

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ STAVU KOSTNÍ TKÁNĚ A POHYBOVÉ AKTIVITY
U POSTMENOPAUZÁLNÍCH ŽEN

Diplomová práce

(Bakalářská)

Autor: Adéla Jeřábková, učitelství pro střední školy,
tělesná výchova – česká filologie

Vedoucí práce: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

Olomouc 2011

Jméno a příjmení autora: Adéla Jeřábková

Název diplomové práce: Hodnocení stavu kostní tkáně a pohybové aktivity u postmenopauzálních žen

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2011

Abstrakt: Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení stavu kostní tkáně a pohybové aktivity u postmenopauzálních žen. Výzkumu se zúčastnilo šedesát žen z Univerzity třetího věku Univerzity Palackého v Olomouci. Celková kostní denzita, denzita jednotlivých segmentů a proximální část femuru byly měřeny přístrojem DXA Lunar Prodigy Primo. Jako nejméně stabilní byla zjištěna oblast Wardova trojúhelníku. Ženy nejčastěji volily intenzitu zatížení 3–6 METs, více jak polovina žen plní doporučení 10 000 kroků denně.

Klíčová slova: osteoporóza – osteopenie – kostní denzita – klimaktérium – denzitometrie – duální rentgenová absorpciometrie

Diplomová práce byla zpracována v rámci řešení výzkumného grantu FTK UP v Olomouci „Hodnocení stavu kostní tkáně proximálního femuru u žen s odlišnou úrovní realizované pohybové aktivity (FTK_2011_014)“.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Adéla Jeřábková

Title of the bachelor thesis: Evaluation of bone tissue and physical activity in postmenopausal women.

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

The year of presentation: 2011

Abstract: The goal of this diploma work was to evaluate bone status and physical activity in postmenopausal women. There were sixty women from the Third Age University of Palacky University in Olomouc. Total bone density, density of segments and proximal femur were measured device DXA Lunar Prodigy Primo. As the least stable region was found Ward triangle. The most preferred intensity of load was 3–6 METs, more than half of women subserved recommendations of 10,000 steps a day.

Keywords: osteoporosis – osteopenia – bone density – climacteric – densitometry – Dual X-ray absorptiometry

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Aleše Gáby a uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 8. 8. 2011

.....

Na tomto místě bych chtěla poděkovat především vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Aleši Gábovi za ochotu, trpělivost a cenné rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce. Dále za finanční podporu výzkumné části bakalářské práce, která byla finančně podpořena výzkumným projektem „Hodnocení stavu kostní tkáně proximálního femuru u žen s odlišnou úrovní realizované pohybové aktivity (FTK_2011_014)“. Děkuji také mé nejbližší rodině a přátelům za podporu nejen během studia.

V Olomouci dne 8. 8. 2011

.....

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	SYNTÉZA POZNATKŮ	9
2.1	Vývoj kostní hmoty a skeletu v průběhu života	9
2.1.1	Stavba a funkce kosti	10
2.1.2	Vznik a vývoj kostí	12
2.1.3	Přestavba kosti	13
2.1.4	Hormonální řízení metabolismu kalcia	14
2.2	Osteoporóza	16
2.2.1	Typy osteoporózy	18
2.2.2	Diagnóza	20
2.2.3	Klasifikační kritéria pro hodnocení osteoporózy	20
2.2.4	Denzitometrie	21
2.2.5	Rizikové faktory osteoporózy	23
2.2.6	Klinické projevy	23
2.2.7	Prevence	25
2.3	Pohybová aktivita	27
2.3.1	Doporučení k pohybové aktivitě	29
2.3.2	Principy F. I. T. T.	30
2.3.3	Intenzita zatížení	30
2.3.4	Sedavý životní styl	33
3	CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY	35
3.1	Dílčí cíle	35
3.2	Výzkumné otázky	35
4	METODIKA	36
4.1	Charakteristika výzkumného souboru	36
4.2	Měření kostní denzity	36
4.3	Měření pohybové aktivity	39
4.4	Zpracování dat	40
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	41
5.1	Hodnocení výsledků měření přístrojem DXA	41
5.2	Hodnocení výsledků pohybové aktivity	45
6	ZÁVĚRY	50

7	SOUHRN	51
8	SUMMARY	52
9	REFERENČNÍ SEZNAM.....	53

1 ÚVOD

Osteoporóza je v dnešní době velice živým tématem, neustále dochází k prodlužování lidského věku, a proto by mělo být naší snahou, aby i stáří bylo stejně kvalitním obdobím našeho života, jako byla období předchozí. Tento tichý nepřítel představuje celosvětový problém zejména pro ženskou část populace. V období menopauzy žena prožívá jakousi druhou pubertu, její tělo se opět mění a tyto změny nejsou pro většinu z nich příjemné a právě osteoporóza může být jednou z těchto nepříjemných změn. Všeobecně se o osteoporóze mluví, ale jen málo žen si uvědomuje, že se může toto onemocnění vztahovat i na ně samotné.

I pro mě má toto téma obrovský přínos, abych dobře práci zpracovala, musela jsem se hlouběji zajímat o danou problematiku a tím jsem si rozšířila své vědomosti. Ráda bych, aby tato práce byla přínosem nejen pro ženy v klimakteriu, ale i pro ostatní, kteří se chtějí více o tomto tématu dozvědět. Věřím, že má práce obsahuje spoustu užitečných informací, které pomohou lidem připravit se na úskalí, která s sebou nese staří. Jelikož dobře informovaný člověk může snadno přecházet vzniku onemocnění či zmírnit jeho průběh a vést kvalitní a šťastný život.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Vývoj kostní hmoty a skeletu v průběhu života

Kostní hmota přibývá od narození až do 30. roku, proto je nesmírně důležité v dětství a v mládí vytvořit dostatek kostní hmoty (Jeníček, 2004).

Již v časném období nitroděložního života je určeno množství kalcia na jednotku hmotnosti kostní tkáně. Toto množství zůstává relativně konstantní až do stáří. V průběhu dětství a dospívání se značně zvyšuje objem kostní hmoty, množství kalcia se v novorozeneckém věku pohybuje kolem 25 g a do období mezi 15. až 20. rokem věku se zvýší až na 1 000 g. Nárůst kostní hmoty je rychlejší než pozdější ubývání kostní hmoty během stárnutí. V raném dětství rostou končetiny rychleji než páteř, v období dospívání roste páteř rychleji působením pohlavních hormonů. U dívek se dostavuje puberta o 2 roky dříve než

u chlapců. Delší období prepubertálního růstu chlapců má za následek to, že se u chlapců puberta podílí na dosažení maxima kostní hmoty pouze z 20 %, zatímco u dívek je to až 50 %, z toho vyplývá, že mají muži větší množství kostní tkáně než ženy. Kolem 30. roku věku dochází k negativní kostní bilanci, ztráta bývá 1 % kosti ročně nezávisle na pohlaví (Vyskočil, 2009).

Dle Jeníčka (2004) začíná kolem 45. roku věku ženy klimakterium, které se postupně vyvíjí u každé ženy individuálně. Dochází ke snížení tvorby pohlavních hormonů a celý regulační systém se dostává do klidového stavu. Stáří přichází kolem 60. roku věku a jedná se o období úplného klidu hormonů. V současnosti dívky dříve dospívají, dříve menstrují, naopak lidský věk se prodlužuje. Zkvalitňování zdravotní péče umožňuje, že se pacienti trpící různými dlouhodobými chorobami dožívají vyššího věku. Žena prožije více jak třetinu svého života po přechodu a naší snahou by mělo být, aby i toto období prožila kvalitně.

Stoppardová (1995) považuje klimakterium za normální vývojové stádium v životě ženy, zároveň označuje toto období za skutečný stav hormonální nedostatečnosti. Estrogeny a progesteron ovlivňují určitým způsobem každý orgán v těle a každá změna v sekreci těchto hormonů může ovlivnit normální funkce orgánů a celkové zdraví. Pokud ženy menstrují, estrogeny umožňují plné využití parathormonu, kalcitoninu a vitamínu D, které pozitivně

působí na zdravou kost. V období menopauzy dochází k úbytku svalové hmoty, osteoporóze i k onemocněním kardiovaskulárního systému.

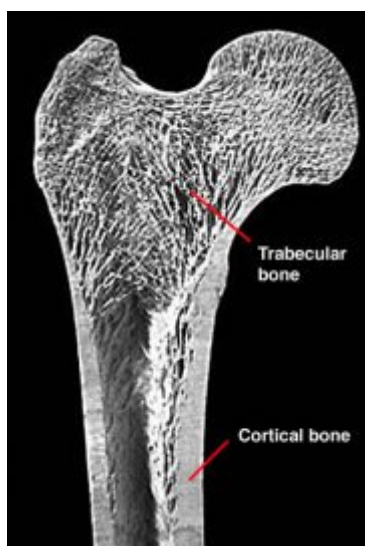
V rámci prevence osteoporózy je doporučováno ženám v klimakteriu zařazovat pohybovou aktivitu vytrvalostního a silového charakteru. Zejména pravidelné kondiční posilování vede k nárůstu kostní hmoty a jako nejvhodnější se ukazuje kruhový posilovací trénink (Špaldoňová, 2010).

2.1.1 Stavba a funkce kosti

„Kost je bílá, tvrdá pojivová tkáň, specializovaná pro podpůrnou a ochranou funkci“ (Čihák, 1987, 21).

V těle máme dva typy kostní tkáně: substantia compacta (kostní tkáň hutná, kompakta) a substantia spongiosa (substantia trabecularis, spongióza). Kompakta tvoří zpravidla povrch kostí a spongióza je uvnitř kostí (Čihák, 1987).

Lamelózní měkká vrstva, spongióza, je protkaná kostními trámečky. V dlouhých kostech končetin nacházíme v blízkosti kloubů větší množství kostních trámců. Mají speciální mechanické vlastnosti, které umožňují dobré přenášení sil vznikajících při chůzi nebo nošení břemen. Stavba kompakty i spongiózy je ovlivněna dědičností, individuálním zatížením a způsobem života (Freiwald & Kruse, 2000).



Obrázek 1. Trámčítá a kortikální část kosti

Zdroj: <http://www.iofbonehealth.org/patients-public/about-osteoporosis/facts-about-bones.html>

Metabolickou aktivitu kosti zajišťují kostní buňky, jejich činnost je řízena složitým systémem, ve kterém se uplatňují hormony kolující v krvi produkované příštítnými tělísky (Jeníček, 2004).

Čihák (1987) uvádí, že se kostní tkáň skládá z buněk a mezibuněčné hmoty.

Osteoblasty jsou buňky tvořící kost, produkují základní hmotu kosti a postupně se touto hmotou obklopují, až jsou v ní zcela zalité. Takto z nich vznikají buňky, které už nevytvářejí novou kostní hmotu – osteocyty. Mluvíme o tzv. kostní matrix, osteocyty se podílejí na procesu uvolňování minerálií ze základní hmoty, a tím se účastní regulace hladiny vápníku v tělních tekutinách. Osteocyty se mohou přeměnit zpět v osteoblasty nebo v retikulární buňky, zatímco osteoklasty odbourávají kost.

Mezibuněčná hmota se skládá ze složky:

1. ústrojné – bílkovinná složka
2. neústrojné – minerální složka

Bílkovinná složka tvoří organický podklad kostní tkáně, vyskytuje se ve formě vzájemně se křížících vláken, tato vlákna vytvářejí základní pletivo. Na vláknech a mezi vlákny se začíná usazovat kostní minerál – hydroxyapatit obsahující vápník a fosfor. Minerální složka zajišťuje kosti pevnost a tvrdost, kdežto složka organická zajišťuje pružnost kosti (Kocián & Patlejchová, 1998).

- **Kostní dřev**

Dutiny kostí vyplňuje kostní dřev různého vzhledu:

Červená kostní dřev – je orgánem krvetvorby.

Žlutá kostní dřev – vzniká z červené kostní dřevě tak, že retikulární vazivo dřevě prostupují tukové buňky a tím se červená kostní dřev mění na žlutou.

Šedá kostní dřev – vzniká ze žluté kostní dřevě ztrátou tuku, jedná se o jev typický pro pozdní věk.

- **Okostice**

Je to vazivový obal kryjící zevní povrch kosti. Proniká Sharpeyovými vlákny své hluboké vrstvy do kosti, je tak ke kosti fixován.

Okostice má dvě vrstvy:

1) Zevní vrstva – fibrosní – složená z hustšího vaziva.

2) Hlubší vrstva – kambiová – obsahující vazivové buňky, nepravidelně uspořádaná vlákna a cévy, které pronikají do kosti. Kambiová vrstva obsahuje v růstovém období a při regeneraci poškozené kosti osteoblasty, jejichž činností přirůstá kost do tloušťky (Čihák, 1987).

2.1.2 Vznik a vývoj kostí

V embryonálním vývoji člověka se zachoval způsob osifikace desmogenní a chondrogenní. Osifikační proces je vždy zahájen činností osteoblastů, které produkují nezápatatělé prekursory základní hmoty přeměňující se polymerací na osteoid. Jako součást mezibuněčné hmoty se v osteoidu tvoří fibrily. Osteoblasty tvořící kostní trámečky uváznou v mezibuněčné hmotě a přeměňují se na osteocyty. Později splýváním mnohojaderné buňky vznikají osteoklasty.

Desmogenní osifikace

- přímo ve vazivu se tvoří první trámečky, které se apozičně zvětšují, vznikají další trámečky, osifikace se šíří k obvodu příští kosti.

Chondrogenní osifikace

- původní chrupavčitý model kosti je vlastní tvorbou destruován a je nahrazen chondrogenní osifikací.

Osifikace dlouhých kostí začíná z perichondria, uprostřed délky kosti, osteoblasty vytvoří kostěný plášť. Z perichondria se stává periost. Dochází k množení buněk chrupavky, jejich sestavování do sloupečků a měchýřkovitému zvětšování a následnému zápatatění chrupavky. Do takto zápatatělé chrupavky pronikají z kambiové vrstvy periostu pupeny mesenchymu s cévami. Z pupenů se vytvářejí buňky primitivní kostní dřene a také osteoblasty, jež enchondrálně vytvářejí kostní tkáň. Zbylé části chrupavky jsou odbourány. Takto vzniklý osifikační základ uvnitř chrupavky nazýváme osifikační jádro (Čihák, 1987).

