotami.

Zhrnutím je možné povedať, že najvyššie korelačné koeficienty boli u žien i mužov medzi stavcom L4 (Lunar PIXI, Hologic QDR 4500A) a krčkom stehennej kosti. Vysoký korelačný koeficient bol zistený i pri porovnaní meraní stavcov L4 z prístroja Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A (ženy 0,8410, muži 0,7890). Sú nutné však ďalšie štúdie.

Pri regresnej analýze bol zvolený model lineárnej regresie. Hodnoty porovnávaných veličín boli zanesené do grafov (č. 1–20) s preložením regresnej priamky, pre ktorú bola určená jej lineárna rovnica. Rovnica tejto priamky by potom mala dať predstavu o tom, akým spôsobom sa približne zmenia hodnoty závisle premennej pri danej zmene hodnôt nezávisle premennej. U jednotlivých regresných modelov bol stanovený tiež koeficient determinácie.

Do budúcnosti by bolo do ďalšej štúdie zaujímavé zaradiť i kosti vretenné a porovnať ich s výsledkami zistenými v tejto štúdií. Tak ako v štúdií McEwan *et al.* (2004), kde porovnávali výsledky stehenných kostí s vretennými. Vysvetlenie bioarcheologického záznamu je zložité a jeho využitie pri štúdiu zdravia a chorôb v minulosti stále diskutovanou otázkou (Jackes, 2011).

Výsledky práce možno zhrnúť takto:

- signifikantný rozdiel v BMD medzi ženami a mužmi ($p < 0,05$)
- najnižšie priemerné BMD vykazuje u žien i mužov veková kategória 35-50 rokov
- meraní jedinci (pätné kosti, stavce L4 prístroj Hologic QDR 4500A) z Mikulčíc v porovnaní s mladými zdravými jedincami rovnakého pohlavia nevykazujú zvýšené riziko zlomeniny
- meraní jedinci (stavce L4 prístroj Hologic QDR 4500A) z Mikulčíc v porovnaní s jedincami rovnakého veku a pohlavia nevykazujú zvýšené riziko zlomeniny
- v porovnaní s recentnou populáciou jedinci (ženy, muži) z Mikulčíc vykazujú vyššie priemerné BMD u stavca L4 (referenčné data na základe Hologic DXA L1-L4)
- v nameraných hodnotách boli zistené tesné závislosti medzi stavcom L4 (Lunar PIXI, Hologic QDR 4500A) a stehennými kosťami (sin, dx)
- na základe regresných rovníc by mohlo byť možné predikovať ako sa približne zmenia hodnoty závisle premennej pri danej zmene hodnôt nezávisle premennej

7. Záver

Osteoporóza je dnes celosvetovým problémom a hľadá sa jej účinná liečba. Príčinou vzniku osteoporózy by malo byť prepojenie genetických a environmentálnych faktorov. Preto by malo byť dôležité mapovať hodnotu minerálnej kostnej hmoty u minulých populáciách a porovnať ich s výsledkami súčasnej populácie.

Práca sa venuje meraniu kostnej hmoty u kostí päty a stavca L4 a porovnáva ich medzi sebou tak už s nameranými stehennými kosťami u týchto jedincov. Využívajú sa k tomu dva denzitometrické prístroje. Hodnoty výsledkov jednotlivých kostí sa porovnávali medzi sebou, ďalej sa zisťovali napríklad rozdiely v BMD medzi ženami a mužmi, korelácie medzi dvoma meranými miestami. Práca by mala mať prínos aj metodický. Je podrobne popísaný pracovný postup pri meraní pätej kosti a stavca L4. Podľa lineárnych regresných rovníc by sa mohlo predikovať ak nebudeme mať možnosť zmerať stehennú kosť ale budeme mať k dispozícii štvrtý lumbálny stavec.

Výsledky práce ukázali, že populácia z Mikulčického pohrebiska vykazuje vyššie BMD než recentná populácia. Preukázal sa signifikantný rozdiel v BMD medzi ženami a mužmi. Najnižšie priemerné BMD má u žien i mužov veková skupina 35–50 rokov. Dôvody zostávajú nejasné a môžeme sa domnievať, že súvisia napr. s priemernou dĺžkou dožitia, či nedostatkom určitých zložiek v potrave, spolu s vysokým pracovným nasadením. Zistili sa taktiež v nameraných hodnotách tesné závislosti medzi stavcom L4 (Lunar PIXI, Hologic QDR 4500A) a stehennými kosťami (sin, dx).

Sú potrebné ďalšie štúdie, ktoré by sa zamerali na iné časti kostry a doplnili tak obraz hodnôt BMD u Mikulčického pohrebiska alebo otestovali iné metódy merania BMD a porovnali ich už s dostupnými hodnotami.

8. Zoznam použitej literatúry

- Adam, Z., Ševčík, P., Vorlíček, J., Mistrík, M. *et al.* (2005), *Kostní nádorová choroba*. 1. vyd. Grada. 296.
- Agarwal, S.C., Stuart-Macadam, P. (2003), Evolutionary perspectives. In: *Bone Loss and Osteoporosis: An Anthropological Perspective*, Agarwal S.C., Stout, S.D. (eds). Kluwer Academic/Plenum Publishers: Dordrecht; 105–119.
- Agarwal, S.C., Grynopas, M.D. (2009), Measuring and Interpreting Age-related Loss of Vertebral Bone Mineral Density in a Medieval Population. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 139: 244–252.
- Arking, R. (1998), *Biology of Ageing*. Sinauer Assoc. 2nd ed. Inc. Publishers: Massachusetts. 528.
- Aufderheide, A.C., Rodriguez-Martin, C. (1998), *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Beranová, M. (1980), *Zemědělství starých Slovanov*. Academia Praha. 395.
- Beranová, M. (2000), *Slované*. Libri. 311.
- Beranová, M. (2005), *Jídlo a pití v pravěku a ve středověku*. 1. vyd. Academia. 360.
- Blahoš, J., Palička, V., Býma, S. (2006), Osteoporóza. Doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře, 1–5.
- Boivin, G., Farlay, D., Bala, Y., Doublier, A., Meunier, P.J., Delmas, P.D. (2009), Influence of remodeling on the mineralization of bone tissue. *Osteoporosis Int.*, 20(6): 1023–1026.
- Boyce, B.F., Xing, L. (2008), Functions of RANKL/RANK/OPG in bone modeling and remodeling. *Arch. Biochem. Biophys.*, 473(2): 139–146.
- Broulík, P. (2001), Metabolické kostní nemoci. In: Klener, P. *et al.*, *Vnitřní lékařství*. 2. vyd. Galén, 663–671.
- Broulík, P. (2007), Sekundární osteoporóza. *Lékařské listy*, 18: 8.
- Brůžek, J., Velemínský, P. (2008), Reliable sex determination based on skeletal remains for the early mediaval population of Great Moravia. *Burgwall von Mikulčice VIII*. 45–60.
- Byers, P.H. (1990), Brittle bones – fragile molecules: disorders of collagen gene structure and expression. *Trends in Genetics*, 6: 293–300.
- Cashman, K. (2007), Diet, nutrition, and bone health. *Jour. Nutr.*, 137: 2507–2512.

