



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu  
v posledních letech (v kontextu s počty PET a počty  
pacientů s Ca prostaty, prsu a plic)**

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Studijní program:

**SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ**

**Autor:** Jana Kinská

**Vedoucí práce:** MUDr. Ladislav Šabata

České Budějovice 2020

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou/diplomovou práci s názvem „*Vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v posledních letech (v kontextu s počty PET a počty pacientů s Ca prostaty, prsu a plic)*“ jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 18. 5. 2020

.....

Jana Kinská

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce panu MUDr. Ladislavu Šabatovi za odborné vedení, ochotu, příjemnou spolupráci a poskytnutí cenných rad při tvorbě mé bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala osloveným oddělením nukleární medicíny za poskytnutí dat.

## **Vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie v posledních letech (v kontextu s počty PET a počty pacientů s Ca prostaty, prsu a plic)**

### **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá vývojem počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v posledních letech v souvislosti s počty PET a počty pacientů s karcinomem prostaty, prsu a plic. Cílem této práce bylo poskytnout přehled o vývoji počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v souvislosti s počty PET a počty pacientů s karcinomem prostaty, plic a prsu od roku 2010 na vybraných odděleních nukleární medicíny. V této práci je položena jedna výzkumná otázka: „Počty vyšetření pomocí celotělové scintigrafie skeletu během let narůstají?“. Stanovený cíl byl naplněn a výzkumná otázka byla zodpovězena.

Přehled o vývoji počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu a počtech PET, PET/CT vyšetření byl získán prostřednictvím kvantitativního šetření na 13 odděleních nukleární medicíny České republiky. Přehled o počtu pacientů s karcinomem prostaty prsu a plic byl dosažen pomocí dostupných dat z Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR.

Výsledky výzkumu ukazují, že vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu během zkoumaných let má klesající tendenci. Ve vývoji počtu PET, PET/CT vyšetření je v průběhu zkoumaných let pozorovatelný vzestupný trend ve srovnání s vyšetřením scintigrafie skeletu. Vzrůstající vývoj během zkoumaných let je také patrný v počtu pacientů s karcinomem prostaty, prsu a plic. Na základě zjištěných údajů je možné usoudit, že je PET, PET/CT vyšetření stále více využíváné z toho důvodu, protože přibývá více pacientů s karcinomem prostaty, prsu a plic. Toto vyšetření je velmi vhodné a velice často využíváné pro jejich diagnostiku, pro posouzení rozsahu

nádorového onemocnění, ale také pro posuzování efektivity terapie a zjištění možného navrácení nemoci.

**Klíčová slova**

Scintigrafie; PET; karcinom; vývoj; nukleární medicína

# **Development of the number of the whole body skeletal scintigraphy in recent years (in the context of the number of PET and the numbers of patients with prostate, breast and lung cancer)**

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with development of the number of the whole-body skeletal scintigraphy in recent years in the context of the numbers of PET and the number of patients with prostate, breast and lung cancer. The aim of this thesis is to give an overview of the development of the number of the whole-body skeletal scintigraphy in connection with the number of PET and the number of patients with prostate, breast and lung cancer from selected Departments of Nuclear Medicine since 2010. This thesis focuses on one particular question: „Has the number of the whole-body skeletal scintigraphy increase during the years?“. The defined aim has been fulfilled and the question asked has been answered.

The overview of the development of the number of the whole-body skeletal scintigraphy and of the numbers of PET, PET/CT scans was obtained by means of quantitative research in 13 Departments of Nuclear Medicine in the Czech Republic. The overview of the number of patients with prostate, breast and lung cancer is based on data available from the Institute of Health Information and Statistics of the Czech Republic.

The results of the research show that the development of the number of the whole-body skeletal scintigraphy has a clear downward tendency during the evaluated years. An upward trend is observable in the course of the evaluated years in development of the number of PET, PET/CT scans compared to the skeletal scintigraphy.

The upward development is also evident in the number of patients with prostate, breast and lung cancer in the evaluated years. For this reason, the PET, PET/CT scan is increasingly used as the number of patients with prostate, breast and lung cancer increase. This is a possible conclusion from the results generated. This examination is very suitable and very often used for their diagnosis, the measurement of the extent of cancer, but also for the evaluation of the therapy's efficiency and the possibility of relapse.