Podle Kučery (1997) se u plodu asi od třetího měsíce života vytvářejí primární osifikační centra, která vznikají uprostřed chrupavčitého modelu. U plodu začíná také osifikace v kloubních koncích kostí, ale probíhá většinou až po narození. Osifikace probíhá ze sekundárních osifikačních center, tedy z ostrůvků primární kostní tkáně, která vzniká v centru kostních hlavic. Sekundární osifikační centra nazývaná jako osifikační jádra jsou důležitou pomůckou pro stanovení kostního věku. Z primárních i sekundárních center se osifikace šíří všemi směry, na kost je přetvářen chrupavčitý model kosti. Chrupavka je zachována pouze na rozhraní oblasti primárních a sekundárních center, jedná se o růstovou chrupavku (physis) dlouhých kostí. Dlouhé kosti mají dvě růstové chrupavky, ploché a krátké kosti mají jednu růstovou chrupavku.

2.1.3 Přestavba kosti

Proces remodelace kosti trvá celý život, kost se neustále resorbuje a následně se znovu tvoří, oba procesy se vzájemně doplňují (Jeníček, 2004).

Kost přirůstá do šířky apozičně, tedy z hlubokých vrstev periostu a endostu. Pro zachování tvaru a proporce kostí je proces periostální apozice doplněn procesem odbourávání kosti. Při tomto procesu dochází k celkové remodelaci kosti (Čihák, 1987).

„Proces kostní přestavby a kostní remodelace je trvalou součástí životního cyklu každé kosti“ (Kučera, 1997, 108).

Kost dospělého člověka představuje velmi metabolicky aktivní orgán podléhající neustálé přestavbě (Fait, 2006).

Podle Čiháka (1997) v prvních fázích osifikace vzniká nejprve kost vláknitá, která je poté přestavována na kost lamelární. Ta je později také odbourávána a přestavována v korelaci s růstem a s dalším zatěžováním kosti.

Apozice

- osteoblasty na povrchu endostu přiléhají k osifikovanému kostnímu trámečku,
- osteoblasty na povrchu trámečku vytvoří alespoň jednu dvojitou vrstvu,
- blíže ke kosti přiléhající osteoblasty produkují do svého okolí prekursory, mezibuněčné hmoty, tyto osteoblasty jsou do nové hmoty zapojeny, ale zároveň zůstávají na jejím povrchu a tím vzniká na povrchu nová lamela,
- zbylé povrchové osteoblasty se množí a celý děj se tak opakuje,

Přestavba

- osteoklasty resorbují kost od povrchu nebo z nitra kanálků a tím ruší staré lamely,
- vzniklé dutiny jsou postupně vyplňovány novými koncentrickými lamelami – ty se vytvářejí na vnitřní ploše dutiny a postupně tuto dutinu vyplňují směrem od periferie ke středu, čímž vzniká nový Haversův kanálek,

Od narození do 25 až 30 let dochází k nárůstu tzv. vrcholové kostní hmoty (peak bone mass, dále jen PBM), po zbytek života kostní hmotu jen ztrácíme. Ovlivnit můžeme zevní determinanty růstu PBM – jedná se např. o dostatečný příjem kalcia, vitamínu D, pravidelná menstruace u dívek, pohybový režim, etc. Avšak i genetické pozadí významně přispívá k dosažení optimální PBM, to bohužel ovlivnit neumíme. Kromě optimální PBM musíme také dosáhnout optimální velikosti kosti („peak bone size“). V průběhu života dochází k endostální resorpci a současně probíhá periostální apozice, průměr kosti se zvyšuje, nicméně tloušťka kortikální kosti se snižuje. I v této oblasti nalezneme pohlavní rozdíly pro ženy nepříznivé. Jedná se o oblasti krčku femuru, kde se mechanická zátěž při chůzi zvyšuje o 25–80 % u žen mezi 50. a 80. rokem věku (Jenšovský, 2007).

2.1.4 Hormonální řízení metabolismu kalcia

Regulace metabolismu kalcia je zajišťována pomocí tří hlavních hormonů: 1,25-dihydroxycholecalciferol (aktivní metabolit vitamínu D₃), parathormon (PTH), kalcitonin.

PTH zvyšuje hladinu plazmatického vápníku mobilizací tohoto iontu v kostech. Zvyšuje zpětnou resorpci vápníku v ledvinách. PTH dále zvyšuje tvorbu 1,25-dihydroxycholecalciferolu. Sám metabolit vitamínu D zvyšuje resorpci vápníku ze střeva, mobilizuje vápník z kostí a zvyšuje jeho zpětnou resorpci v ledvinách. Kalcitonin zvyšuje množství vápníku v moči a inhibuje kostní resorpci (Ganong, 2005).

Největší zásobárnou kalcia v lidském organizmu jsou kosti, 99 % kalcia je v kostech, zubech, zbylé 1% je v buňkách a v extracelulární tekutině (Blahoš, 1995).

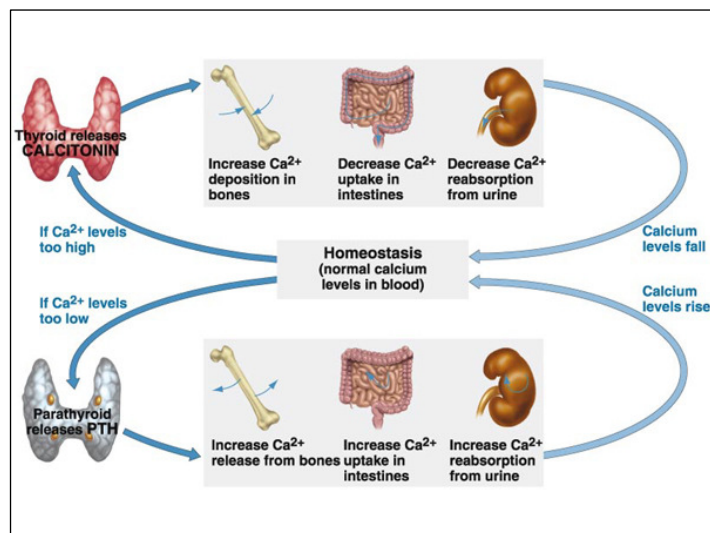
Kalcium v extracelulárních tekutinách je životně důležitým druhým poslem, je nezbytné pro hemokoagulaci, svalovou kontrakci a pro funkci nervů. Plazmatické kalcium je zčásti vázáno na plazmatické proteiny. V kostech je kalcium buď ve formě rychle směnitelné

zásoby, nebo ve formě stabilního pomalu směnítelného vápníku. V kostech působí na kalcium dva homeostatické systémy. První systém reguluje hladinu plazmatického kalcia, asi 500 mmol kalcia se denně pohybuje do rychle směnítelného fondu a z něj ven. Druhý systém souvisí s kostní remodelací, působí na 95% kostní tvorby. V ledvinách se filtruje velké množství vápníku, ale zhruba 98% se zpětně resorbuje v proximálních tubulech, vzestupném raménku Henleovy kličky a v distálním tubulu. Ve střevě se vápník aktivně transportuje systémem buněk řasinkového lemu epitelii, nastává zde i pasivní resorpce (Ganong, 2005).

Na metabolismus vápníku působí i další hormony. Účinek estrogenů a androgenů na kost během puberty a adolescence zapříčiňuje různé množství PBM u chlapců a dívek (Blahoš, 1995).

Činnost osteoblastů a osteoklastů je řízena převážně hormony. Estrogeny jsou zodpovědné za zvýšenou aktivitu při obnovování a opravování kostí. Dojde-li k poklesu hladiny estrogenů, kosti se již neobnovují tak účinně jako dříve. Estrogeny dále zamezují ztrátám vápníku tím, že ho vychytávají z krve do kostí (Stoppardová, 1995).

U dospělých způsobuje deficit estrogenu osteoporózu. Vlivem tohoto deficitu dochází ke snížení absorpce vápníku, zvyšuje se citlivost osteoklastů na PTH. Spolu se sekundárním hyperparathyreoidismem estogenní deficit způsobuje zvýšenou látkovou přeměnu v kosti (Šormová & Donát, 2004).



Obrázek 2. *Metabolismus vápníku.*

Zdroj: http://scienceblogs.com/clock/2006/06/bio101_lecture_7_physiology_co_1.php

2.2 Osteoporóza

„Slovo osteoporóza jako první použil na konci 20. let 19. století Johann Lobstein, profesor patologické anatomie v alsaském Štrasburku. Zvýšená porozita kostí pitvaných osob, která Lobsteina zaujala, však tehdy rozhodně nepatřila k častým nálezům, což potvrzují i recentní studie výskytu osteoporózy u koster z posledních dvou století“ (Broulík, 2007).

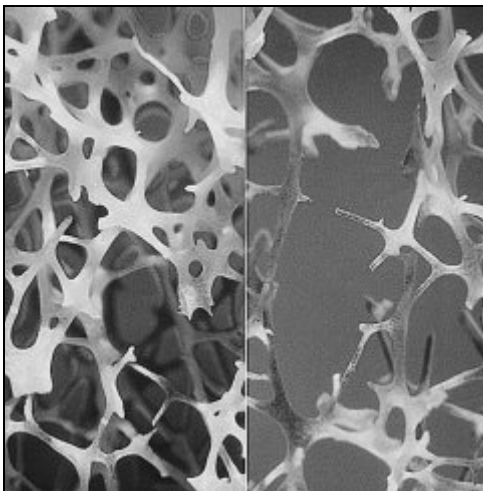
Osteoporóza je lékařský termín pocházející z řečtiny: osteon = kost, poros = pór. Volně bychom tento termín tedy mohli přeložit jako pórovitá kost (Freiwald & Kruse, 2000).

Osteoporóza bývá často nazývána tichou epidemií nebo tichým zlodějem, jelikož v počátku probíhá bezpříznakově a problémem je až náhlý vznik komplikací včetně zlomenin (Hrčková & Šarpatková, 2004).

Podle mezinárodně uznávané charakteristiky je osteoporóza systémovým metabolickým onemocněním skeletu, které je charakterizováno poruchou mechanické odolnosti kosti a v důsledku toho dochází ke zvýšenému riziku zlomenin kosti (Štěpán, 2005).

Osteoporóza představuje závažný zdravotnický problém odpovědný ve všech zemích světa za miliony zlomenin. Odhaduje se, že v České Republice trpí osteoporózou kolem 600 000 osob (Broulík, 2007).

Donát (1994) charakterizuje osteoporózu jako „řídnutí trámců houbovitě kosti a ztenčování korové kosti. Výsledkem je ztráta objemu kostní tkáně a zmenšení kostní hmoty“.



Obrázek 3. Vlevo zdravá kost, vpravo osteoporotická kost

Zdroj: <http://www.iofbonehealth.org/patients-public/about-osteoporosis/what-is-osteoporosis.html>

Zaměříme-li se na pohlaví, zjistíme, že existuje významná rozdílnost. Ztráta kostní hmoty se objevuje kolem 40. roku věku, u žen je tato ztráta 3krát větší než u mužů. Ve věku 70 let dosahuje průměrný úbytek kostry u žen 30 až 50 %. Z toho lze vyvodit, že ženy mají v jakémkoliv věku méně kostní hmoty než muži a že úbytek kostní hmoty začíná u žen dříve a rychleji postupuje (Trnavský & Kolařík, 1997).

Je tedy zřejmé, že z hlediska ztrát kostní hustoty (bone mineral density, dále jen BMD) dochází v průběhu věku k pohlavní diferencii dané akcelerací ztráty BMD v postmenopauzálním období. Densita trabekulární vertebrální kosti se postmenopauzálně snižuje až o 10 % za dekádu (Jenšovský, 2007).

Výpadek tvorby pohlavních hormonů u mužů nemá takový vliv na kostní tkáň, proto je procento osteoporózy u mužů nižší. Významným faktorem pro vznik osteoporózy je stárnutí, osteoporóza u dětí a adolescentů je vzácná a často bývá zapříčiněna jinými faktory, například dojde – li u dítěte k úrazu v období růstu a musí být delší dobu na lůžku, má to významný vliv na kostní tkáň (Trnavský & Kolařík, 1997).

Krátká (2007) uvádí, že u starších osob sice není osteoresorbce nadměrně zvýšená, nicméně převažuje nad novotvorbou kosti.

Poměr mezi osteoresorbci a novotvorbou kosti rozhoduje o nárůstu, zachování nebo ztrátě kostní hmoty. Na zvýšení osteoresorbce ve vyšším věku mají podíl tři hlavní faktory:

- 1) Rychlý pokles produkce estrogenů u žen kolem padesátého roku věku. Estrogeny před menopauzou upravují remodelaci kosti, tím zajišťují optimální rovnováhu mezi tvrdostí a elasticitou kosti. Rychlý úbytek kostní hmoty, jenž může způsobit až postmenopauzální osteoporózu, trvá 8–10 let. Poté ubývá kostní hmota pomaleji.

- 2) Imobilizace nebo nízká fyzická aktivita.

- 3) Dlouhotrvající sekundární hyperparatyreóza, již způsobuje nedostatek vápníku v potravě a nedostatečné zásobení vitamínem D.

Málek (2006) uvádí, že téměř všechny léky, které byly používány k léčbě a prevenci osteoporózy, tlumí především proces kostní resorpce. Kostní resorpce je tlumena více než proces osteogeneze. Tím, že se sníží osteoresorbce, tlumí tyto léky kostní obrát. Klesá počet kostních remodelačních jednotek, rychlost kostní ztráty se zpomaluje a prodlužuje se čas kostní remineralizace. Výsledkem toho je poté zvýšení obsahu kostního minerálu, nicméně dochází k absenci skutečné reparace kostní mikroarchitektury a nedochází ke skutečnému navýšení kostní hmoty.

Podle Citterbarta (2001) spočívá hlavní význam hormonální substituční terapie (dále jen HRT) v tom, že je účinná při prevenci a léčbě dlouhodobých následků deficitu estrogenu. Je popisováno snížení počtu zlomenin o více než 50% při dlouhodobé léčbě. HRT snižuje po pětileté léčbě výskyt fraktur proximálního femuru na polovinu.

Osteopenie je stav označovaný za předchůdce osteoporózy. Označovat osteopenii jako nemoc je chybné (Donát, 2005).

Při osteopenii dochází k malému úbytku kostní hmoty, ale ještě nedošlo k vyvinutí osteoporózy. Tento stav je ideální k preventivním zásahům (Jeníček, 2004).