- Cauley, J.A., Hochberg, M.C., Lui, L.Y., Palermo, L., Ensrud, K.E., Hillier, T.A., Nevitt, M.C., Cummings, S.R. (2007), Long-term risk of incident vertebral fractures. *JAMA*, 282: 2761–2767.
- Courtney, A.C., Wachtel, E.F., Myers, E.R., Hayes, W.C. (1995), Age-related reduction in the strength of the femur tested in a fall-loading configuration. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 77: 387–395.
- Cummings, S.R., Melton, L.J. (2002), Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet*, 359(9319): 1761–1767.
- Duncan EL, Cardon LR, Sinsheimer JS, Wass JA, Brown MA (2003) Site and gender specificity of inheritance of bone mineral density. *J. Bone Miner. Res.*, 18: 1531–1538.
- Eastell, R. (1998), Treatment of postmenopausal osteoporosis. *N. Engl. J. Med.*, 338: 736–746.
- Eisman, J.A. (1995), Vitamin D receptor gene alleles and osteoporosis: An affirmative view. *J. Bone Miner. Res.*, 10(9): 1289–1293.
- Ekenman, I., Eriksson, S.A., Lindgren, J.U. (1995), Bone density in medieval skeletons. *Calcif. Tissue Int.*, 56: 355–358.
- Ensrud, K. E., Palermo, L., Black, D. M., Cauley, J., Jergas, M., Orwoll, E. S., Nevitt, M. C., Fox, K. M. and Cummings, S. R. (1995), Hip and calcaneal bone loss increase with advancing age: Longitudinal results from the study of osteoporotic fractures. *J. Bone Miner. Res.*, 10: 1778–1787.
- Fang, Y., van Meurs, J.B.J., d'Alesio, A., Jhamai, M., Zhao, H., Rivadeneira, F., Hofman, A., van Leeuwen, J.P.T., Jehan, F., Pols, H.A.P., Uitterlinden, A.G. (2005), Promoter and 3-untranslated-region haplotypes in the vitamin D receptor gene predispose to osteoporotic fractures: the Rotterdam study. *Am. J. Hum. Genet.*, 77: 807–823.
- Faulkner, K.G., von Stetten, E., Miller, P. (1999), Discordance in patient classification using T-scores. *J. Clin. Densitom.*, 2: 343–350.
- Fordham, J.N., Chinn, D.J., Kumar, N. (2000), Identification of women with reduced bone density at the lumbar spine and femoral neck using BMD at the os calcis. *Osteoporos Int.*, 11: 797–802.
- Fox, K., Cummings, Williams, E., Stone, K. (2000), Femoral Neck and Intertrochanteric Fractures Have Different Risk Factors: A Prospective Study. *Osteoporosis Intern.*, 12: 1018–1023.
- Frisancho, A.R., Garn, S.M., Ascoli, W. (1971), Unaltered cortical area of pregnant and lactating women. Studies of the second metacarpal bone in North and Central American populations. *Invest. Radiol.*, 6: 119–121.

- Gerszten, P.C., Gerszten, E., Allison, M.J. (2001), Diseases of the Spine in South American Mummies. *Neurosurgery*, 48(1): 208–213.
- Glerup, H., Mikkelsen, K., Poulsen, L., Hass, E., Overbeck, S., Thomsen, J., Charles, P., Eriksen, E.F. (2000), Commonly recommended daily intake of vitamin D is not sufficient if sunlight exposure is limited. *J. Intern. Med.*, 247(2): 260–268.
- Goldstein, S.A. (1987), The mechanical properties of trabecular bone: dependence on anatomic location and fiction. *J. Biomech.*, 20: 1055–1061.
- Grant, S.F., Reid, D.M., Blake, G., Herd, R., Fogelman, I. Ralston, S.H. (1996), Reduced bone density and osteoporosis associated with a polymorphic Sp1 binding site in the collagen type I 1 gene. *N. Genet.*, 14: 203–205.
- Harris, M., Nguyen, T.V., Howard, G.M., Kelly, P.J., Eisman, J.A. (1998), Genetic and environmental correlations between bone formativ and bone mineral density: a twin study. *Bone*, 22: 141–145.
- Harsloslashf, T., Husted, L.B., Nyegaard, M., Castens, M., Stenkjoaeligr, L. (2011), Polymorphisms in the ALOX12 gene and osteoporosis. *Osteoporosis Intern.*, 22(8): 2249–2259.
- Hasselstrom, H., Karlsson, K., Hansen, S.E., Gronfeldt, V., Froberg, K., Andersen, L.B. (2006), Sex Differences in Bone Size and Bone Mineral Density Exist before Puberty. *Calcif. Tissue Intern.*, 79(1): 7–14.
- Holck, P. (2007), Bone Mineral Densities in the Prehistoric, Viking-Age and Medieval Populations of NorwayInternational. *J. Osteoarcha*. 17: 199–206.
- Hordon, L.D., Wright, V., Smith, M.A. (1992), Bone mass in osteoarthritis. *Ann. Rheum. Dis.*, 51: 823–825.
- Cho, H., Stout, S.D. (2003), Bone remodeling and age-associated bone loss in the past: a histomorphometric analysis of the Imperial Roman skeletal population of Isola Sacra. In: *Bone Loss and Osteoporosis: An Anthropological Perspective*, Agarwal SC, Stout SD (eds). Kluwer Academic/Plenum Publishers: Dordrecht; 207–228.
- Christakos S, Dhawan P, Liu Y, Peng X, Porta A (2003), New insights into the mechanisms of vitamin D action. *J. Cell. Biochem.*, 88: 695–705.
- Chropovský, B. (1989), Slované. Tisková agentura Orbis. 341.
- Chupeerach, Ch., Tungtrongchitr, A., Phonrat, B., Schweigert, F.J., Tungtrongchitr, R., Preutthipan, S. (2012), Association of Thr420Lys polymorphism in DBP gene with fat-soluble vitamins and low radial bone mineral density in postmenopausal Thai women. *Biom. Medic.*, 6(1): 103–108.
- IAEA. (2012), [cit. 18.6.2012]. dostupné z

https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/DEXA/index.htm.

Ichikawa, S., Kolller, D.L., Peacock, M., Johnson, M.L., Lai, D., Hui, S.L., Johnston, C.C., Foround, T.M., Econs, M.J. (2005), Polymorphisms in the Estrogen Receptor β (ESR2) Gene Are Associated with Bone Mineral Density in Caucasian Men and Women. *The J. Clin. Endoc. Metab.*, 90(11): 5921–5927.

Ichikawa, S., Koller, D.L., Johnson, M.L., Lai, D., Xuei, X., Edenberg, H.J., Klein, R.F., Orwoll, E.S., Hui, S.L., Foroud, T.M., Peacock, M., Econs, M.J. (2006), Human ALOX12, but Not ALOX15, Is Associated With BMD in White Men and Women. *J. Bone Miner. Res.*, 21(4): 556–564.

Ioannidis, J.P., Ralston, S.H., Bennett, S.T., Brandi, M.L., Grinberg, D., Karassa, F.B., Langdahl, B., van Meurs, J.B., Mosekilde, L., Scollen, S., Albagha, O.M., Bustamante M., Carey, A.H. *et al.* (2004), Differential genetic effects of ESR1 gene polymorphisms on osteoporosis outcomes. *JAMA*, 292: 2105–2114.

Ismail, A.A., Silman, A.J., Reeve, J., Kaptoge, S., O’Neill, T.W. (2006), Rib fractures predict incident limb fractures: results from the European prospective osteoporosis study. *Osteoporos Int.*, 17: 41–45.

Jackes, M. (2011), Representativeness and Bias in Archaeological Skeletal Samples. In: *Social Bioarchaeology*, Agarwal SC, Glencross BA (eds.). Wiley-Blackwell: Chichester; 107–246.

Jang, I.G., Kim, I.Y. (2010), Computational simulation of simultaneous cortical and trabecular bone change in human proximal femur during bone remodeling, *J. Biomech.*, 43(2): 294–301.

Javaid, M.K., Eriksson, J.G., Kajantie, E., Forsén, T., Osmond, C., Barker, D.J.P., Cooper, C. (2011), Growth in childhood predicts hip fracture risk in later life. *Osteoporos Int.*, 22: 69–73.

Jilka, R.L., Hangoc, G., Girasole, G., Passeri, G., Williams, D.C., Abrams, J.S., Boyce, B., Broxmeyer, H., Manolagas S.C. (1992), Increased osteoclast development after estrogen loss: mediation by interleukin-6. *Science*, 257(5066): 88–91.