V civilizovaných zemích se udává prevalence osteoporózy v číslech 7–10 %, v České Republice je přibližně tři čtvrtě milionu osob, vzhledem k tichému průběhu choroby jsou však tyto údaje nepřesné (Krátká, 2007).

2.2.1 Typy osteoporózy

Vyskočil (2009) uvádí členění osteoporózy užívané v současné klinické praxi. Dělí osteoporózu na generalizovanou a lokalizovanou, ty se poté dále dělí. Generalizovaná forma postihuje celý skelet, lokalizovaná forma postihuje určité ohraničené oblasti kosti.

I. Generalizovaná osteoporóza

a. primární

1. juvenilní idiopatická
2. postmenopauzální
3. senilní (involuční)

b. sekundární

1. endokrinní
2. gastrointestinální
3. nutriční
4. renální
5. genetická
6. iatrogenní a farmakogenní
7. imobilizační

II. Lokalizovaná

a. primární

b. sekundární

1. imobilizační

2. Sudeckův syndrom

3. u zánětlivých revmatických onemocnění

4. u hematologických onemocnění

5. u osteolytických kostních metastáz

U primární osteoporózy je zasažen osový skelet.

Juvenilní idiopatická osteoporóza je vzácné onemocnění prepubertálních dětí. Charakteristické pro ni jsou zlomeniny dlouhých kostí, bolesti v zádech a obtíže při chůzi.

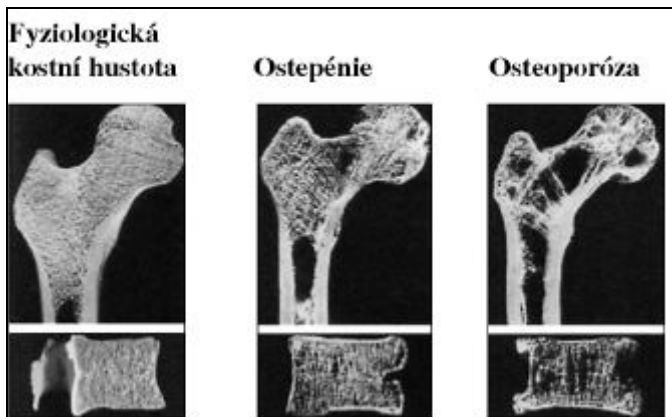
Při postmenopauzální osteoporóze dochází k frakturám těl obratlů a distálního radia. Zasažena je především trabekulární kost. Hlavní příčinou je menopauza. Postihuje většinou ženy ve věku mezi 50–70 roky.

U senilní osteoporózy se vyskytují zlomeniny v oblasti stehenní kosti. Hlavní příčinou je stárnutí. Postihuje osoby nad 70. rokem věku (Trnavský & Kolařík, 1997).

Sekundární osteoporóza vzniká v důsledku jiných onemocnění. Častěji se s ní setkáváme u mužů (Freiwald & Kruse, 2000).

Vyskočil (2009) uvádí, že existence primární lokalizované osteoporózy není ještě potvrzena.

2.2.2 Diagnóza



Obrázek 4. Osteoporotické změny proximálního femuru.

Zdroj: <http://www.hpb.cz/index.php?pId=07-2-3-04>

Dle Blahoše (1995) diagnostikujeme osteoporózu:

- klinicky
- zobrazovacími metodami
- biochemicky
- histomorfometricky

2.2.3 Klasifikační kritéria pro hodnocení osteoporózy

Základní údaj, který můžeme z kosti získat měřením, je kostní denzita BMD. Nízká kostní denzita je pouze jeden z řady rizikových faktorů vzniku osteoporózy (Broulík, 2007).

„Stanovení diagnózy a rozhodnutí o léčbě musí být založeno na komplexním klinickém a laboratorním vyšetření včetně určení hladin hormonů, event. na dalších specializovaných testech, nikoli pouze na hodnotě BMD“ (Vyskočil, 2009, 3).

Pro interpretaci výsledků BMD byla přijata definice studijní skupiny WHO (World Health Organization), která porovnává zjištěnou BMD s průměrnou hodnotou u mladší dospělé populace stejného pohlaví a etnické příslušnosti. Je stanoveno tzv. t-skóre.

T-skóre: vyjadřuje velikost standardních odchylek (dále jen SD) od tabulkové hodnoty BMD mladých zdravých jedinců stejného pohlaví.

Z-skóre: porovnává výsledek vyšetření s průměrnými hodnotami u osob stejného pohlaví i věku. Z-skóre se používá u dětí do 18 let, u premenopauzálních žen a osob nad 75 let.

1. **Normální BMD:** T-skóre v rozmezí hodnot nižších než +2,5 a vyšších než -1,0 SD.
2. **Osteopenie:** T-skóre v rozmezí -1,0 až -2,5 SD.
3. **Osteoporóza:** T-skóre nižší než -2,5 SD.
4. **Těžká osteoporóza:** T-skóre nižší než -2,5 SD a pacienti utrpěli frakturu ze zvýšené lomivosti.

Jako rizikový faktor mají zlomeniny v anamnéze naprosto zásadní význam pro hodnocení závažnosti stavu pacienta (Vyskočil, 2009).

2.2.4 Denzitometrie

Pro hodnocení skeletu, resp. rizika zlomenin jako hlavního důsledku osteoporózy je jedním ze zásadních nástrojů kostní denzitometrie. Ve vývoji denzitometrických metod se objevila řada metod, které využívají rentgenové (dále jen RTG) záření nebo ultrazvuk. V klinické praxi je nejvíce využívána metoda RTG dvojabSORPCIOVÁ denzitometrie osového skeletu. V řadě zemí se stala podkladem pro posouzení rizika fraktur a rozhodování o antiremodelační či osteostimulační terapii (Kasalický, 2010).

Při měření kostní denzity hodnotíme proximální femur, což zahrnuje hodnocení velkého trochanteru, krčku kosti stehenní a Wardova trojúhelníku. Denzitometrické údaje týkající se proximálního femuru a krčku stehenní kosti nejvíce vyjadřují riziko možné zlomeniny krčku kosti stehenní.

Měření denzity v oblasti páteře určuje obsah minerálu v páteři a tím také vyjadřuje riziko zlomeniny v této oblasti, ale nepřímě vypovídá o riziku zlomeniny v oblasti kosti stehenní (Broulík, 2008).

Dual energy X-ray absorptiometry (dále jen DXA) patří do diagnostických zobrazovacích metod. Pro stanovení BMD využívá energii emitovaného rentgenového paprsku ve dvou energetických hladinách. Pomocí této metody můžeme měřit libovolnou část těla nebo celotělový obsah minerálu. Výsledky BMD udávány v g/cm^2 (Vyskočil, 2009).

Vyšetření touto metodou je rychlejší, přesnější (1% chyba) a radiační zátěž je zanedbatelná. V roce 1987 vyrobila firma Hologic QDR první přístroj využívající DXA (Blahoš, 1995).

DXA přístroje jsou typu:

- a) pencil beam – tradiční, nejstarší
- b) fan beam – přístroje Hologic
- c) kombinovaný přístroj narrow fan beam – Lunar Prodigy (Obrázek 5)
- d) cone beam – Osteocore III

Pro hodnocení je hlavní relativní hodnota (vztah změřené hodnoty, průměru uvedené hodnoty pro daný věk a pohlaví a rozložení těchto hodnot v referenční populaci), u všech denzitometrů jsou odlišné absolutní hodnoty změřené a vypočítané BMD. Abychom zjistili, zda různé přístroje udávají stejné či prakticky stejné hodnoty měřených parametrů, užíváme proces cross-kalibrace, a to za pomoci různých kalibračních fantomů. Každý z DXA přístrojů má svůj kalibrační fantom, který je dodáváný s přístrojem, například Hologic má antropomorfometrický fantom – model páteře, Lunar má hliníkový hranol. V České Republice byl uskutečněn proces cross-kalibrace DXA přístrojů pomocí Hologic Spine Phantomu u přístrojů Lunar i Hologic a výsledky dokazují, že je možné užívat přístroje obou výrobců s jejich referenčními databázemi (Kasalický, 2010).



Obrázek 5. Přístroj Lunar Prodigy Primo™

Zdroj: <http://www.jakenmedical.com/GE-Lunar-Prodigy-Primo-Bone-Densitometer/>

2.2.5 Rizikové faktory osteoporózy

Broulík (2007) vymezuje rizikové faktory pro osteoporózu:

Nezávislé na kostní denzitě:

- věk
- předchozí zlomenina
- anamnéza zlomeniny v krčku stehenní kosti v rodině
- podávání glukokortikoidů
- kouření
- alkoholismus
- revmatoidní artritida
- hodnota body mass indexu (dále jen BMI) nižší než 19 kg/m^2
- pády

Závislé na kostní denzitě

- neléčený hypogonadismus
- malabsorpce
- endokrinní onemocnění
- chronické ledvinné onemocnění
- chronické jaterní onemocnění
- chronická obstrukční plicní nemoc
- nehybnost
- inhibitory aromatázy

2.2.6 Klinické projevy

Fraktury v oblasti proximálního femuru - patří podle statistik společně se zlomeninou distálního rádia (tzv. Collesova zlomenina) mezi nejčastější fraktury. Věkový průměr pacientů se pohybuje kolem 78 let, z toho tvoří ženy 73 % a muži 27 % všech pacientů. Jedná se tedy o zlomeniny staršího věku, což dokazuje i to, že pouze 11 % všech pacientů je mladších 60 let a na straně druhé 80 % pacientů je starší 70 let (Bartoníček, Džupa, Douša, Skála-Rosenbaum, & Pazdírek, 2003).

V letech 1998 až 2001 začal celkově stoupat počet případů hospitalizace s diagnózou zlomeniny proximálního femuru, výrazně vyšší nárůst byl zaznamenán u žen. Další nárůst počtu onemocnění byl zaznamenán v letech 2002 až 2005. Počet hospitalizovaných osob vzrostl do roku 2005 na téměř 14 000 pacientů, v tomto roce byl také zaznamenán mírně zvýšený počet úmrtí v nemocnicích v přepočtu na tyto osoby. Od roku 2006 mírně klesají počty hospitalizovaných osob. Statistika hospitalizací fraktur odráží pouze část skutečného počtu nemocných s osteoporózou, je dobrým ukazatelem závažnosti důsledků tohoto onemocnění a úspěšnosti prevence a léčby (Jeníček, Fait, & Žofka, 2010).

Zlomeniny proximálního femuru lze rozdělit na zlomeniny hlavice, zlomeniny krčku femuru a zlomeniny trochanterické.

Fraktury hlavice proximálního femuru se vyskytují vzácně a tvoří méně než 1 % zlomenin proximálního femuru.

45 % všech fraktur proximálního femuru **zlomeniny krčku**. Tyto zlomeniny lze dělit na intrakapsulární (subkapitální, mediální nebo mediocervikální). Takových zlomenin je většina. Dále na extrakapsulární (bazicervikální, laterální) představující necelá 3 % všech zlomenin proximálního femuru (Bartoníček et al., 2003).

Uvnitř krčku mezi svazkem křížících se trámců je dutina vyplněná žlutou kostní dřeví (tzv. Wardův trojúhelník). Jedná se o nejméně pevné místo krčku, kam se varujeme zakotvit jakýkoli fixační materiál (Hráský & Sosna, 2002).

Trochanterické zlomeniny (také zlomeniny trochanterického masivu/ segmentu) se vyskytují v 55 % případů. Dělíme je do dvou základních skupin: na zlomeniny pertrochanterické a intertrochanterické (Bartoníček et al., 2003).

Deformity a fraktury obratlů – se projevují akutní bolestí po předklonu, zdvihání břemene nebo kašli. Hrudní kyfóza se postupně prohlubuje a snižuje se tělesná výška (Trnavský & Kolařík, 1997).

Většina vertebrálních zlomenin je komplikací osteoporózy a zvyšuje pravděpodobnost následné zlomeniny obratlového těla (Broulík, 2008).

2.2.7 Prevence

Prevenčí je nutné se zabývat již v průběhu vývoje skeletu, tedy během kojeneckého a dětského období a především v období dospívání. Během těchto období totiž ukazují režimová opatření nejlepší účinek na množství a kvalitu kostní hmoty. Ženy by měly vědět o rizicích pro kosti ještě před blížící se menopauzou. Ženy, u kterých došlo k předčasnému přechodu, a ženy po chirurgickém odstranění vaječníků, by měly být pod lékařským dohledem a včas hormonálně léčeny (Jeníček, 2004).

- **Pohybová aktivita**

Podle Janíčka (2001) je cvičení důležitou součástí prevence a léčby osteoporózy. V důsledku fyzické aktivity jsou krystalky kostního minerálu deformovány a natahovány. V kosti vznikají proudy, které aktivují osteoblasty, aby více tvořily osteoid.

Stoppardová (1995) uvádí, že množství tělesného zatěžování při cvičení je přímo úměrné obsahu kostní hmoty. Pokud budeme fyzicky aktivní, můžeme si kosti zpevnit tak, aby dobře odolávaly nedostatku estrogenů po menopauze. Ideální by bylo začít cvičit nejméně od 35 let a po menopauze začít užívat odpovídající množství estrogenů. Tím by se zachovalo dostatečné množství kostní hmoty a gestageny pro povzbuzení kostní tvorby.

Větší množství tukové hmoty může ohrozit stabilitu, a tím zvýšit riziko pádu u těžších jedinců (Winters & Snow, 2000).

U pohybově aktivních žen byla zjištěna nižší hmotnost, nižší hodnota body mass indexu a také méně tělesného tuku než u žen s nedostatkem pohybu. Co se ukázalo jako znepokujující, je, že hodnota vody v těle byla lepší u žen s nedostatečnou pohybovou aktivitou (Ignasiak, Skrzek, & Dąbrowska, 2009).

Více volného času, fyzická aktivita, domácí práce a méně sedavé činnosti za den významně snižují riziko fraktury kyčelního kloubu. U velmi aktivních žen došlo ke statisticky významnému snížení rizika zlomeniny kyčelního kloubu o 36 % v porovnání s méně aktivními ženami. Souvislost se zlomeninami kyčelního kloubu nalézáme také u energetického výdeje, kde zvyšující se energetický výdej má podíl na snížení rizika fraktury kyčelního kloubu (Gregg, Cauley, Seeley, Ensrud & Bauer, 1998).

Je prokázáno, že pohybově aktivní ženy mají lepší výsledky v měření BMD v proximálním segmentu femuru (Ignasiak et al., 2009).

Nadváha i obezita mají svá riziková období, kdy mohou propuknout. Jedním z nich je i klimakterium. V době klimakteria, kdy dochází k estrogennímu deficitu, je snížení hmotnosti účinným nástrojem, jak předejít osteoporóze (Šrámková, 2009).

- **Dostatek kalcia**

Dostatek kalcia v potravě je základní prevencí osteoporózy, nejvíce přírodního kalcia je mléce a mléčných výrobcích (Donát, 2004).

Avšak asi 10% obyvatelstva trpí nesnášenlivostí mléka a mléčných výrobků. Bylo také zjištěno, že v České republice celkově klesá spotřeba mléka a mléčných výrobků. Důvody tohoto poklesu nejsou zcela jasné (Kocián & Patlejchová, 1998).

Kalcium můžeme získat i z jiných potravin např. celozrnný chléb, mák, ořechy a semena, ryby, libové maso, sušené fíky, švestky, meruňky, petržel, pažitka a paprika, tvrdá voda a minerální vody (Donát, 2004).

Dostatečný příjem vápníku je nezbytný pro metabolismus kostí a rovnováhu minerálního hospodářství bez ohledu na zdravotní stav a stáří pacienta. Doporučený denní příjem vápníku uvádíme v Tabulce 1 (Vyskočil, 2009).

Tabulka 1. Doporučený denní příjem vápníku (Vyskočil, 2009)

Novorozenci a děti	300 – 700 mg
Dospívající	1200 mg
Ženy ve věku od 19 let do menopauzy	1000 mg
Muži 19-65 let	1000 mg
Těhotné a kojící ženy	1500 – 2000 mg
Postmenopauzální ženy mladší než 65 let užívající HRT	1000 mg
Postmenopauzální ženy bez HRT	1500 mg
Ženy a muži ve věku 65 let a více	1500 mg

Vápník vylučujeme potem, močí a stolicí, pro zachování rovnováhy je nutné zvýšit příjem vápníku potravinami, užívat estrogény a vitamin D (Stoppardová, 1995).

- **Vitamin D**

Vitamin D se ke kalciumu přidává při prevenci osteoporózy u rizikových skupin (Donát, 2004).

Vitamin D se do lidského těla dostává jako prekurzor aktivních metabolitů, a to jako vitamin D₃ a D₂. K tvorbě aktivních metabolitů vitaminu D dochází až metabolizací v játrech a ledvinách (Broulík, 2007).

Vitamin D podporuje kostní tvorbu tím, že zlepšuje absorpci vápníku a fosfátu ve střevě, dále kokarboxylaci osteokalcinu v játrech a mineralizaci základní kostní hmoty. Je obsažen v rybím oleji, zelenině, fortifikovaném mléku, cereáliích a chlebu. Hlavním zdrojem tohoto vitaminu je do 65. roku věku slunění (Vyskočil, 2009).

- **Další vitaminy**

Další důležité vitaminy: vitamin C je důležitý pro vývoj kolagenu, stimulaci osteoblastů a zlepšení resorpce vápníku. Vitamin K působí téměř stejně jako vitamin D v metabolismu kostí, v současnosti se vitamin K uznává jako faktor přispívající k tvorbě nové kosti. Vitamin A ovlivňuje především vývoj osteoklastů (Vyskočil, 2009).

2.3 Pohybová aktivita

„Celá ontogeneze je spojena s pohybem, který se na ní aktivně podílí, utváří i usměrňuje vývoj tvaru a funkce organismu.... Adekvátní pohyb je předpokladem harmonického procesu růstu i vývoje, ale i optimální funkce organismu obecně. Vztah pohybu a ontogeneze je obousměrný – vzájemně se ovlivňují“ (Kučera, 1997, 11).

Na úvod této kapitoly několik definic pohybové aktivity:

WHO (2004) definuje pohybovou aktivitu (dále jen PA) jako tělesný pohyb produkovaný kosterním svalstvem vyžadující výdej energie. Zde je nutné rozlišovat pojmy pohybová aktivita a cvičení (pohyb). Pojem cvičení označuje druh volnočasové aktivity, která je plánovaná, strukturovaná, opakující se a cílevědomá v tom smyslu, že zlepšuje nebo zachovává jednu nebo více složek fyzické zdatnosti.

„Pohybová aktivita – komplex lidského chování, které zahrnuje všechny pohybové činnosti člověka. Je uskutečňována zapojením kosterního svalstva při současné spotřebě energie“ (Frömel, Novosad, & Svozil, 1999, 132).

Šimonek (2000) uvádí, že PA je cílevědomá činnost člověka, která je zaměřená na upevnění zdraví, rozvoj pohybových schopností, na efektivní realizaci svých předpokladů s přihlédnutím na osobní motivaci a sociální potřeby. Za PA považujeme každou pohybovou činnost, jež v zvyšuje požadavky na funkce organismu v dostatečné míře a vyžaduje

energetický výdej nad úroveň výdeje klidového. Do PA zařazujeme všechny pracovní činnosti, domácí práce, zájmové činnosti a řízené tělovýchovně-sportovní aktivity, a to buď individuální nebo kolektivní, bez nebo pod vedením tělovýchovného pedagoga.

PA zahrnuje veškeré pohybové činnosti zajišťované pomocí kosterních svalů, které vedou k podstatnému zvýšení klidového energetického výdeje. V rámci tohoto širokého pojetí je nutné zmínit volnočasové pohybové aktivity, které definujeme jako samostatně prováděnou činnost zvyšující celkový denní výdej energie. To, jakou činnost si zvolíme, záleží na našich osobních potřebách a zájmech. Motivací je zlepšení zdraví a kondice, pohybová činnost by měla být v souladu s tímto cílem (Bouchard, Blair, & Haskell, 2007).

Před padesáti tisíci lety trávil člověk, lovec a sběrač, několik hodin denně v pohybu, aby si zajistil dostatečný příjem energie. Tomu, aby člověk uhájil svoji biologickou existenci, odpovídaly složitě propojené neurohumorální regulace životně důležitých funkcí. Cílem těchto procesů byla mobilizace energie a její rychlý transport do orgánů, jež byly pro člověka limitující z hlediska biologické existence. Za padesát tisíc let došlo jen k malým změnám modifikujícím základní životní funkce. Avšak urbanizovaný člověk ve srovnání s člověkem lovcem a sběračem podléhá naprosto odlišným životním podmínkám (Stejskal, 2004).

PA je jedna ze základních potřeb člověka. Délku aktivního života příznivě ovlivňují úspěchy v oblasti farmakoterapie, zlepšující se ekonomické podmínky a moderní styl života. Zároveň jsme však svědky mnohých nepříznivých civilizačních důsledků. Výsledky výzkumů stále přesvědčivěji potvrzují, že vhodně zvolená PA má pozitivní vliv na zdravotní stav, zlepšení tělesné zdatnosti a pracovní výkonnosti. Inaktivní životní styl je celospolečenským problémem. Aktivní životní styl ve středním a starším věku je spojen s úrovní tělesné zdatnosti běžné populace. Avšak tato úroveň není v pořádku, v důsledku toho se do popředí zájmu dostávají nejčastěji se vyskytující onemocnění (například neurózy, ischemická choroba srdeční, metabolická onemocnění, degenerativní onemocnění, etc.), která způsobují práceneschopnost, invaliditu či dokonce úmrtnost (Urvayová, 2000).

Frömel, Bauman et al. (2006) poukazují na žádoucí sjednocování hlavních ukazatelů PA a pohybové inaktivity, mezi něž patří intenzivní PA (vigorous physical activity), mírně zatěžující PA (light physical activity), chůze a sezení.

2.3.1 Doporučení k pohybové aktivitě

Existuje stále více důkazů, že 10 000 kroků denně je množství fyzické aktivity, které je spojeno s ukazateli dobrého zdraví. Jednotlivci, kteří dodržují doporučení tohoto množství PA, mají méně tělesného tuku a nižší krevní tlak než jejich méně aktivní kolegové. Na základě dostupných důkazů dle výzkumů (Tudor-Locke & Bassett, 2004) navrhuje používat indexy pro hodnocení PA zdravých dospělých podle počtu ujitých kroků:

- méně jak 5000 kroků denně je považováno za sedavý styl života
- 5 000–7 499 kroků denně málo aktivní
- 7 500–9 999 kroků denně nedostatečně aktivní
- nad 10 000 kroků denně aktivní
- nad 12 500 kroků denně vysoce aktivní

Je doporučeno provádět chůzi alespoň pětkrát týdně 30 minut. Plnění tohoto doporučení se jeví v porovnání s plněním doporučení vztahujícím se k středně zatěžující PA jako účinnější prostředek pro snížení rizika nadváhy a obezity (Pelclová et al., 2009).

10 000 kroků denně je cíl pro udržení žádoucí úrovně tělesné aktivity a zdraví. Nicméně, tento cíl není dosažitelný při běžné denní činnosti. Pro mnohé je denní deficit přibližně 4000 kroků (rozmezí se pohybuje od 3000 do 6000). Lidé si mohou zvolit sport, jaký chtějí dělat, ale měli by si uvědomit, že při domácích pracích a běžných denních činnostech (vybírání schodů, stěhování nábytku, odhazování sněhu, drhnutí podlahy, utírání prachu, etc.) mohou také spalovat kalorie a zvýšit tak počet kroků za den (Choi, B., Pak, Choi, J., & Choi, E., 2007).

Pelclová et al. uvádí, že plnění doporučení 10 000 kroků se ukazuje jako významný prostředek snižování rizika abdominální obezity.

Dospělým jedincům a seniorům je doporučeno pro udržení zdraví provádět nebo kombinovat níže zmíněné PA:

- středně zatěžující PA alespoň 150 minut týdně
- intenzivní PA alespoň 75 minut týdně

Pro zvýšení zdravotních efektů je doporučeno provádět nebo kombinovat PA obou intenzit:

- středně zatěžující PA alespoň 300 minut týdně
- intenzivní PA alespoň 150 minut týdně

Vzhledem k tomu, že s rostoucím věkem dochází mužů i žen k poklesu počtu dnů v týdnu, během nichž provozují intenzivní PA, doporučují Frömel et al. (2006) rozšířit možnosti zapojení starších obyvatel do pravidelné PA.

2.3.2 Principy F. I. T. T.

Podle Frömela et. al. (1999) velikost PA charakterizují základní ukazatelé: frekvence, intenzita, doba, druh.

Podle Novotné, Čechovské a Bunce (2006):

F requency	→	Frekvence
I ntensity	→	Intenzita
T ime	→	Doba trvání
T ype	→	Druh PA

Opomineme-li druh PA, tak součinem frekvence, intenzity a trvání dostaneme energetický výdej (Stejskal, 2004).

Frekvence určuje, jak často provádět zatěžování. To, jakou jednotku zátěže si zvolíme, souvisí s vlastními cíli kondičního programu. Za vhodný a důležitý považujeme pravidelný trénink (Čechovská, Novotná, & Milerová, 2003).

Intenzita uvádí, jakou úroveň zatížení během cvičení zvolit vzhledem k očekávanému cíli. Intenzitě se věnujeme v samostatné kapitole.

Doba trvání stanovuje délku trvání jedné cvičební jednotky, která souvisí s frekvencí cvičebních jednotek a intenzitou činnosti. Pro typickou aerobní zátěž je charakteristické trvání 20 až 30 minut (Čechovská et al., 2003).

Při tvorbě pohybového tréninku zaměřeného na ovlivňování aerobní zdatnosti jsou pro nás nejdůležitější frekvence, intenzita a doba trvání, které jsou ve vzájemném vztahu (Novotná et al., 2006).

2.3.3 Intenzita zatížení

Jakákoliv PA (tedy i PA velmi nízké aktivity) vyvolá reakci organismu. Při zátěži stoupá srdeční frekvence (dále jen SF), zrychluje se dýchání, více se potíme, mění se některé

parametry vnitřního prostředí. Většina těchto změn je vratná, a to během několika minut či desítek minut. Pokud je intenzita zatížení nedostatečná a doba působení je krátká, pak nedochází k potřebnému ovlivnění zdatnosti (Novotná et al., 2006).

Ukazuje se, že významný vliv má PA na zdraví kostí. PA poměrně vysoké intenzity a pravidelné cvičení přispívají ke zvyšování kostního minerálu u dětí a dospívajících. V dospělosti je pak primárním cílem PA udržení kostní hmoty. Bylo dokázáno, že množství kostního minerálu se zvyšuje v reakci na poměrně vysokou intenzitu zatížení při vytrvalostním cvičení. Studie naznačují, že souvislost věku s poklesem BMD je zmírněna a relativní riziko zlomenin je sníženo u lidí, kteří jsou fyzicky aktivní, i když činnost není nijak zvlášť intenzivní (Kohrt, Bloomfield, Little, Nelson & Yingling, 2004).

Při vysoké intenzitě zatížení hrozí riziko zranění nebo jiného zdravotního poškození. Toto riziko navíc s věkem člověka a s dobou, po kterou byl fyzicky inaktivní, stoupá. Na straně druhé nízká intenzita zatížení způsobuje, že se snižuje efektivita cvičení a z hlediska pozitivního ovlivňování zdravotního stavu se postupně ztrácí smysl cvičení (Stejskal, 2004).

Podle Novotné et al. (2006) můžeme intenzitu zatížení charakterizovat pomocí těchto ukazatelů doplněných podle Stejskala (2004):

- rychlost pohybu
- počtem provedení cviků v daném čase
- SF
- jednotky klidového metabolismu
- subjektivní vnímání vynaloženého úsilí

Se zvyšující se intenzitou zatížení vzrůstá i SF. Vyjádření intenzity zatížení pomocí SF je založeno na vztahu mezi spotřebou kyslíku a SF (Stejskal, 2004).

Pro srovnání jednotlivých intenzit zatížení užíváme hodnotu procenta maximální srdeční frekvence ($\% SF_{\max}$), (Novotná et al., 2006).

SF_{\max} je nejvyšší tepová frekvence, které můžeme dosáhnout při tělesné práci bez významných kardiovaskulárních abnormalit. Maximální SF nejlépe zjistíme při stupňovaném zátěžovém testu na bicyklovém ergometru nebo na běhátku v laboratoři (Stejskal, 2004).