Jiméz-Brobeil, S.A., Al Oumaoui, I., Du Soich, Ph. (2010), Some Types of Vertebral Pathologies in the Argar Culture (Bronze Age, SE Spain). *Intern. J. Osteoarcha.*, 20: 36–46.

Johnell, O., Kanis, J.A., Oden, A., Sernbo, I., Redlund-Johnell, I., Petterson, C., De Laet, C., Johnsson, B. (2004a), Mortality after osteoporotic fractures. *Osteoporos Int.*, 15(1): 38–42.

Johnell, O., Kanis, J.A., Oden, A., Sernbo, I., Redlund-Johnell, I., Petterson, C., De Laet, C., Johnsson, B. (2004b), Fracture risk following an osteoporotic fracture. *Osteoporos Int.*, 15(3): 175–179.

- Jones, G., Nguyen, T., Sambrook, P.N., Kelly, P.J., Eisman, J.A. (1995), A longitudinal study of the effect of spinal degenerative disease on bone density in the elderly. *J. Rheumatol.*, 22: 932–936.
- Kanis, J.A. (2002), Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet*, 359: 1929–1936.
- Karasik, D., Arensburg, B., Tillier, A-M., Pavlovsky, O. (1998), Skeletal age assessment of fossil hominids. *J. Archaeol. Scien.*, 25: 689–696.
- Kelsey, J.L., Browner, W.S., Seeley, D.G., Nevitt, M.C., Cummings, S.R. (1992), Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus. *Am. J. Epidemiol.*, 135: 477–489.
- Khosla, S. (2010), Update in male osteoporosis. *J. Clin. Endocr. Metab.*, 95: 3–10.
- Killinger, Z., Payer, J., Baqi, L., Hružiková, P. (2005), Diagnostika osteoporózy. *Via pract.*, 2(11): 442–445.
- Klein, R.F., Allard, J., Avnur, Z., Nikolcheva, T., Rotstein, D., Carlos, A.S., Shea, M., Waters, R.V., Belknap, J.K., Peltz, G., Orwoll, E.S. (2004), Regulation of bone mass in mice by the lipooxygenase gene *Alox15*. *Science*, 303: 229–232.
- Klotzbuecher, C.M., Ross, P.D., Landsman, P.B., Abbott, T.A., Berger, M. (2000), Patients with prior fractures have an increased risk of future fracture: a summary of the literature and statistical synthesis. *J. Bone Miner. Res.*, 5: 721–739
- Knight, S.M., Ring, E.F., Bhalla, A.K. (1992), Bone mineral density and osteoarthritis. *Ann. Rheum. Dis.*, 51: 1025–1026.
- Lang, T., Duryae, J. (2003), Calcium x-ray absorption. In: *Osteoporosis: Pathophysiology and Clinical Management*. Orwoll, E.S., Bliziotes, M. Humana Press, 83–104.
- Latimer, B. (2005), The perils of being bipedal. *Ann. Biomed. Eng.*, 33: 3–6.
- Lauritzen, J.B. (1996), Hip fractures: incidence, risk factors, energy absorption, and prevention. *Bone*, 18: 65–75.
- Li, G-R., Yao, M., Sun, Ch-Y., Li, Z-H., Han, Z. (2010), BsmI, TaqI, ApaI and FokI polymorphisms in the vitamin D receptor (VDR) gene and risk of fracture in Caucasians: A meta-analysis. *Bone*, 47(3): 681–686.
- Likovský, J., Velemínský, P., Zikán, V. (2008), Proximal femur bone density of the Great Moravian population from Mikulčice evaluated by DXA. *Burgwald von Mikučice VIII, Brno*, 223–233.

- Lullman, H., Mehr, K., Wehling, M. (2004), *Farmakologie a toxikologie*. 15. vyd. Grada. 725.
- Marcus, R. (1987), Normal and abnormal bone remodeling in Man. *Annual Review of Medicine*, 38: 129–141.
- Marcus, R., Bouxsein, M. (2008), The Nature of osteoporosis. In: Marcus, R., Feldman, D., Nelson, D.A., Rosen, C.J. *Osteoporosis*. 3rd ed., Elsevier Academic Press, 27–36.
- Marshall, D., Johnell, O., Wedel, H. (1996), Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ*, 312: 1254–1259.
- Mays, S. (1998), *The Archaeology of Human Bones*. Routledge: London. 401.
- Mays, S. (2000), Age-dependent cortical bone loss in women from 18th and early 19th century London. *Am. J. Phys. Anth.*, 112: 349–361.
- Mays, S. (2001), Effects of age and occupation on cortical bone in a group of 18th–19th century British men. *Am. J. Phys. Anth.*, 116: 34–44.
- Mays, S., Turner-Walker, G., Syversen, U. (2006), Osteoporosis in a population from medieval Norway. *Am. J. Phys. Anth.*, 116: 34–44.
- Mazess, R.B., Barden, H.S. (1991), Bone density in premenopausal women: effects of age, dietary intake, physical activity, smoking, and birth-control pills. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 132–42.
- McEwan, J.M., Mays, S., Blake, G.M. (2004), Measurements of bone mineral density of the radius in a medieval population. *Calcif. Tissue Int.*, 75: 157–161.
- Meade, J.B., Cowin, S.C., Klawitter, J.J., van Buskirk, W.C., Skinner, H.B. (1984), Bone remodeling due to continuously applied loads. *Calcif. Tissue Int.*, 25–30.
- Melton, L.J., Cooper, C. (2001), Magnitude and impact of osteoporosis and fractures. Marcus, R., Feldman, D., Kelsey, J. *Osteoporosis*. 2nd ed. Academic Press, 557–567.
- Michalská, D., Zikán, V., Štěpán, J., Weichetová, M., Kubová, V., Krenková, J., *et al.* (2000), X-ray densitometry and ultrasonography of the heel bone – sensitivity and comparison with densitometry of the axial skeleton. *Cas. Lek. Cesk.*, 139: 231–6.
- Mitra, E. (2008), Evaluation of trabecular mechanical and microstructural properties in human calcaneal bone of advanced age using mechanical testing, μ CT, and DXA. *J. Biomecha.*, 41(2): 368–375.
- Morgan, E.F., Bayraktar, H.H., Keaveny, T.M. (2003), Trabecular bone modulus-density relationships depend on anatomic site. *J. Biomecha.*, 36: 897–904.

Mosekilde, L. (1993), Vertebral structure and strength in vivo and in vitro. *Calcif Tissue Int.*, 53(1): 121–125.

Nevitt, M.C., Ettinger, B., Black, D.M., Stone, K., Jamal, S.A., Ensrud, K., *et al.* (1998), The association of radiographically detected vertebral fractures with back pain and function: a prospective study. *Ann. Intern. Med.*, 128: 793–800.

Nikolaiua, V.S., Efstathopoulosb, N., Kontakisc, G., Kanakaris, N.K., Gisnoudisa, P.V. (2009), The influence of osteoporosis in femoral fracture healing time. *Injury*, 40(6): 663–668.

Nilsson, M. (2010), The role of physical activity on bone density and bone geometry in men. *Intellecta Infolog.*, 1–62.

NOF. (2011), [cit. 5.4.2012]. dostupné z <http://www.nof.org/node/40>.

Nordstrom, P., Lorentzon, R. (1999), Influence of heredity and environment on bone density in adolescent boys: A parent-Offspring study. *Osteoporosis Internat.*, 10(4): 271–277.

Old, J.L., Calvert, M. (2004), *Am. Fam. Physician.*, 69(1): 111–116.

Opravit, E. (1972), Rostliny z velkomoravského hradiště v Mikulčicích. Studie AÚ ČSAV Brno.

Papiha, S.S., Allcroft, L.C., Kanan, R., Francis, R., Datta, H.K. (1999), Vitamin D Binding Protein Gene in Male Osteoporosis: Association of plasma DBP and Bone Mineral Density with (TAAA)_n-Alu Polymorphism in DBP. *Calcif. Tissue Int.*, 65: 262–266.