Lze ji také odhadnout pomocí vzorce: $SF_{\max} = 220 - \text{věk}$ vyjádřený v rocích. SF_{\max} je pro každou PA nebo skupinu podobných pohybových aktivit jiná (Novotná et al., 2006).

Havlíčková et al. (2008) uvádí, že maximální SF není ukazatelem trénovanosti.

Celkový objem pohybového zatížení je další proměnou, která ovlivňuje dopad použitého pohybového programu na organismus. Objem pohybového zatížení v sobě zahrnuje jak intenzitu zatížení, tak i dobu trvání. Lze jej vyjádřit např. přepočítanými hodinami nebo pomocí energetické náročnosti použitých PA. Každou PA lze popsat množstvím energie, jež potřebujeme pro tuto činnost. Energie je udávána v jednotkách kcal (kilokalorie) nebo kJ (kilojoule). Platí, že čím vyšší je tělesná hmotnost, tím vyšší je energie při přenosu tělesné hmotnosti, proto je vhodnější vyjadřovat náročnost pohybových činností pomocí množství energie vztažené na kilogram (kg) hmotnosti (Novotná et al., 2006).

Intenzitu zatížení můžeme vyjádřit v jednotkách klidového metabolismu (MET). 1 MET je množství kyslíku vztahující se na jeden kilogram hmotnosti, které spotřebuje lidské tělo v klidu za jednu minutu. Tuto energetickou jednotku klidového metabolismu užíváme k ohodnocení jakékoliv tělesné aktivity jako násobku klidové hodnoty metabolismu (Stejskal, 2004).

Tabulka 2. Hodnoty různých činností člověka vyjádřených v MET (Stejskal, 2004)

Činnost	MET
Zametání, vaření, mytí nádobí	2,9
Golf	3,1
Zdravotní sestra	3,4
Čištění oken, leštění podlahy, nákupy	3,7
Chůze rychlostí 5 km/hod po rovině	4,1
Klepání koberce, leštění nábytku	4,5
Rytí, okopávání	5,0
Tenis rekreační čtyřhra	5,5
Aerobik	5,6
Kopáč	6,2
Lyžařská turistika	6,5
Štípání dřeva	6,7
Chůze rychlostí 8 km/hod do kopce	8,0
Jízda na horském kole po rovině 21 km/hod	8,2
Tenis rekreační dvouhra	8,6

2.3.4 Sedavý životní styl

V průběhu života se mění životní styl jak u jedince, tak u různých sociálních skupin. Životní styl ovlivňuje tělesné, mentální i sociální chování a jednání, formuje vývoj osobnosti, kompetence jedince, jeho výkonnost a identitu. Je podmíněný vnitřními a vnějšími podmínkami. Mezi vnitřní podmínky řadíme například věk, pohlaví, zdraví; vnější činitele reflektují kulturní tradice, sociální, ekonomickou a politickou situaci ve společnosti (Bunc & Štílec, 2007).

Do životního stylu významně zasáhla moderní technika, která zřetelně omezila manuální a fyzickou práci. Byl tak vytvořen prostor pro skupinu zaměstnanců, jež u své práce celodenně sedí. Sedavý způsob života zasahuje do našeho života i po zaměstnání, kdy by měla být tato jednostranná zátěž kompenzována PA. Sedavý způsob při činnostech je bohužel charakteristický i pro mládež (Kukačka, 2009).

Stejskal (2004) definuje sedavý životní styl jako nedostatek tělesného pohybu v zaměstnání i ve volném čase. Lidé manuálně pracující se v zaměstnání pohybují méně než před několika desítkami let. Ze zaměstnání se tato redukovaná PA přenesla i do volného času, kdy psychické napětí s nedostatkem pohybu v zaměstnání způsobuje to, že lidé jsou unavení a jejich aktivita se snižuje natolik, že více konzumuje, než vydává. V praxi to pak vypadá tak, že lidé více vysedávají u televize nebo u počítače, méně čtou nebo cvičí. Určitá část lidí řeší psychický stres zvýšeným příjmem jídla, a tak vzniká a dále se prohlubuje energetická nerovnováha, dochází k poruchám tělesného i duševního zdraví, u disponovaných jedinců dochází ke vzniku neinfekčních onemocnění.

Do primárního nebo sekundárního vztahu ke špatnému životnímu stylu se dostávají i maligní nádorová onemocnění, onemocnění dýchacího systému, osteoporóza, onemocnění páteře, etc. Vlivem sedavého životního stylu se pohybový systém stává méně výkonným a odolným, snadněji dochází k jeho poškození.

Prevalence nedostatečné PA se pohybuje v rozmezí od 9 do 43 %. Výskyt nedostatečné PA se u mužů pohyboval v rozmezí 7 až 41 % a u žen v rozmezí 6 až 49 %. Rozdíly mezi pohlavími byly zaznamenány zejména u mladších dospělých. Ve většině zemí jsou muži více aktivní než ženy. Intenzivní PA nejvíce převládala na Novém Zélandu, v České republice, v USA, Kanadě a Austrálii, zatímco v Belgii, Brazílii a Japonsku byla v této kategorii méně jak třetina populace. Jak již bylo výše zmíněno, ve většině zemí byli aktivnější muži, pouze v Argentině, Portugalsku a Saúdské Arábii byly ženy mnohem aktivnější než muži. Dále bylo

zjištěno, že více než polovina mužů ve 12 zemích a polovina žen ve 14 zemích nedosáhla prahu intenzivní PA (Bauman et al., 2009).

3 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Hlavním cílem této bakalářské práce je vyšetření kostní denzity a analýza pohybové aktivity u postmenopauzálních žen.

3.1 Dílčí cíle

1. U sledované skupiny postmenopauzálních žen určit absolutní (BMC) a relativní (BMD) zastoupení kostních minerálů v jednotlivých tělesných segmentech.
2. Posoudit rozdíly v zastoupení kostních minerálů mezi levou a pravou částí těla u skupiny postmenopauzálních žen.
3. U sledované skupiny postmenopauzálních žen určit absolutní (BMC) a relativní (BMD) zastoupení kostních minerálů v jednotlivých částech proximálního femuru.
4. Posoudit rozdíly ve výskytu osteopenie a osteoporózy na základě celotělových hodnot T-skóre a hodnot vztahující se k oblasti proximálního femuru.
5. U sledované skupiny žen posoudit ukazatele pohybové aktivity vzhledující se k objemu a intenzitě pohybové aktivity a následně zhodnotit plnění jednotlivých doporučení.

3.2 Výzkumné otázky

Jaká část proximálního femuru se vyznačuje nejnižší hustotou kostní tkáně u sledovaného souboru postmenopauzálních žen?

Jaký je výskyt osteopenie a osteoporózy u sledovaného souboru postmenopauzálních žen?

Jaká intenzita zatížení byla u sledovaného souboru preferována?

4 METODIKA

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor bakalářské práce tvořily postmenopauzální ženy ve věku v rozmezí 50–75 let, které navštěvovaly Univerzitu třetího věku Fakulty tělesné kultury a Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Samotnému měření předcházela stručná přednáška zaměřená na osteoporózu. Velikost výzkumného souboru byla 60 postmenopauzálních žen (Tabulka 4). Doba od menopauzy se pohybovala v průměru okolo 13,3 let. Tělesná výška žen byla v průměru $160,47 \pm 6,09$ cm, tělesná hmotnost se pohybovala v průměru okolo $70,17 \pm 12,43$ kg

Tabulka 3. Charakteristika výzkumného souboru

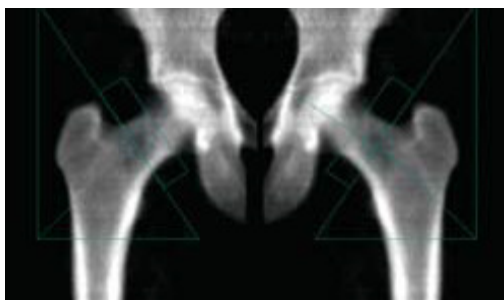
	x	s	max.	min.
Věk (roky)	63,22	5,02	75,00	50,00
YSM (roky)	13,20	1,21	19,00	10,00
Tělesná výška (cm)	160,47	6,09	179,00	148,20
Tělesná hmotnost (kg)	70,17	12,43	98,30	44,70

Vysvětlivky: YSM – years since menopause (doba od menopauzy)

4.2 Měření kostní denzity

Přístroj DXA Lunar Prodigy Primo je moderní diagnostický přístroj, který přesně měří kostní hustotu. Tento denzitometr umožňuje stanovení BMD v oblasti bederní páteře, proximálního konce femuru včetně krčku, předloktí či celého těla. Dále je pomocí něj možné stanovit podíl tělesných tkání – tukové, kostní a ostatních tkání (<http://www.feminaplus.cz>).

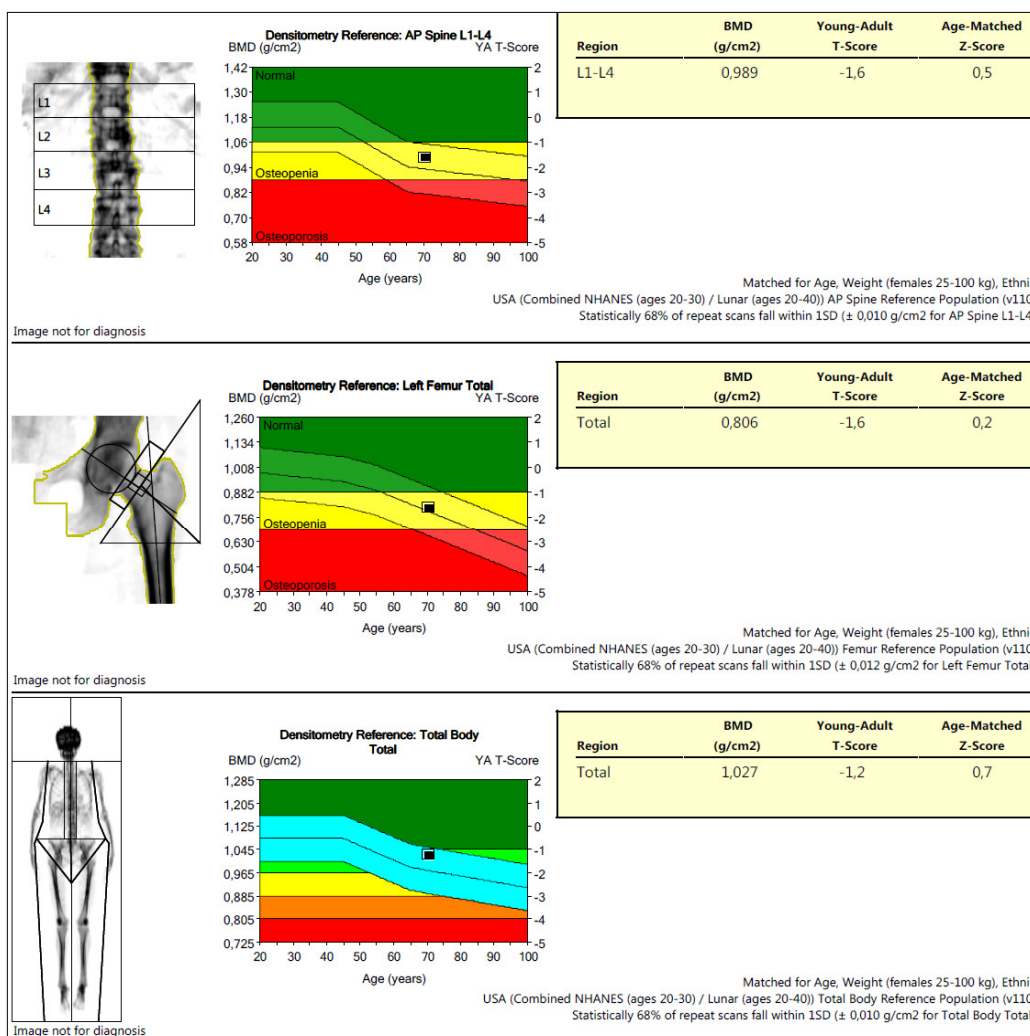
Přístroj je vybaven funkcí DualFemur, jež umožňuje automaticky měřit pravý i levý femur (viz obrázek 6).



Obrázek 6. Ukázka snímku pomocí funkce *DualFemur*.

Zdroj: <http://www.jakenmedical.com/pdfs/gelunar-prodigyprimo.pdf>

Funkce OneVision podává jednu celkovou zprávu, která kombinuje kompletní hodnocení rizik. Další funkce OneScan automaticky kombinuje předozadní (anteroposterior, dále jen AP) snímek páteře a dvojité skenování femuru do jednoho celkového snímku, viz obrázek 7 (<http://www.jakenmedical.com>).



Obrázek 7. Ukázka funkce *OneVision* a *OneScan*.

Zdroj: <http://www.jakenmedical.com/pdfs/gelunar-prodigyprimo.pdf>

Při měření využívá přístroj minimální dávky radiace (0,02–1,50 mrem) která je mnohonásobně nižší než při klasickém rentgenovém vyšetření (25–270 mrem), (Heymsfield, Lohman, Wang, & Going, 2005). O velikosti tohoto záření byly ženy předem informovány. Přístroj byl denně kalibrován.

Přístrojem DXA Lunar Prodigy Primo byla měřena kostní denzita proximální části femuru (krček, Wardův trojúhelník, trochanter) a celotělová kostní denzita (BMD). Pacientky si odložily oblečení a věci, které by mohly výsledný snímek zkreslit (například hodinky, řetízky). Pacientky oblečené pouze do spodního prádla se položily na speciální lůžko, nad kterým jezdilo posuvné rameno denzitometru. Vyšetřující laborantka předem poučila pacientky o poloze, kterou měly na lůžku zaujmout (viz obrázek 8).



Obrázek 8. Poloha při denzitometrickém vyšetření

Zdroj: <http://www.feminaplus.cz/osteoporoza-lunar-prodigy-pro>

Výsledky měření jsou ukládány na hard-disk v počítači a jsou kdykoliv k dispozici, můžeme je kontrolovat či vytisknout.

Ve výsledcích měření jsme sledovali absolutní hodnoty BMC (obsah kostního minerálu uváděný v g), relativní hodnoty BMD (kostní denzita v g/cm^2), Z-skóre a T-skóre. Srovnáváme-li naměřenou hodnotu s průměrnou hodnotou mladých zdravých jedinců

stejného pohlaví, pak mluvíme o T-skóre. Pakliže porovnáваме výsledek s průměrnými hodnotami u osob stejného pohlaví i věku, jedná se o Z-skóre.

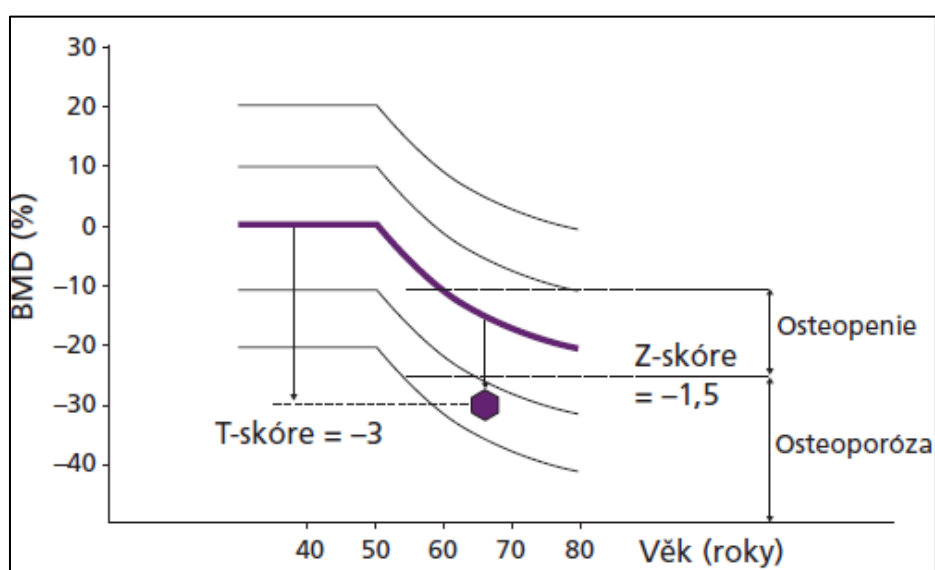
Ke klasifikaci osteoporózy byla použita kritéria dle studijní skupiny WHO (1994), pomocí T-skóre byly porovnány naměřené hodnoty kostní denzity:

Normální BMD: T-skóre v rozmezí hodnot nižších než +2,5 a vyšších než -1,0 SD.

Osteopenie: T-skóre v rozmezí -1,0 až -2,5 SD.

Osteoporóza: T-skóre nižší než -2,5 SD.

Těžká osteoporóza: T-skóre nižší než -2,5 SD a pacienti utrpěli frakturu ze zvýšené lomivosti.



Obrázek 9. Vyjadřování kostní hmoty na základě osteodenzitometrického vyšetření

Zdroj: Štěpán, 2005

4.3 Měření pohybové aktivity

Intenzitu a objem pohybové aktivity jsme zaznamenali pomocí akcelerometru ActiGraph GT1M (viz obrázek 10). ActiGraph GT1M je uniaxiální akcelerometr, který má 1MB přenosnou paměť. Data byla zpracována v programu ActiLife Lifestyle Monitor Software (ActiGraph, LLC, Inc., Fort Walton Bratch, Florida, USA).

Tento přístroj ženy nosily po dobu osmi dnů. Ženy si přístroj nasadily bezprostředně po probuzení, přístroj nosily celý den, odkládaly ho pouze tehdy, pokud vykonávaly činnosti

ve vodním prostředí nebo šly spát. Přístroj nosily na pravém boku nad kyčelním kloubem (nesprávné nošení přístroje, znamená zkreslení záznamu). Ženám byly poskytnuty informace a instrukce o tom, jak a kdy přístroj nosit.

U našeho souboru jsme sledovali tato pásma intenzity zatížení: intenzivní (náročná) pohybová aktivita (vigorous physical activity; > 6 METs), středně náročná pohybová aktivita (moderate physical activity; 3–6 METs) a lehká pohybová aktivita (light physical activity; 1–3 METs), počet kroků chůze a nulovou pohybovou aktivitu.



Obrázek 10. Akcelerometr ActiGraph GT1M

Zdroj: http://www.sleepreviewmag.com/issues/articles/2006-12_02.asp

4.4 Zpracování dat

Získaná data byla převedena ze softwaru přístroje Lunar Prodigy Primo (enCORE) a z přístroje ActiGraph GT1M (ActiLife Lifestyle Monitor Software) do MS Excel. Pro každou sledovanou proměnnou byl vypočten aritmetický průměr a směrodatná odchylka. U každé proměnné byla dále definována minimální a maximální hodnota.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Jak již bylo uvedeno výše v metodice, výzkumu se zúčastnilo 60 postmenopauzálních žen ve věku 50–75 let, které podstoupily vyšetření na přístroji DXA a následně jim byl předán akcelerometr ActiGraph GT1M.

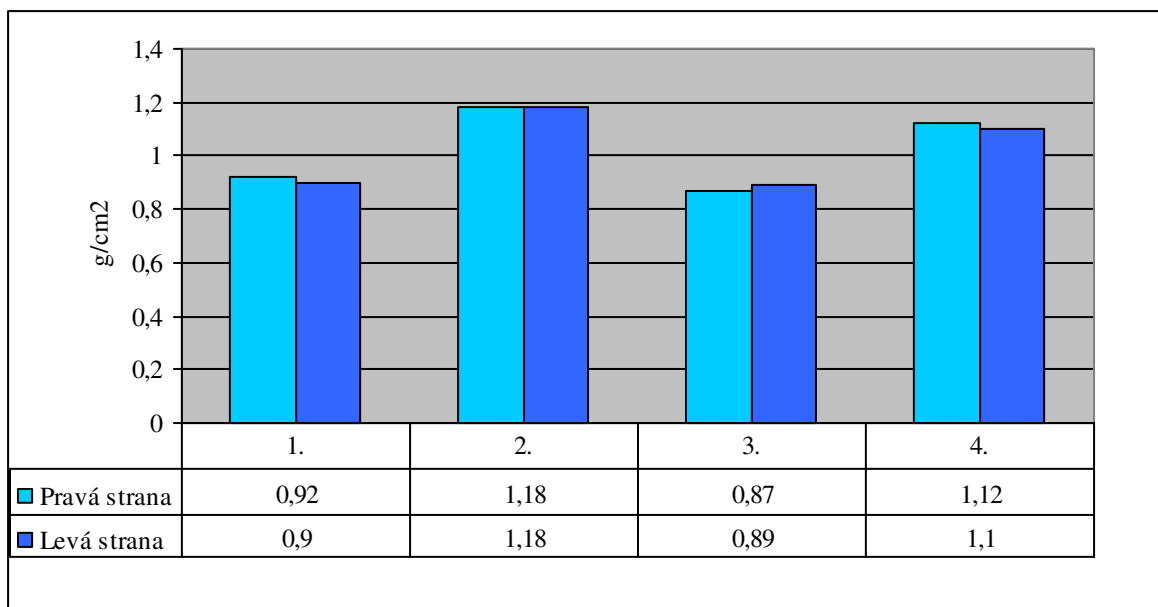
5.1 Hodnocení výsledků měření přístrojem DXA

Pomocí přístroje DXA můžeme měřit kostní denzitu (BMD) jednotlivých segmentů těla i těla jako celku. V Tabulce 4 sledujeme hodnotu BMD a obsahu kostního minerálu (BMC) v jednotlivých segmentech celého těla. Nejmenší BMD jsme naměřili v žebrech ($0,62 \text{ g/cm}^2$), v důsledku toho dochází k četnějším frakturám žeber, jak uvádí Repko & Neubauer (2010). Naopak nejvyšší hodnotu BMD jsme zjistili u lebky ($2,02 \text{ g/cm}^2$). Průměrná hodnota celkového T-skóre byla $-0,17$ a nalézá se v normě.

Tabulka 4. Kostní denzita a obsah kostního minerálu jednotlivých segmentů a celého těla

	BMD				BMC			
	(g/cm^2)				(g)			
	x	s	max.	min.	x	s	max.	min.
Lebka	2,02	0,30	2,60	1,31	433,08	70,32	571	266
Paže	0,91	0,10	1,16	0,72	285,48	43,20	368	199
Dolní končetiny	1,18	0,10	1,38	0,97	920,11	141,69	1160	583
Trup	0,88	0,07	1,02	0,72	699,21	154,14	1233	394
Žebra	0,62	0,05	0,76	0,52	186,16	61,15	479	99
Pánev	1,07	0,09	1,25	0,85	281,23	62,87	443	154
Páteř	0,99	0,11	1,21	0,75	231,89	42,35	324	138
Celek	1,11	0,09	1,27	0,92	2 337,84	360,87	3245	1533

Vysvětlivky: BMD – bone mineral density, BMC – bone mineral content.



Graf 1: Porovnání BMD pravé a levé části těla

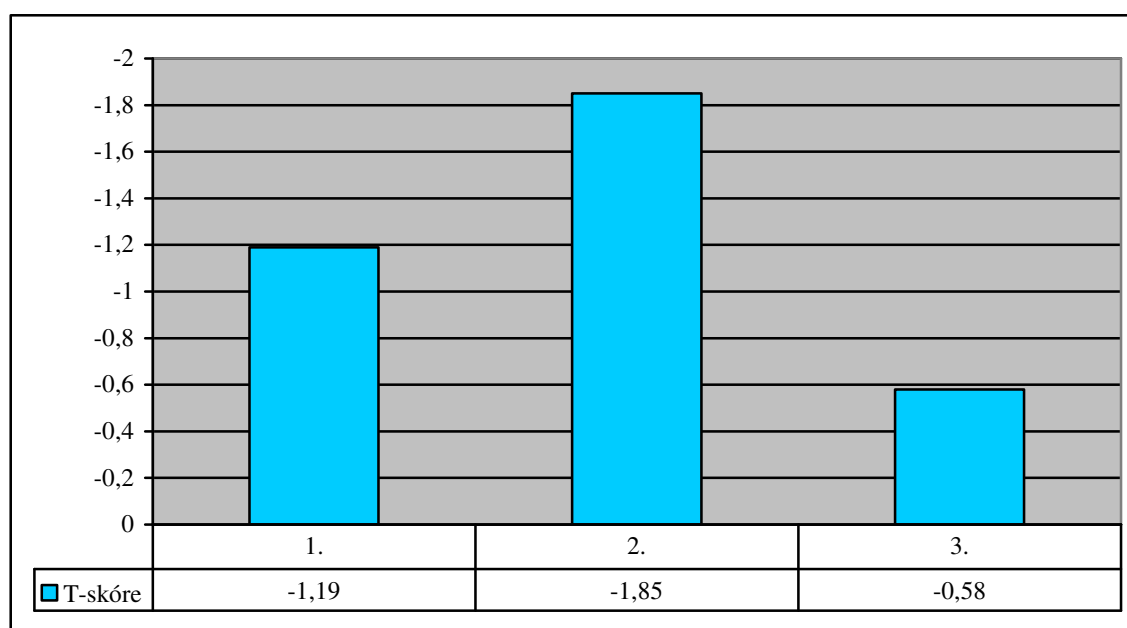
Vysvětlivky: 1. horní končetina, 2. dolní končetina, 3. trup, 4. polovina těla.

V Grafu 1 porovnáme pravou a levou část jednotlivých segmentů těla, zjistili jsme, že rozdíly mezi jednotlivými segmenty na pravé či levé straně jsou minimální nebo se téměř nevyskytují.

V Tabulce 5 jsme se zaměřili na BMD a BMC v jednotlivých segmentech proximálního femuru. Zde jsme zjistili, že nejnižší kostní denzitu má Wardův trojúhelník ($0,67 \text{ g/cm}^2$) a je tedy nejméně stabilní z celého proximálního femuru. K podobnému závěru došel také ve své práci Hárský a Sosna (2002). Průměrná hodnota celkového T-skóre proximálního femuru byla $-0,54$, což opět považujeme za normu.

Tabulka 5. Kostní denzita a obsah kostního minerálu v proximálním femuru

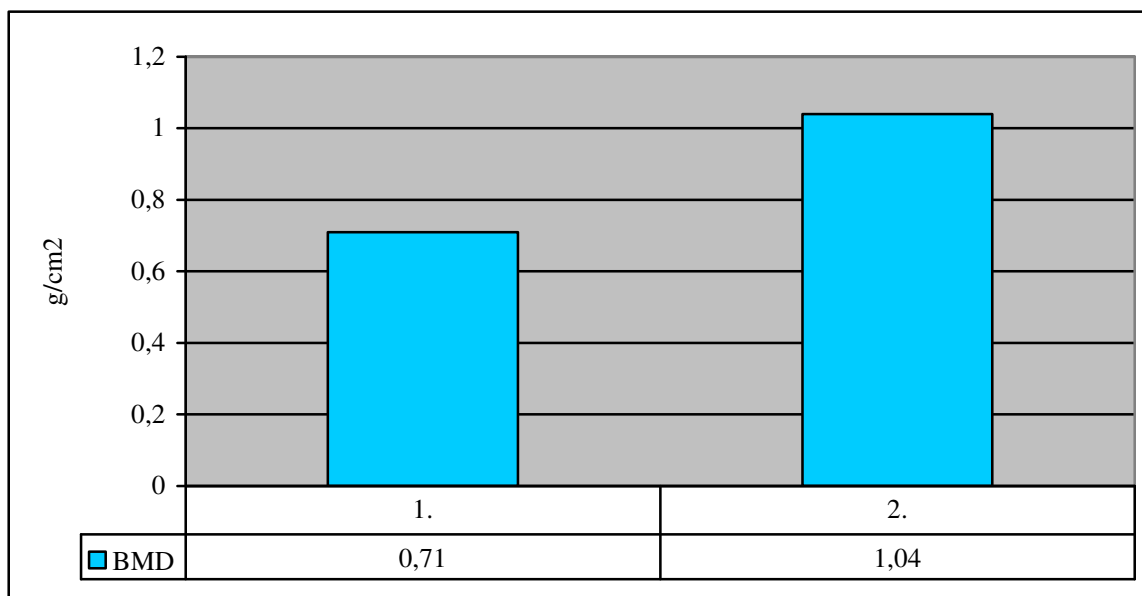
	BMD (g/cm ²)				BMC (g)			
	x	s	max.	min.	x	s	max.	min.
Krček	0,88	0,10	1,06	0,66	4,27	0,58	5,75	3,1
Horní část krčku	0,71	0,10	0,10	0,50	1,69	0,25	2,24	1,22
Spodní část krčku	1,04	0,12	1,34	0,78	2,58	0,36	3,62	1,83
Wardův trojúhelník	0,67	0,10	0,94	0,49	1,79	0,41	3,47	1,07
Trochanter	0,79	0,10	1,02	0,58	10,91	2,30	15,79	5,97
Tělo femuru	1,12	0,14	1,37	0,80	15,75	1,87	19,63	11,57
Celek	0,94	0,11	1,17	0,70	30,93	4,38	40,63	20,8

**Graf 2:** Hodnoty T-skóre jednotlivých segmentů proximálního femuru

Vysvětlivky: 1. krček, 2. Wardův trojúhelník, 3. trochanter.