Parfitt, A.M. (1991), Growth hormone and adult bone remodelling. *Clin. Endoc.*, 35: 467–470.

Patel, U., Skingle, S., Campbell, G.A., Crisp, A.J., Boyle, I.T. (1991), Clinical profile of acute vertebral compression fractures in osteoporosis. *Br. J. Rheum.*, 30: 418–21.

Peacock, M. (1995), Vitamin D receptor gene alleles and osteoporosis: a contrasting view. *J. Bone Miner. Res.*, 10: 1294–1297.

Pocock, N.A., Eisman, J.A., Hopper, J.L., Yeates, M.G., Sambrook, P.N., Eberl, S. (1987), Genetic determinants of bone mass in adults. A twin study. *J. Clin. Invest.*, 80(3): 706–10.

Poláček, L. (2006), Terénní výzkum v Mikulčicích. 2. vyd. Archeologický ústav AV ČR Brno, 44.

Poláček, L. (2008), Great Moravia, the power at Mikulčice and the issue of the socio-economic structure. *Burgwald von Mikulčice VIII.* 15–44.

- Poulik, J. (1962), Velkomoravské hradiště Mikulčice, Krajské nakladatelství Praha. 78.
- Poulik, J. (1975), Sídlo a pevnost knížat velkomoravských. Academia Praha. 207.
- Poulsen, L.W., Qvesel, D., Brixen, K., Vesterby, A., Boldsen, J. (2001), L. Low Bone Mineral Density in the Femoral Neck of Medieval Women: A Result of Multiparity? *Bone*, 28(4): 454–458.
- Preteux, F., Bergot, C., Laval-Jeantet, A.M. (1985), Automatic quantification of vertebral cancellous bone remodeling during aging. *Surg. Radio. Anan.*, 7(3): 203–208.
- Rivadeneira, F., Styrkarsdottir, U., Estrada, K., Halldorsson, B.V., Hsu, Y.H., Richards, J.B., Zillikens, M.C., Kavvoura, F.K., Amin, N., *et al.* (2009), Twenty bone-mineral-density loci identified by large-scale meta-analysis of genome-wide association studies. *Nat. Genet.*, 41: 1199–1206.
- Roberts, Ch., Manchester, K. (2007), *The archeology of disease*. 3rd ed. Cornell University Press, 231.
- Rosa, J. (1999), Denzitometrie proximálneho konca kosti stehenní. *Osteologický Bulletin*, 1(12): 1–33.
- Ruff, C.B., Hayes, W.C. (1988), Sex differences in age-related remodeling of the femur and tibia. *J. Orthop. Res.*, 6: 886–896.
- Seeman, E. (2002), Pathogenesis of bone fragility in women and men. *Lancet*, 359: 1841–1850.
- Sims, A-M., Shephard, N., Carter, K., Doan, T., Dowling, A., Duncan, L., Eisman, J., Jones, G., Nicholson, G., Prince, R., Seeman, E., Thomas, G., Wass, J.A., Brown, M.A. (2008), Genetic Analyses in a Sample of Individuals With High or Low BMD Shows Association With Multiple Wnt Pathway Genes. *J. Bone Min. Res.*, 23(4): 499–506.
- Siris, E.S., Miller, P.D., Barrett-Connor, E., *et al.* (2001), Identification and fracture outcomes of undiagnosed low bone mineral density in postmenopausal women: results from the National Osteoporosis Risk Assessment. *JAMA*, 286: 2815–2822.
- Souminen, H., Heikkinen, E., Vainio, P., Lahtinen, T. (1984), Mineral density of calcaneus in men different ages: A population study with special reference to life-style factors. *Age Ageing*, 13(5): 273–81.
- Steiger, P., Cummings, S.R., Black, D.M., Spencer, N.E., Genant, H.K. (1992), Age-related decrements in bone mineral density in women over 65. *J. Bone Miner. Res.*, 7: 625–632.
- Stloukal, M. (1963), První pohřebiště „Valy“ u Mikulčic. *Antropologický rozbor. Pam. Arch.*

Stloukal, M. (1970), Druhé pohřebiště „Valy“ u Mikulčic. Antropologický rozbor koster z pohřebiště u trojlodního kostela. Pam. Arch.

Suda, T., Ueno, Y., Fujii, K., Shinki, T. (2003), Vitamin D and bone. *J. Cellu. Bioche.*, 88(2): 259–266.

Štěpán, J. (2003), Možnosti zásahu do poruch metabolismu kostí při osteoporóze. *Remedia*, 244–250.

Thakkinian, A., D'Este, C., Attia, J. (2004), Haplotype analysis of VDR gene polymorphisms: a meta-analysis. *Osteoporos Int.*, 15: 729–734.

Treščík, D. (2010), Vznik Velké Moravy. *Lidové noviny*. 384.

Turner-Walker, G., Mays, S. (2001), The archaeology of osteoporosis. *Euro. J. Archae.*, 4(2): 263–269.

Turner-Walker G. (2008), The Chemical and Microbial Degradation of Bones and Teeth. *Advances in Human Palaeopathology*, In: *Advances in Human Palaeopathology* (eds R. Pinhasi and S. Mays), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. 3–29.

Unger, J. (2002), Pohřební ritus a zacházení s těly zemřelých v českých zemích. *Nadace Universitas Masarykiana*, 151.

van Leeuwen, J.P., van Driel, M., van den Bemd, G.J., Pols, H.A. (2001), Vitamin D control of osteoblast function and bone extracellular matrix mineralization. *Crit. Re. Eukar. Gene Expres.*, 11: 199–226.

Velemínský, P., Likovský, J., Trefný, P., Dobisíková, M., Velemínska, J., Poláček, L., Hanáková, H. (2005), Anthropologische Analyse des großmährische Gräberfeldes Kostelisko im Suburbium des Burgwalls von Mikulčice. *Demographie, Spuren, nicht spezifischer physiologischer und physischer Belastungen and en Skeletten, Gesundheitszustand. Burgwald von Mikulčice VI*. 540–633.

Videman, T., Levälähti, E., Battié, M.C., Simonen, R., Vanninen, E., Kaprio, J. (2007), Heritability of BMD of Femoral Neck and Lumbar Spine: A Multivariate Twin Study of Finnish Men. *J. Bone Mine. Re.*, 22(9): 145–1462.

Viguet-Carrin, S., Gineyts, E., Roux, J.P., Munoz, F., Chapurlat, R., Delmas, P.D., Bouxsein, M.L. (2010), Association between collagen cross-links and trabecular microarchitecture properties of human vertebral bone. *Bone*, 46(2): 342–347.

Walker, A.R., Richardson, B., Walker, F. (1972), The influence of numerous pregnancies and lactations on bone dimensions in South African Bantu and Caucasian mothers. *Clin. Sci.*, 42: 189–196.

Welten, D.C., Kemper, H.C., Post, G.B., van Staveren, W.A. (1995), A meta-analysis of the effect of calcium intake on bone mass in young and middle aged females and males. *J. Nut.*, 125: 2802–2813.

- White, T.D., Black, M.T., Folkens, P.A. (2012). *Human Osteology*. 3rd ed. Academic Press: New York. 662.
- Winner, S.J., Morgan, C.A., Evans, J.G. (1989), Perimenopausal risk of falling and incidence of distal forearm fracture. *BMJ*, 298: 1486–1488.
- Woodhouse, A., Black, D.M. (2000), BMD at various sites for the prediction of hip fracture: a meta-analysis. *J. Bone Miner. Res.*, 15: 145.
- World Health Organization. Study Group. (1994), Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis, World Health Organization Technical Report Series, 843: 1–129.
- World Health Organization. (1998), Population aging a public health challenge. Fact sheet 135.
- Xinghua, Z., He, G., Bingzhao, G. (2005), The application of topology optimization on the quantitative description of the external shape of bone structure. *J. Biomecha.*, 38: 1612–1620.
- Yang, T-L., Guo, Y., Liu, Y-L., Shen, H., Liu, Y-Z., Lei, S-F., Li, J., Tian, Q., Deng, H-W. (2012), Genetic variants in the SOX6 gene are associated with bone mineral density in both Caucasian and Chinese populations. *Osteoporosis Int.*, 23: 781–787.
- Youm, T., Koval, K.J., Kummer, F.J., Zuckerman, J.D. (1999), Do all hip fractures result from a fall? *Am. J. Orthop.*, 28: 190–194.
- Yu, W., Gluer, C.C., Fuerst, T., Grampp, S., Li, J., Lu, Y., Genant, H.K. (1995), Influence of degenerative joint disease on spinal bone mineral measurements in postmenopausal women. *Calcif. Tissue Int.*, 57: 169–174.
- Zaki, M.E., Hussien, F.H., Abd El-Shafy El Banna, R. (2009), Osteoporosis Among Ancient Egyptians. *Int. J. Osteoarch*, 19: 78–89.

9. Prílohy: Zoznam tabuliek

Tabuľka č. 42: Výsledky merania ľavej a pravej pätnjej kosti žien

Tabuľka č. 43: Výsledky merania ľavej a pravej pätnjej kosti mužov

Tabuľka č. 44: Výsledky merania stavca L4 prístrojom Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A u žien

Tabuľka č. 45: Výsledky merania stavca L4 prístrojom Lunar PIXI a Hologic QDR 4500A u mužov

Tabuľka č. 46: Výsledky merania stehenná kosť NECK – ženy

Tabuľka č. 47: Výsledky merania stehenná kosť TROCHANTER – ženy

Tabuľka č. 48: Výsledky merania stehenná kosť TOTAL – ženy

Tabuľka č. 49: Výsledky merania stehenná kosť NECK – muži

Tabuľka č. 50: Výsledky merania stehenná kosť TROCHANTER – muži

Tabuľka č. 51: Výsledky merania stehenná kosť TOTAL – muži

Tabuľka č. 42: Ženy – pätná kosť

x –kosť bola nebola zaradená do štúdie

ženy		BMD g/cm ²	BMD g/cm ²	T-skóre	T-skóre
č. hrobu	vek	sin	dx	sin	dx
20	20-35	x	x	x	x
21	20-35	0,517	0,491	0,2	-0,2
24	20-35	x	x	x	x
35	20-35	0,437	0,423	-0,8	-1
503	20-35	x	x	x	x
602	20-35	0,568	x	0,8	x
667	20-35	x	x	x	x
719	20-35	x	0,507	x	0,1
1576	20-35	0,842	x	4,2	x
1578	20-35	x	0,750	x	3,1
1600	20-35	0,549	x	0,6	x
1616	20-35	0,573	0,580	0,9	0,9
1648	20-35	0,520	x	0,2	x
1725	20-35	0,400	0,471	-1,2	-0,4
1820	20-35	0,481	0,412	-0,3	-1,1
1835	20-35	0,572	x	0,9	x
1909	20-35	x	0,705	x	2,5
1963	20-35	0,662	x	2	x
1998	20-35	x	x	x	x
1605	20-35	0,458	x	-0,6	x
625	20-35	x	x	x	x
774	20-35	0,469	x	-0,4	x
167	35-50	0,409	x	-1,1	x
239	35-50	x	x	x	x
305	35-50	0,584	x	1,1	x
348	35-50	0,582	0,638	1	1,7
58	35-50	0,574	x	0,9	x
92	35-50	x	x	x	x
99	35-50	x	x	x	x
369	35-50	0,420	x	-1	x
412	35-50	x	x	x	x
519	35-50	0,531	0,560	0,5	0,7
558	35-50	x	x	x	x
1938	35-50	0,510	x	0	x
149	nad 50	0,550	x	0,6	x

304	nad 50	x	0,854	x	4,2
352	nad 50	0,938	0,960	5,5	5,8
1592	nad 50	x	0,484	x	-0,2
286	?	x	x	x	x

Tabuľka č.43: Muži– pätná kosť

x –kosť bola nebola zaradená do štúdie

muži		BMD g/cm²	BMD g/cm²	T-skóre	T-skóre
č. hrobu	vek	sin	dx	sin	dx
390	20-35	1,034	1,050	4,6	4,8
606	20-35	x	x	x	x
673	20-35	x	x	x	x
688	20-35	x	x	x	x
703	20-35	x	x	x	x
705	20-35	x	x	x	x
1573	20-35	0,821	0,814	2,2	2,1
1599	20-35	0,699	0,709	0,6	1
197	20-35	x	x	x	x
222	20-35	1,104	x	5,2	x
317	20-35	x	0,742	x	1,3
627	20-35	x	x	x	x
345	35-50	0,882	0,949	2,9	3,7
362	35-50	x	x	x	x
382	35-50	1,075	x	5	x
411	35-50	0,998	1,121	4,1	5,4
434	35-50	0,926	0,917	3,4	3,3
450	35-50	0,775	0,808	1,7	2,2
480	35-50	x	1,149	x	6
596	35-50	x	0,636	x	0,2
741	35-50	x	x	x	x
760	35-50	x	0,706	x	0,9
762	35-50	x	0,665	x	0,7
1821	35-50	0,692	0,685	0,8	0,7
1837	35-50	0,687	0,701	0,8	0,9
1908	35-50	0,760	x	1,5	x
130	35-50	x	x	x	x

198	35-50	x	0,752	x	1,4
692	35-50	x	x	x	x
1945	35-50	x	x	x	x
280	nad 50	0,916	0,872	3,3	2,9
306	nad 50	0,762	0,757	1,5	1,6
353	nad 50	0,679	x	0,5	x
354	nad 50	x	0,786	x	1,8
474	nad 50	1,031	1,112	4,5	5,5
535	nad 50	0,944	0,855	3,6	2,6
640	nad 50	1,021	x	6,2	x
657	nad 50	0,840	0,881	2,4	2,9
693	nad 50	x	x	x	x
2003	nad 50	x	0,732	x	1,2
96	nad 50	x	x	x	x
119	nad 50	1,134	1,221	5,6	6,6
165	nad 50	0,826	0,797	2,3	1,9
166	nad 50	x	x	x	x
225	nad 50	0,916	x	3,2	x
320	nad 50	0,782	x	1,8	x

Tabuľka č. 44: Ženy stavce (L4)

x –kosť bola nebola zaradená do štúdie

ženy		Lunar PIXI	HOLOGIC	HOLOGIC	HOLOGIC
č. hrobu	vek	BMD g/cm²	BMD g/cm²	T-skóre	Z-skóre
20	20-35	0,585	1,409	3,2	3,5
21	20-35	0,440	1,144	0,8	0,9
24	20-35	0,429	0,919	-1,4	-1,3
35	20-35	x	x	x	x
503	20-35	0,306	0,847	-2	-1,9
602	20-35	x	x	x	x
667	20-35	0,641	1,514	4,1	4,2
719	20-35	0,468	1,149	0,8	0,9
1576	20-35	x	x	x	x
1578	20-35	x	x	x	x
1600	20-35	x	x	x	x
1616	20-35	x	x	x	x
1648	20-35	x	x	x	x

1725	20-35	x	x	x	x
1820	20-35	x	x	x	x
1835	20-35	0,487	1,023	-0,4	-0,3
1909	20-35	x	x	x	x
1963	20-35	0,531	1,234	1,6	1,7
1998	20-35	0,643	1,358	2,7	2,7
1605	20-35	x	x	x	x
625	20-35	0,504	1,210	1,4	1,4
774	20-35	0,783	1,278	2	2,1
167	35-50	0,329	0,901	-1,05	-1,2
239	35-50	0,378	1,055	-0,1	0,2
305	35-50	x	x	x	x
348	35-50	0,589	1,379	2,9	3,1
58	35-50	x	x	x	x
92	35-50	0,791	1,364	2,8	3
99	35-50	0,526	1,406	3,2	3,4
369	35-50	0,350	1,008	-0,5	-0,2
412	35-50	0,307	0,979	-0,9	-0,7
519	35-50	x	x	x	x
558	35-50	0,341	0,906	-1,4	-1
1938	35-50	x	x	x	x
149	nad 50	0,377	1,026	-0,3	0,8
304	nad 50	0,707	1,630	5,2	6,4
352	nad 50	0,478	1,077	0,1	1,3
1592	nad 50	x	x	x	x
286	?	0,495	0,947	-1,1	-1