V Grafu 2 uvádíme hodnoty T-skóre naměřené v jednotlivých segmentech proximálního femuru. Nejvyšší zápornou hodnotu -1,85 jsme naměřili v oblasti Wardova trojúhelníku a považujeme ji za osteopenii.

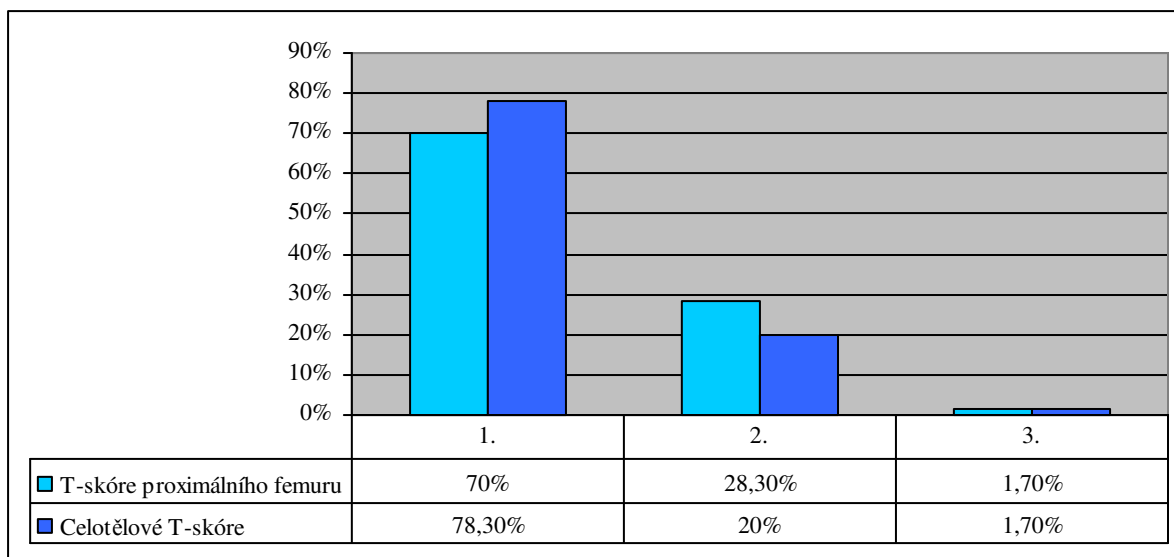
Ignasiak et al. (2009) došli ve své práci, kde zkoumali populačně podobné vzorky, k obdobným výsledkům, u skupiny, která vykonávala náročnou pohybovou aktivitu naměřili hodnotu T-skóre Wardova trojúhelníku $-1,55$ a u skupiny s lehkou pohybovou aktivitou $-1,76$.



Graf 3: Porovnání hodnot BMD horní a spodní části krčku proximálního femuru

Vysvětlivky: 1. horní část krčku, 2. spodní část krčku.

Graf 3 pojednává o rozdílných hodnotách v oblasti krčku proximálního femuru. Hodnota horní části krčku je podstatně nižší ($0,71 \text{ g/cm}^2$) než hodnota spodní části krčku ($1,04 \text{ g/cm}^2$). T-skóre u horní části krčku bylo $-0,97$, tato hodnota se blíží osteopenii.



Graf 4: Rozdíly ve výskytu osteopenie a osteoporózy stanovené na základě celotělového T-skóre a T-skóre proximálního femuru

Vysvětlivky: 1. norma, 2. osteopenie, 3. osteoporóza

Z Grafu 4 vyplývá, že 70 % žen v rámci T-skóre proximálního femuru bylo v normě, u celotělového T-skóre tato hodnota dosáhla 78,30 %. U osteopenie je hodnota celotělového T-skóre o 8,3 % vyšší než hodnota T-skóre proximálního femuru. Shodu jsme našli u osteoporózy, kde se hodnota pohybovala okolo 1,7 %. Doležal (2009) uvádí, že 5–10 % žen v menopauze má osteoporózu a 40 % žen osteopenii. Výsledky naší práce považujeme za pozitivní v porovnání s výsledky Doležala (2009).

5.2 Hodnocení výsledků pohybové aktivity

Pomocí akcelerometru ActiGraph GT1M jsme zjistili průměrnou pohybovou aktivitu a inaktivitu, dále různé intenzity plnění pohybové aktivity. Hodnota průměrné pohybové aktivity byla 9,28 hodin za den a hodnota pohybové inaktivity se pohybovala v průměru okolo 4,78 hodin za den (Tabulka 6).

Tabulka 6. Průměrná pohybová aktivita/ inaktivita

	x	s	max.	min.
Průměrná pohybová aktivita (hod/den)	9,28	1,69	12,59	4,7
Průměrná pohybová inaktivita (hod/den)	4,78	1,69	10,62	1,62

V průměru vykonávaly ženy 10 285 kroků denně, jak uvádí Tabulka 7. V průměru tedy překonaly hranici 10 000 kroků za den, tato hranice je považována za univerzální hranici pro všechny věkové kategorie. Plnění tohoto doporučení má pozitivní vliv na lidský organismus. Ukazuje se, že plnění tohoto doporučení má vliv, jak na lidský organismus, tak i na kostní tkáň. Boyer a kol. (2011) ve své studii uvádí, že pro udržení T-skóre -1,0 je potřeba vykonat 4 892 kroků za den, a to u žen s průměrnou tělesnou váhou. Naproti tomu podotýká, že množství 10 000 kroků za den může být pro ženy s nízkou tělesnou váhou nedostačující.

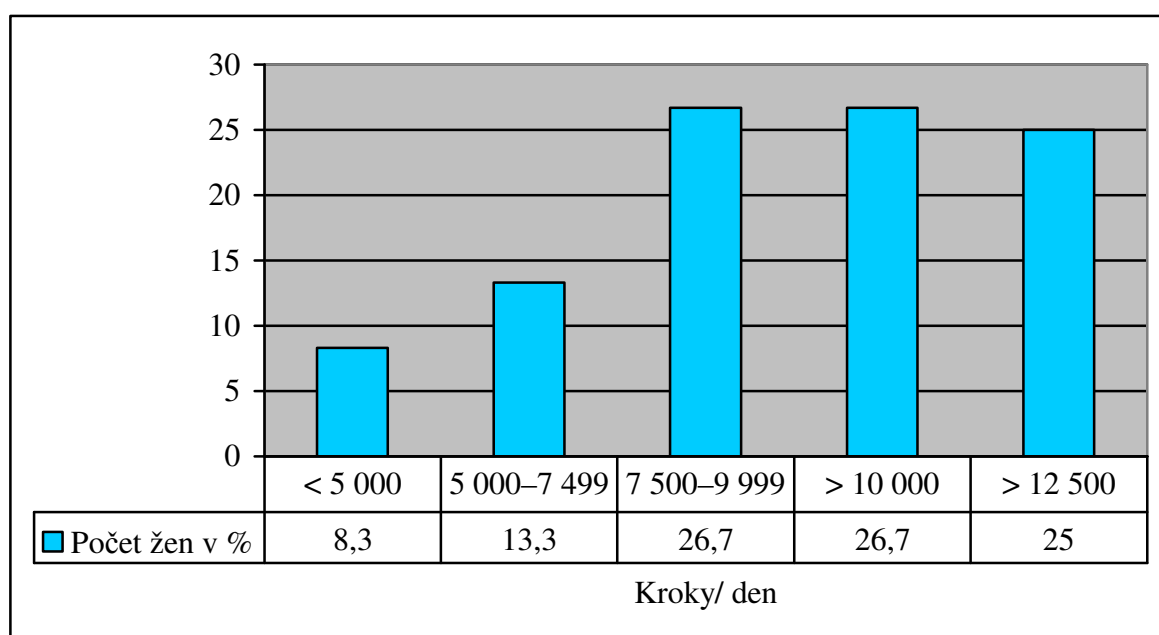
Tabulka 7. Průměrná intenzita pohybové aktivity a počet kroků za den

	x	s	max.	min.
1–3 METs (min/týden)	78,21	37,53	163,29	15
3–6 METs (min/týden)	34,30	21,04	84,29	0,14
> 6 METs (min/týden)	9,05	28,28	195,02	0
Kroky/den	10 285,48	3 678,04	19 960,14	3 536,71

Tabulka 8 dokumentuje, kolik probandek plnilo daný počet kroků a také jejich procentuální vyjádření. Lze tedy konstatovat, že 51,7 % žen z daného souboru dodržuje doporučení 10 000 kroků denně, z čehož 26,7 % žen plnilo více jak 12 500 kroků za den. Překročení této hranice považujeme dle Tudor-Locke a Bassett (2004) za vysoce pohybově aktivní populaci žen. Dodržování doporučení 10 000 kroků denně je považováno za cíl pro udržení žádoucí úrovně tělesné aktivity a zdraví (Choi et al., 2007).

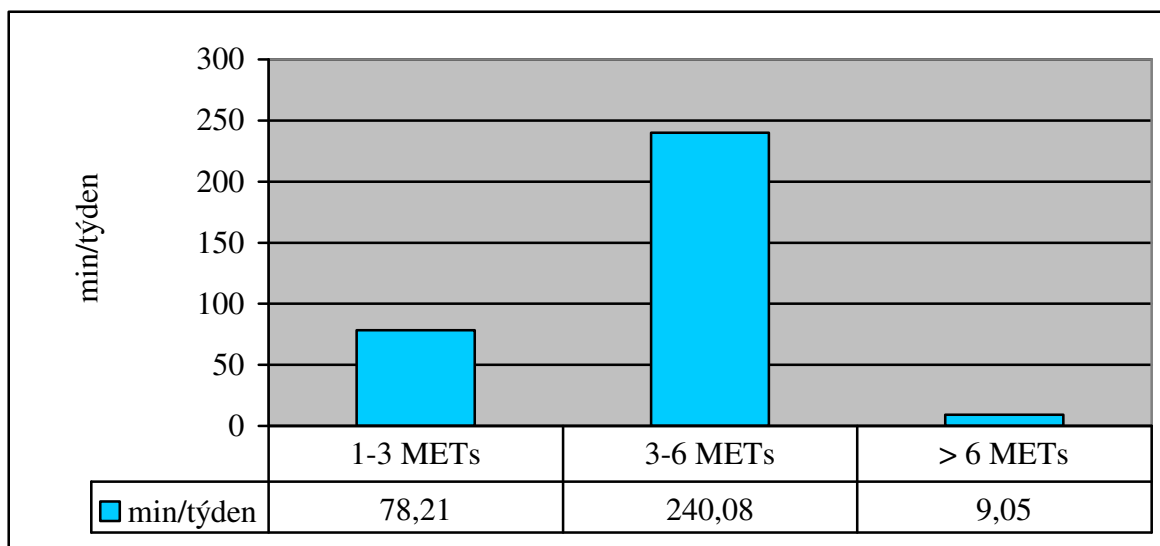
Tabulka 8. Charakteristika souboru z hlediska plnění počtu kroků za jeden den

Počet kroků	Počet probandek	%
< 5 000	5	8,3
5 000–7 499	8	13,3
7 500–9 999	16	26,7
> 10 000	16	26,7
> 12 500	15	25



Graf 5: Plnění počtu kroků za den

U 8,3 % bychom mohli definovat sedavý životní styl, 13,3 % žen bylo málo aktivní a 26,7 % bylo nedostatečně aktivní (Graf 5). Bauman et al. (2009) ve své studii podotýká, že výskyt nedostatečné pohybové aktivity se u žen pohyboval v rozmezí 6 až 49 %.



Graf 6: Průměrná doba pohybové aktivity různé intenzity

Graf 6 zaznamenává průměrnou dobu pohybové aktivity různé intenzity, kterou probandky vykonávaly během týdne. Je patrné, že pohybovou aktivitu vykonávanou intenzitou zatížení nad 6 METs téměř nevykonávaly. Nejvíce se věnovaly pohybové aktivitě při intenzitě zatížení 3–6 METs.

Bloomfield a kol. (2004) uvádí, že pohybová aktivita poměrně vysoké intenzity a pravidelné cvičení přispívají ke zvyšování kostního minerálu u dětí a dospívajících.

Dle dokumentu 2008 Physical activity guidelines for Americans (2008) je pro udržení zdraví doporučováno provádět středně zatěžující pohybovou aktivitu (3–6 METs) 150 minut týdně nebo intenzivní pohybovou aktivitu 75 minut týdně. Je možné aktivity obou intenzit také adekvátně kombinovat. Pro zvýšení zdravotních efektů je doporučováno zvýšit středně zatěžující pohybovou aktivitu na 300 minut týdně nebo intenzivní pohybovou aktivitu na 150 minut týdně, opět je možná kombinace aktivit obou intenzit.

Za limity této práce můžeme označit to, že výzkumný soubor se skládal pouze ze studentek Univerzity třetího věku Fakulty tělesné kultury a Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, které byly velmi aktivní a dobře informované. Kdyby se daný soubor skládal z náhodně vybraných žen po menopauze, zřejmě by výsledky nebyly tak pozitivní. Dalším omezením práce je velikost výzkumného souboru, zkoumaný soubor tvořilo pouze 60 postmenopauzálních žen.

Hlavním přínosem této práce je informovanost populace nejen postmenopauzálních žen v oblasti osteoporózy a s ní spojených rizik, jako jsou fraktury žeber či proximálního femuru. Za velmi pozitivní považujeme objem pohybové aktivity, kterou probandky vykonávaly.

V navazující magisterské práci bychom chtěli zkoumat, zdali má objem a intenzita pohybové aktivity vliv na kostní tkáň, což se nám dosud bohužel posoudit nepodařilo.