Tabuľka č. 45: Muži stavce (L4)

x –kosť bola nebola zaradená do štúdie

muži		Lunar PIXI	HOLOGIC	HOLOGIC	HOLOGIC
č. hrobu	vek	BMD g/cm²	BMD g/cm²	T-skóre	Z-skóre
390	20-35	0,741	1,67	5,5	5,5
606	20-35	0,703	1,438	3,2	3,2
673	20-35	0,709	1,419	3	3
688	20-35	0,645	1,570	4,6	4,7
703	20-35	0,574	1,332	2,2	2,2
705	20-35	0,673	1,376	2,6	2,8

1573	20-35	x	x	x	x
1599	20-35	x	x	x	x
197	20-35	0,556	1,282	1,8	1,8
222	20-35	0,651	1,366	3	3
317	20-35	0,650	1,205	1,1	1,1
627	20-35	0,670	1,303	1,9	2,1
345	35-50	x	x	x	x
362	35-50	0,410	1,027	-0,6	-0,4
382	35-50	0,612	1,300	1,9	2,1
411	35-50	x	x	x	x
434	35-50	x	x	x	x
450	35-50	x	x	x	x
480	35-50	x	x	x	x
596	35-50	x	x	x	x
741	35-50	0,478	1,128	0,4	0,5
760	35-50	0,439	1,303	2	2,2
762	35-50	0,507	0,859	-2,1	-1,9
1821	35-50	x	x	x	x
1837	35-50	x	x	x	x
1908	35-50	x	x	x	x
130	35-50	0,910	1,617	4,8	5
198	35-50	x	x	x	x
692	35-50	0,795	1,592	4,6	5
1945	35-50	0,581	1,304	2	2
280	nad 50	0,643	1,518	3,9	4,2
306	nad 50	x	x	x	x
353	nad 50	x	x	x	x
354	nad 50	0,549	1,235	1,3	1,8
474	nad 50	x	x	x	x
535	nad 50	0,726	1,571	4,4	4,9
640	nad 50	0,593	1,640	5	5,6
657	nad 50	0,591	1,547	4,2	4,7
693	nad 50	0,570	1,289	1,8	2,4
2003	nad 50	x	x	x	x
96	nad 50	0,581	1,313	2,1	2,6
119	nad 50	1,050	2,090	9,1	9,6
165	nad 50	0,428	1,067	-0,2	0,5
166	nad 50	0,723	1,522	3,9	4,5
225	nad 50	0,518	1,455	3,4	3,7
320	nad 50	x	x	x	x

Tabuľka č. 46: Výsledky merania stehenná kosť NECK – ženy

x –kosť bola nebola zaradená do štúdie

ženy		BMD g/cm ²	BMD g/cm ²	T-skóre	T-skóre	Z-skóre	Z-skóre
č. hrobu	vek	sin	dx	sin	dx	sin	dx
20	20-35	0,971	1,040	1,1	1,7	1,5	2,2
21	20-35	0,788	0,832	-0,6	-0,2	-0,2	0,3
24	20-35	0,966	0,904	1,1	0,5	1,5	0,9
35	20-35	0,840	0,865	-0,1	0,2	0,4	0,6
503	20-35	0,689	0,702	-1,5	-1,4	-1,1	-0,9
602	20-35	0,987	1,033	1,3	1,7	1,7	2,1
667	20-35	0,960	1,084	1	2,2	1,4	2,6
719	20-35	0,813	0,722	-0,3	-0,7	0,1	-0,3
1576	20-35	0,871	1,055	0,2	1,9	0,6	2,3
1578	20-35	1,103	1,193	2,3	3,1	2,7	3,5
1600	20-35	0,857	0,784	0,1	-0,6	0,5	-0,2
1616	20-35	x	0,632	x	-2	x	-1,6
1648	20-35	0,919	0,940	0,7	0,8	1,1	1,2
1725	20-35	0,785	0,914	-0,6	0,6	-0,2	1
1820	20-35	0,924	x	0,7	x	1,1	x
1835	20-35	0,803	0,910	-0,2	0,2	0	0,5
1909	20-35	0,817	0,887	-0,3	0,4	0,1	0,8
1963	20-35	0,963	1,033	1	1,7	2,5	3,2
1998	20-35	0,926	0,939	0,7	0,8	1,1	1,2
1605	20-35	0,740	x	-1	x	-0,6	x
625	20-35	0,998	0,997	1,3	1,3	1,8	1,8
774	20-35	0,995	1,026	1,3	1,6	1,6	1,9
167	35-50	0,767	0,788	-0,8	-0,6	-0,3	-0,2
239	35-50	0,880	0,821	-0,2	-0,2	0,3	0,2
305	35-50	0,868	0,859	0,2	0,1	1,2	1,1
348	35-50	0,873	0,930	0,3	0,8	0,7	1,2
58	35-50	0,773	0,868	-0,7	0,4	-0,3	0,8
92	35-50	1,112	1,067	2,4	2	3,5	3,1
99	35-50	0,804	0,796	-0,4	-0,5	0,1	-0,1
369	35-50	0,639	0,618	-1,9	-2,1	-0,9	-1,1
412	35-50	0,915	0,916	0,6	0,6	1,7	1,7
519	35-50	0,835	0,879	-0,2	0,3	0,9	1,3
558	35-50	0,863	0,920	0,2	0,7	0,6	1,1
1938	35-50	0,797	x	-0,5	x	-0,1	x
149	nad 50	0,898	0,875	0,4	3,2	0,9	0,7
304	nad 50	1,055	1,017	1,9	1,5	3	2,6

352	nad 50	1,007	1,019	1,4	1,6	2,4	2,5
1592	nad 50	0,752	0,773	-0,9	-0,7	0,6	0,8
286	?	0,765	0,818	-0,8	-0,3	-0,4	0,2

Tabuľka č. 47: Výsledky merania stehenná kosť TROCHANTER – ženy

x –kosť bola nebola zaradená do štúdie

ženy		BMD g/cm ²	BMD g/cm ²	T-skóre	T-skóre	Z-skóre	Z-skóre
č. hrobu	vek	sin	dx	sin	dx	sin	dx
20	20-35	0,639	1,034	-0,7	3,3	-0,5	3,5
21	20-35	0,840	0,801	1,4	1	1,6	1,2
24	20-35	0,816	0,753	1,1	0,5	1,3	0,7
35	20-35	0,791	0,742	0,9	0,4	1,1	0,6
503	20-35	0,712	0,729	0,1	0,3	0,3	0,5
602	20-35	0,655	0,514	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2
667	20-35	1,095	1,199	3,9	5	4,1	5,1
719	20-35	0,850	0,727	1,5	0,3	1,7	0,5
1576	20-35	0,856	1,045	1,5	3,4	1,7	3,6
1578	20-35	1,150	0,896	4,4	3,8	4,6	4
1600	20-35	0,720	0,553	0,2	-1,5	0,3	-1,3
1616	20-35	x	0,618	x	-0,8	x	-0,6
1648	20-35	0,836	0,725	1,3	0,3	1,5	0,4
1725	20-35	0,740	1,119	0,4	4,1	0,6	4,3
1820	20-35	0,671	x	-0,4	x	-0,2	x
1835	20-35	0,830	0,826	1,3	1,2	1,5	1,4
1909	20-35	0,676	0,637	-0,3	-0,7	-0,1	-0,5
1963	20-35	0,926	1,021	2,2	3,2	3,3	4,2
1998	20-35	0,946	0,899	2,4	2	2,6	2,2
1605	20-35	0,658	x	-0,5	x	-0,2	x
625	20-35	0,906	0,948	2	2,5	2,2	2,4
774	20-35	0,980	0,933	2,8	2,3	2,9	2,4
167	35-50	0,711	0,68	0,1	-0,2	0,3	0
239	35-50	1,146	0,946	4,4	2,4	4,6	2,6
305	35-50	0,865	0,921	1,6	2,2	2,3	2,8
348	35-50	0,925	0,940	2,2	2,4	2,4	2,5
58	35-50	0,794	0,762	0,9	0,6	1,1	0,8
92	35-50	1,234	1,185	5,3	4,8	6	5,5
99	35-50	0,713	0,781	0,1	0,8	0,3	1
369	35-50	0,596	0,505	-1,1	-2	-0,5	-1,3

412	35-50	1,015	0,967	3,1	2,6	3,8	3,3
519	35-50	0,807	0,873	1,1	1,7	1,7	2,3
558	35-50	0,827	0,790	1,2	0,9	1,4	1,1
1938	35-50	0,7	x	0	x	0,2	x
149	nad 50	0,772	0,786	0,7	0,8	0,9	1
304	nad 50	1,149	1,121	4,4	4,2	5,1	4,9
352	nad 50	1,096	1,043	3,9	3,4	4,5	4
1592	nad 50	0,625	0,703	-0,8	0	0,3	1,1
286	?	0,781	0,818	0,8	1,1	1	1,4

Tabuľka č. 48: Výsledky merania stehenná kosť TOTAL – ženy

x –kosť bola nebola zaradená do štúdie

ženy		BMD g/cm²	BMD g/cm²	T-skóre	T-skóre	Z-skóre	Z-skóre
č. hrobu	vek	sin	dx	sin	dx	sin	dx
20	20-35	0,958	1,194	0,1	2,1	0,4	2,4
21	20-35	1,013	1,039	0,6	0,8	0,9	1,1
24	20-35	1,065	1,023	1	0,7	1,3	0,9
35	20-35	0,997	0,988	0,5	0,4	0,8	0,7
503	20-35	0,870	0,895	-0,6	-0,4	-0,3	-0,1
602	20-35	1,030	1,102	0,7	1,3	1	1,6
667	20-35	1,243	1,292	2,5	2,9	2,8	3,2
719	20-35	1,140	0,971	1,7	0,2	2	0,5
1576	20-35	1,066	1,183	1,1	2	1,3	2,3
1578	20-35	1,285	1,065	2,8	2,7	3,1	3
1600	20-35	0,95	0,838	0,1	-0,9	0,4	-0,6
1616	20-35	x	0,833	x	-0,9	x	-0,6
1648	20-35	1,111	1,028	1,4	0,7	1,7	1
1725	20-35	0,915	1,162	-0,3	1,8	0,1	2,1
1820	20-35	0,999	x	0,5	x	0,8	x
1835	20-35	0,972	1,001	0,3	0,5	0,5	0,8
1909	20-35	1,027	0,923	0,7	-0,1	1	0,1
1963	20-35	1,179	1,280	2	2,8	3,2	4
1998	20-35	1,157	1,260	1,8	1,5	2	1,8
1605	20-35	0,893	x	-0,4	x	-0,1	x
625	20-35	1,153	1,118	1,7	2,1	2	2,4
774	20-35	1,194	1,251	2,1	2,6	3,3	2,8
167	35-50	0,935	0,893	-0,1	-0,4	0,2	-0,1
239	35-50	1,161	1,060	1,8	1	2,1	1,3

305	35-50	1,089	1,071	1,2	1,1	1,9	1,7
348	35-50	1,136	1,154	1,6	1,8	1,9	2,1
58	35-50	0,939	0,995	-0,1	0,5	0,3	0,7
92	35-50	1,284	1,218	2,8	2,3	3,5	3
99	35-50	0,931	1,004	-0,1	0,5	0,2	0,8
369	35-50	0,784	0,693	-1,3	-2	-0,7	-1,4
412	35-50	1,149	1,123	1,7	1,5	2,4	2,2
519	35-50	0,959	1,027	0,2	0,7	0,8	1,3
558	35-50	1,128	1,039	1,5	0,8	1,8	1,1
1938	35-50	0,951	x	0,1	x	0,3	x
149	nad 50	1,037	1,006	0,8	0,5	1,1	0,8
304	nad 50	1,321	1,313	3,1	3,1	3,8	3,8
352	nad 50	1,270	1,202	2,7	2,2	3,3	2,8
1592	nad 50	0,857	0,856	-0,7	-0,7	0,5	0,5
286	?	0,932	0,968	-0,1	0,2	0,2	0,5

Tabuľka č. 49: Výsledky merania stehenná kosť NECK – muži

muži		BMD g/cm ²	BMD g/cm ²	T-skóre	T-skóre	Z-skóre	Z-skóre
č. hrobu	vek	sin	dx	sin	dx	sin	dx
390	20-35	1,507	1,310	4,3	3,7	4,8	4,2
606	20-35	1,253	1,182	2,5	1,9	3	2,4
673	20-35	1,394	1,418	3,4	3,6	3,9	4,1
688	20-35	1,163	1,256	1,8	2,4	2,3	2,9
703	20-35	1,125	1,298	1,5	2,8	2	3,2
705	20-35	1,092	1,078	1,2	1,2	1,7	1,7
1573	20-35	1,039	1,064	1,7	2	2,1	2,4
1599	20-35	0,947	1,011	0,9	1,5	1,3	1,9
197	20-35	0,901	0,923	-0,2	0	0,3	0,5
222	20-35	1,157	1,199	1,7	1,9	2,2	2,5
317	20-35	1,044	1,077	0,9	1,1	1,4	1,6
627	20-35	0,887	0,937	x	x	x	x
345	35-50	1,111	1,222	1,3	2,1	1,8	2,6
362	35-50	0,862	0,902	-0,5	-0,2	0	0,3
382	35-50	1,178	1,243	1,9	2,3	2,3	2,8
411	35-50	1,445	0,522	3,8	4,4	4,3	4,9
434	35-50	1,251	1,259	2,4	2,4	2,9	2,9
450	35-50	1,093	1,099	1,2	1,3	1,7	1,8
480	35-50	1,332	1,090	3	2,8	3,5	3,3
596	35-50	0,991	1,053	0,5	0,9	1	1,4

741	35-50	0,804	0,782	-0,9	-1,1	-0,5	-0,6
760	35-50	0,973	0,966	0,3	0,3	0,8	0,8
762	35-50	0,751	0,810	x	-1,3	x	-0,8
1821	35-50	0,973	0,965	1,1	1	1,5	1,4
1837	35-50	1,067	0,979	2	1,2	2,4	1,6
1908	35-50	1,163	1,010	2,9	1,5	4,3	3
130	35-50	1,203	1,106	3,2	2,3	3,6	2,8
198	35-50	0,884	0,932	-0,3	0	0,2	0,5
692	35-50	1,184	1,258	1,9	2,4	2,4	2,9
1945	35-50	0,836	0,898	-0,1	0,4	1	1,5
280	nad 50	1,284	1,261	2,6	2,4	3,1	3,1
306	nad 50	1,377	1,569	3,3	4,7	3,8	5,2
353	nad 50	0,939	0,960	0	0,3	0,5	0,8
354	nad 50	1,039	1,115	0,8	1,4	1,3	1,9
474	nad 50	1,223	1,243	2,2	2,3	2,7	2,8
535	nad 50	1,046	1,109	0,9	1,3	1,4	1,8
640	nad 50	1,056	1,149	1,9	1,6	1,5	2,1
657	nad 50	0,973	1,014	0,3	0,6	0,8	1,1
693	nad 50	1,138	1,070	1,5	1	2,1	1,5
2003	nad 50	1,164	1,212	2,9	3,3	3,3	3,7
96	nad 50	1,074	1,095	1,1	1,3	1,6	1,7
119	nad 50	1,488	1,506	4,1	4,2	4,6	4,7
165	nad 50	0,829	0,875	-0,7	-0,4	-0,2	0,1
166	nad 50	1,118	1,241	1,4	2,3	1,9	2,8
225	nad 50	1,124	1,211	1,4	2,1	1,9	2,6
320	nad 50	0,969	1,046	0,3	0,9	0,8	1,4