6 ZÁVĚRY

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo hodnocení kostní denzity a pohybové aktivity u postmenopauzálních žen. Celkově můžeme stav kostní tkáně u daného souboru hodnotit kladně, jelikož u čtyřiceti sedmi žen byly naměřeny hodnoty kostní denzity, které se pohybují v normě. Sledovaný soubor tvořily především dlouhodobě aktivní ženy, čemuž odpovídaly i výsledky měření objemu a intenzity pohybové aktivity.

U jednotlivých tělesných segmentů jsme zjistili, že nejnižší absolutní i relativní zastoupení kostního minerálu se nachází v žebrech, naopak nejvyšší hodnotu jsme zaznamenali u lebky.

Z měření dále vyplývá, že rozdíly v obsahu kostního minerálu v segmentech pravé a levé části těla jsou minimální nebo se nevyskytují.

Nejnižší absolutní i relativní zastoupení kostních minerálů v rámci jednotlivých segmentů proximálního femuru jsme naměřili v oblasti Wardova tojůhelníku.

U celotělového T-skóre jsme diagnostikovali pouze jednu ženu trpící osteoporózou, dvanáct žen mělo osteopenii a sedmačtyřicet žen bylo v normě. U T-skóre proximálního femuru byly výsledky obdobné: pouze jedna žena trpěla osteoporózou, u sedmnácti žen jsme diagnostikovali osteopenii a u zbylých dvačtyřiceti se hodnoty nacházely v normě.

Většina žen ze sledovaného souboru plní doporučení 10 000 kroků denně, ve výzkumu se však objevovaly i hodnoty nad 12 500 kroků denně. Probandky nejčastěji volily intenzitu zatížení 3–6 METs.

Jako pozitivní vnímáme, že ženy měly o denzitometrické vyšetření a měření pohybové aktivity zájem a mohly se tak dozvědět stav své kostní tkáně. Za velice důležitou považujeme prevenci již od dětství, je nutné rozvíjet kostní tkáň u dětí a dospívajících, jelikož s přibývajícím věkem dochází k podceňování pohybu.

7 SOUHRN

Hlavním cílem naší práce bylo vyšetření a hodnocení stavu kostní tkáně a pohybové aktivity u postmenopauzálních žen.

V první části práce je teoreticky zpracován vývoj kostí a doporučení k pohybové aktivitě. V další části práce uvádíme přesný popis laboratorních měření pomocí dualní rentgenové absorpciometrie. Měření byla realizována v laboratorních prostorách G-Centra v Olomouci a proběhla za standardních podmínek. Výzkumný soubor tvořilo 60 postmenopauzálních žen, které postupně absolvovaly vyšetření na přístroji DXA. Poté byl na 8 dní ženám zapůjčen akcelerometr ActiGraph GT1M, kterým byla zjištěna intenzita a objem pohybové aktivity. V rámci uvedených výsledků kostní denzity jednotlivých segmentů se jako nejlepší průměrná hodnota jeví celotělové T-skóre $-0,17$, které je v normě. Nejnižší relativní hodnota kostního minerálu byla naměřena u žeber ($0,62 \text{ g/cm}^2$) a nejvyšší hodnota byla zjištěna u lebky ($2,02 \text{ g/cm}^2$). Za nejméně stabilní část proximálního femuru považujeme Wardův trojúhelník ($0,67 \text{ g/cm}^2$). Průměrná hodnota celkového T-skóre se nacházela v normě ($-0,54$).

Z uvedeného souboru $51,7 \%$ žen plní doporučení 10 000 kroků denně, z čehož $26,7 \%$ žen plnilo více jak 12 500 kroků za den. Nejčastěji volená intenzita zatížení byla 3–6 METs, druhou nejčastější intenzitou zatížení byla 1–3 METs. Intenzitě zatížení nad 6 METs se ženy téměř nevěnovaly.

Mezi hlavní přínosy práce můžeme zařadit edukační působení v rámci daného tématu, větší informovanost v oblasti osteoporózy a kladení důrazu na dodržování pravidelné pohybové aktivity jako činitele dobré tělesné kondice a zdraví.

8 SUMMARY

The main goal of our work have been the examination and evaluation of the bones state and activity on menopausal women.

In the first part of the paper there is theory on bone evolution and recommendations for the activities. In the next part we are summarizing actual description of laboratory measurements by dual-energy X-ray absorptiometry. The measurements have been performed in laboratories of G-center in Olomouc and have been performed under standard conditions. The research group has been formed of sixty postmenopausal women one after another examined on DXA machine. After that, the accelerometer ActiGraph GT1M has been lend to eight of the women in order to evaluate the intensity and quantity of their activity. Within the results of bone density in particular segments the best average score reached is T-score - 0.17, which is normal. The lowest relative value of bone material has been measured at in ribs (0.62 g/cm^2) and the highest one in skull (2.02 g/cm^2). The least stable part of proximal femur is considered Ward triangle (0.67 g/cm^2). The average value of T-score has been quite normal (-0.54).

51.7% of the women in the group is following the recommendation of ten thousand steps a day, while 26.7% have gone even further with more than 12'500 steps a day. The most frequently selected intensity have been 3 to 6 METs, the second most frequent range have been 1 to 3 METs. The intensity over 6 METs have been almost omitted.

The main benefits of the work lie in educational effects, better information about osteoporosis and stressing the regular physical activity as a main factor of good physical condition and health.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Anonymous. Osteoporóza Lunar Prodigy Primo. Retrived 8. 5. 2011 from the World Wide Web: <http://www.feminaplus.cz/osteoporoza-lunar-prodigy-pro>.
- Bartoníček, J., Džupa, V., Douša, P., Skála-Rosenbaum, J., Pazdírek, P. (2003). Zlomeniny proximálního femuru u dospělých. Retrieved 16. 5. 2011 form World Wide Web: <http://www.zdn.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/zlomeniny-proximalniho-femuru-u-dospelych-155037>.
- Bauman, A., Bull, F., Chey, T., Craig, C. L., Ainsworth, B. E., Sallis, J. F., et al. (2009). The International Prevalence Study on Physical Activity: results from 20 countries. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6(1), 21-31.
- Blahoš, J. (1995). Osteoporóza. Praha. Galén.
- Bouchard, C., Blair, S., N., & Haskell, W., L. (2007) Physical Activity and Health. United States of America: Human Kinetics.
- Boyer, K., Kiratli, B., Andriacchi, T., & Beaupre, G. (2011). Maintaining femoral bone density in adults: how many steps per day are enough? *Osteoporosis International*, 1-8.
- Broulík, P. (2007). Osteoporóza a její léčba. Praha: Maxdorf.
- Broulík, P. (2008). Ovlivnění výskytu zlomenin krčku kosti stehenní léčbou ibandronátem. *Farmakoterapie* 4(6), 653-655.
- Bunc, V. & Štilec, M. (2007). Tělesné složení jako indikátor aktivního životního stylu seniorek. *Česká kinantropologie*, 3, 17-23.
- Citterbart, K. et al. (2001). Gynekologie. Praha: Galén.
- Čechovská, I., Novotná, V. & Milerová, H. (2003). Aqua-fitness. Praha: Grada Publishing.
- Čihák, R. (1987). Anatomie 1. Praha: Avicenum.
- Doležal, T. (2009). Farmakoeconomické aspekty prevence a léčby osteoporózy. Retrieved 16. 7. 2011 form World Wide Web: <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina/farmakoeconomicke-aspekty-prevence-a-lecby-osteoporozy-412176>.
- Donát, J. (2004). Kalcium jako lék první volby v prevenci a léčbě osteoporózy. *Klimakterická medicína*, 9, 21-22.
- Donát, J. (2005). Základy léčby postmenopauzální osteoporózy. *Klimakterická medicína*, 2(10), 6-8.
- Fait, T. (2006). Hormonální substituční terapie a kost. *Klimakterická medicína*, 2(11), 21-25.
- Freiwald, J., Kruse, S. (2000). Pohybem proti osteoporóze. Praha: Pragma.

- Frömel, K., Novosad, J., & Svozil, Z. (1999). Pohybová aktivita mládeže. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Frömel, K., Bauman, A. et al. (2006). Intenzita a objem pohybové aktivity 15-69leté populace České Republiky. *Česká kinantropologie*, 1, 13-27.
- Ganong, W., F. (2001/ 2005). Přehled lékařské fyziologie. Praha: Galén.
- GE Healthcare (2006). Lunar Prodigy Primo™. Retrived 8. 5. 2011 from the World Wide Web: <http://www.jakenmedical.com/pdfs/gelunar-prodigyprimo.pdf>.
- Gregg, E. W., Cauley, J. A., Seeley, D. G., Ensrud, K. E., & Bauer, D. C. (1998). Physical Activity and Osteoporotic Fracture Risk in Older Women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Annals of Internal Medicine*, 129(2), 81-88.
- Havlíčková, L. et al. (2008). Fyziologie zátěže I. Praha: Karolinum.
- Heysmsfield, S., Lohman, T., G., Wang, Z., & Going, S., B. (2005). Human Body Composition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hráský, P., & Sosna, A. (2002). Traumatologie proximálního femuru. Retrieved 16. 5. 2011 from World Wide Web: <http://www.zdn.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/traumatologie-proximalniho-femuru-148552>.
- Choi, B. C. K., Pak, A. W. P., Choi, J. C. L., & Choi, E. C. L. (2007). Daily step goal of 10,000 steps: A literature review. *Clinical and Investigative Medicine*, 30(3), 146-151.
- Ignasiak, Z., Skrzek, A., & Dąbrowska, G. (2009). Bone Mineral Density and Body Composition of Senior Female Students of the University of the Third Age in View of Their Diverse Physical Activity. *Human Movement*, 10(2), 109-115.
- Janíček, P. a kolektiv. (2001). Ortopedie. Brno: Masarykova univerzita.
- Jeníček, J. (2004). Žena v přechodu. Praha: Grada.
- Jeníček, J., Fait, T. & Žofka, J. (2010). Hospitalizace pro fraktury proximálního femuru v České Republice (1086-2007). *Klimakterická medicína*, 1, 9-13.
- Jenšovský, J. (2007). Význam kalcia a vitaminu D v léčbě postmenopauzální osteoporózy. *Klimakterická medicína*, 1(12), 6-9.
- Kasalický, P. (2010). Denzitometrie osového skeletu – možnosti a limitaci v diagnostice osteoporózy. *Klimakterická medicína*, 3, 8-13.
- Kocián, J., Patlejchová, E. (1998). Dieta při odvápnění kostí – osteoporóze. Praha: Triton.
- Kohrt, W., M., Bloomfield, S., A., Little, K., D., Nelson, M., E. & Yingling, V., R. (2004). Physical Activity and Bone Health. American College of Sports Medicine, 1985-1996.
- Krátká, J. (2007). Biologické stáří skeletu a jeho úloha v prevenci osteoporózy. *Československá fyziologie*, 1(56), 10-14.

- Kučera, M. (1997). Pohyb v ontogenezi. In: *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada Publishing.
- Kukačka, V. (2009). Zdravý životní styl. České Budějovice: Jihočeská Univerzita.
- Málek, Z. (2006). Novinky v léčbě osteoporózy. *Česká geriatrická revue*, 4(2), 84-88.
- Novotná, V., Čechovská, I., & Bunc, V. (2006) Fit program pro ženy. Praha: Grada Publishing.
- Pelclová, J., Gába, A., Přidalová, M., Engelová, L., Tlučáková, L., & Zajac-Gawlak, I. (2009). Vztah mezi doporučeními vztahujícími se k množství pohybové aktivity a vybranými ukazateli zdraví u žen navštěvujících Univerzitu třetího věku. *Tělesná kultura*, 32(2), 64-78.
- Repko, M., Neubauer, J. (2010). Kyfoplastika a vertebroplastika v léčbě osteoporotických obratlových zlomenin. Retrieved 16. 7. 2011 from World Wide Web: <http://www.tribune.cz/clanek/20720>.
- Stejskal, P. (2004). Proč a jak se zdravě hýbat. Břeclav: Presstempus.
- Stoppardová, M. (1994/ 1995). Klimakterium. Bratislava: Ina.
- Šimonek, J. (2000). Pohybová aktivita v životě současného člověka. *Pohybová aktivita žien*. Bratislava: Slovenský olympijský výbor.
- Šormová, I., Donát, J. (2004). Kostní denzita a dlouhodobá HTR u žen v postmenopauze. *Klimakterická medicína*, 9, 7-10.
- Špaldoňová, K. (2010). Sportovní aktivity v menopauze. *Klimakterická medicína*, 2(15), 18.
- Šrámková, P. (2009). Obezita ženy a její specifika – PR. *Klimakterická medicína*, 1(14), 35-37.
- Štěpán, J. (2005). Algoritmus diagnostiky a léčby osteoporózy. *Farmakoterapie*, 5, 485.
- Trnavský, K., Kolařík, J. (1997). Onemocnění kloubů a páteře v praxi. Praha: Galén.
- Tudor-Locke, C., & Bassett, D. (2004). How many Steps/ Day Are Enough? Preliminary Pedometer Indices for Public Health. *Sports Medicine*, 34(1), 1- 8.
- United States Department of Health and Human Services (USDHHS). (2008). *2008 Physical Activity Guidelines for Americans*. Retrieved 10. 7. 2011 from the World Wide Web: <http://www.health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf>.
- Urvayová, A. (2000). Pohybová aktivita ako prevencia ochorení. *Pohybová aktivita a šport v životě dospelých*. Bratislava: Slovenský olympijský výbor.
- Vokurka, M. & Hugo, J. (2002). Velký lékařský slovník. Praha: Maxdorf.
- Vyskočil, V. (2009). Osteoporóza a ostatní nejčastější metabolická onemocnění skeletu. Praha: Galén.

- World Health Organization. (2004). Physical Activity. *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. Retrived 8. 5. 2011 from the World Wide Web: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/en/index.html>.
- World Health Organization. (2004). Physical Inactivity: A Global Public Health Problem. *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. Retrived 8. 5. 2011 from the World Wide Web: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/en/
- World Helath Organization. (1994). Assesment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Geneva: WHO.
- Winters, K. M., & Snow, C. M. (2000). Body Composition Predicts Bone Mineral Density and Balance in Premenopausal Women. *Journal of Women's Health & Gender – Based Medicine*, 9(8), 865-872.