Tabuľka č. 50: Výsledky merania stehenná kosť TROCHANTER – muži

muži		BMD	BMD	T-skóre	T-skóre	Z-skóre	Z-skóre
č. hrobu	vek	g/cm ²	g/cm ²	sin	dx	sin	dx
390	20-35	1,297	1,382	4,1	4,8	4,4	5
606	20-35	1,314	1,189	4,3	3,3	4,5	3,5
673	20-35	1,134	1,289	3,6	4,1	3,1	4,3
688	20-35	1,175	1,204	3,2	3,4	3,4	3,6
703	20-35	1,242	1,366	3,7	4,7	3,9	4,9
705	20-35	1,242	1,281	3,7	4,8	4	5,1
1573	20-35	0,968	0,953	2,6	2,5	2,8	2,7
1599	20-35	0,888	0,886	1,8	1,8	2,1	2
197	20-35	0,894	0,843	1	0,5	1,2	0,8

222	20-35	1,470	1,386	5,5	4,9	5,7	5,1
317	20-35	1,093	1,024	2,5	2	2,8	2,2
627	20-35	1,000	0,990	3	2,9	3,1	3
345	35-50	1,262	1,427	3,9	6,2	4,1	6,5
362	35-50	0,901	0,959	1	1,4	1,2	1,7
382	35-50	1,170	1,157	3,1	3	3,4	3,3
411	35-50	1,507	1,611	5,8	6,6	6,1	6,9
434	35-50	1,266	1,308	3,9	4,3	1,4	4,5
450	35-50	1,219	1,219	3,5	3,5	3,8	3,9
480	35-50	1,655	1,785	7	8	7,1	8,3
596	35-50	0,839	0,873	0,5	0,7	1,7	1
741	35-50	0,925	0,926	1,2	1,2	1,4	1,4
760	35-50	1,057	1,042	2,2	2,1	2,5	2,3
762	35-50	0,757	0,789	-0,2	0,9	0,1	1
1821	35-50	0,949	0,911	2,5	2,1	2,7	1,8
1837	35-50	0,822	0,853	1,4	1,5	1,5	1,7
1908	35-50	1,030	0,760	3,2	0,6	4,3	1,6
130	35-50	1,119	0,888	4,1	1,9	4,4	2,1
198	35-50	1,022	0,929	2	1,2	2,2	1,5
692	35-50	1,367	1,327	4,7	4,4	5	4,6
1945	35-50	0,654	0,668	-0,5	-0,3	0,2	0,3
280	nad 50	1,294	1,152	4,1	3	4,1	3,2
306	nad 50	1,450	1,422	5,4	5,3	5,6	5,5
353	nad 50	0,961	0,994	1,5	1,8	1,7	2
354	nad 50	1,116	1,122	2,7	2,7	2,9	3
474	nad 50	1,228	1,281	3,6	4	3,9	4,2
535	nad 50	1,002	1,064	1,8	2,3	2	2,5
640	nad 50	1,231	1,310	3,7	4,3	3,9	4,5
657	nad 50	1,160	10,153	3,1	3	3,3	3,2
693	nad 50	1,007	1,136	1,8	2,8	2,1	3,1
2003	nad 50	1,129	1,139	4,2	4,2	4,5	4,5
96	nad 50	1,237	1,195	3,7	3,4	3,9	3,6
119	nad 50	1,744	1,620	7,7	7,9	6,7	7
165	nad 50	0,951	0,996	1,4	1,8	1,6	2
166	nad 50	1,108	1,132	2,7	2,8	2,9	3
225	nad 50	1,018	1,144	2	2,9	2,2	3,2
320	nad 50	1,117	1,172	2,7	3,1	3	3,4

Tabuľka č. 51: Výsledky merania stehenná kosť TOTAL – muži

muži		BMD g/cm ²	BMD g/cm ²	T-skóre	T-skóre	Z-skóre	Z-skóre
č. hrobu	vek	sin	dx	sin	dx	sin	dx
390	20-35	1,646	1,621	4,1	3,9	4,3	4,1
606	20-35	1,462	1,363	2,8	2,2	3	2,4
673	20-35	1,397	1,543	2,5	3,4	2,6	3,6
688	20-35	1,308	1,362	1,8	2,2	2	2,4
703	20-35	1,405	1,502	2,5	3,1	2,7	3,3
705	20-35	1,454	1,443	2,8	3,4	3	3,6
1573	20-35	1,137	1,167	1,6	1,9	1,9	2,1
1599	20-35	1,148	1,179	1,7	1,9	2	2,2
197	20-35	1,136	1,120	0,7	0,6	0,9	0,8
222	20-35	1,502	1,485	3,1	3	3,3	3,2
317	20-35	1,321	1,293	1,9	1,8	2,1	2
627	20-35	1,130	1,170	1,6	1,9	1,8	2,1
345	35-50	1,351	1,524	2,1	4,1	2,3	4,2
362	35-50	1,123	1,190	0,6	1	0,8	1,2
382	35-50	1,297	1,275	1,7	1,6	1,9	1,8
411	35-50	1,655	1,697	4,1	4,4	4,3	4,6
434	35-50	1,347	1,398	2,1	2,4	2,3	2,6
450	35-50	1,374	1,396	2,3	2,4	2,5	2,6
480	35-50	1,727	1,771	4,6	4,6	4,8	5,1
596	35-50	1,100	1,121	0,5	0,6	0,7	0,8
741	35-50	1,085	1,084	0,4	0,4	0,6	0,5
760	35-50	1,281	1,259	1,7	1,5	1,9	1,7
762	35-50	0,966	1,006	-0,5	0,5	-0,3	0,7
1821	35-50	1,187	1,245	2	1,6	2,3	1,9
1837	35-50	1,228	1,158	2,4	1,8	2,7	2
1908	35-50	1,322	1,126	3,1	1,6	2,3	2,7
130	35-50	1,301	1,202	3	2,1	3,3	2,4
198	35-50	1,155	1,123	0,8	0,6	1	0,8
692	35-50	1,511	1,468	3,6	2,9	3,4	3,1
1945	35-50	0,999	1,062	0,5	1	1,2	1,7
280	nad 50	1,518	1,399	3,2	2,4	3,4	2,6
306	nad 50	1,675	1,717	4,3	4,6	4,5	4,8
353	nad 50	1,122	1,152	0,6	0,8	0,8	1
354	nad 50	1,404	1,384	2,5	2,3	2,7	2,5
474	nad 50	1,493	1,527	3,1	3,3	3,3	3,5
535	nad 50	1,259	1,292	1,5	1,6	1,7	1,8
640	nad 50	1,452	1,448	2,9	2,8	3	3

657	nad 50	1,358	1,358	2,2	2,2	2,4	2,4
693	nad 50	1,272	1,287	1,6	1,7	1,8	1,9
2003	nad 50	1,380	1,397	3,6	3,7	3,9	4
96	nad 50	1,405	1,365	2,5	2,2	2,7	2,4
119	nad 50	1,836	1,741	5,4	4,7	5,6	4,9
165	nad 50	1,122	1,143	0,6	0,8	0,8	1
166	nad 50	1,317	1,359	1,9	2,2	2,1	2,4
225	nad 50	1,261	1,362	1,5	2,2	1,7	2,4
320	nad 50	1,278	1,321	1,7	1,9	1,9	2,1