**Key words**

Scintigraphy; PET; carcinoma; development; nuclear medicine

# Obsah

Úvod.....	10
1 Teoretická část.....	12
1.1 Skelet.....	12
1.2 Anatomie skeletu.....	13
1.2.1 Stavba kostí.....	13
1.2.2 Lebka.....	14
1.2.3 Osová kostra.....	14
1.2.4 Kostra končetin.....	16
1.3 Nádor.....	21
1.3.1 Benigní nádory.....	21
1.3.2 Maligní nádory.....	21
1.3.3 Metastázy.....	22
1.4 Karcinom prostaty.....	22
1.4.1 Anatomie prostaty.....	22
1.4.2 Příznaky.....	23
1.4.3 Příčiny a rizikové faktory.....	23
1.4.4 Zobrazovací metody.....	23
1.5 Karcinom prsu.....	24
1.5.1 Anatomie prsu.....	24
1.5.2 Příznaky.....	25
1.5.3 Příčiny a rizikové faktory.....	25
1.5.4 Dělení karcinomu prsu.....	26
1.5.5 Zobrazovací metody.....	26
1.6 Karcinom plic.....	28
1.6.1 Anatomie plic.....	28
1.6.2 Příznaky.....	28
1.6.3 Příčiny a rizikové faktory.....	29
1.6.4 Dělení karcinomu plic.....	29
1.6.5 Zobrazovací metody.....	30
1.7 Vyšetření skeletu metodami nukleární medicíny.....	31



1.7.1	Scintigrafie skeletu .....	32
1.7.1.1	Scintilační kamera .....	33
1.7.1.2	Radiofarmaka .....	35
1.7.1.3	Příprava pacienta .....	35
1.7.1.4	Průběh vyšetření .....	36
1.7.1.5	Diagnostika primárních nádorů a metastáz .....	36
1.7.2	Pozitronová emisní tomografie-PET.....	37
1.7.2.1	PET kamera.....	38
1.7.2.2	Hybridní přístroje PET/CT.....	38
1.7.2.3	Radiační zátěž pacienta při PET a PET/CT .....	39
1.7.2.4	Klinické aplikace PET a PET/CT v onkologii.....	39
2	Cíl práce a výzkumná otázka.....	41
2.1	Cíl práce .....	41
2.2	Výzkumná otázka.....	41
3	Metodika.....	42
3.1	Soubor oddělení a hlášených onemocnění .....	42
3.2	Počítačové zpracování.....	43
4	Výsledky.....	45
5	Diskuze .....	73
6	Závěr.....	77
7	Seznam použitých zdrojů .....	78
8	Seznam obrázků a grafů .....	83
9	Seznam příloh.....	85
10	Seznam zkratk .....	90

## Úvod

Scintigrafie skeletu je nejvíce využívané vyšetření nukleární medicíny. V roce 2007 bylo na odděleních nukleární medicíny v České republice vykonáno 63 487 vyšetření scintigrafie skeletu, zatímco v roce 2012 jejich počet klesl na 56 033 vyšetření. Jedno z dalších vyšetření, které se provádí na odděleních nukleární medicíny je PET/CT vyšetření (celotělové vyšetření), které bylo v roce 2009 provedeno 15 253krát, oproti roku 2017, kdy jich bylo vykonáno 30 938. Jejich počet se tedy více, jak dvojnásobně zvýšil. (ÚZIS, 2013; NZIS, 2018)

Karcinom prostaty je jedním z nejčastějších nádorů postihující mužskou populaci České republiky. V roce 2017 se zhoubný novotvar prostaty nově vyskytoval u 7 875 pacientů. Karcinom prsu je nejčastější nádor ženského pohlaví, ale mužskému pokolení se také nevyhýbá. V roce 2017 toto onemocnění nově postihlo 7 209 lidí. Karcinom plic (průdušnice a průdušek) se řadí mezi nejčastější zhoubná onemocnění české populace. V roce 2017 se zhoubný novotvar průdušnice, průdušek a plic objevil u 6 593 obyvatel České republiky. (ÚZIS, 2019)

Téma bakalářské práce zabývající se vývojem počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v souvislosti s počty PET vyšetření a počty pacientů s karcinomem prostaty, prsu a plic jsem si vybrala, protože si myslím, že je tato problematika velice zajímavá a aktuální. Zároveň jsem se chtěla o této problematice dozvědět více a prohloubit tak své znalosti.

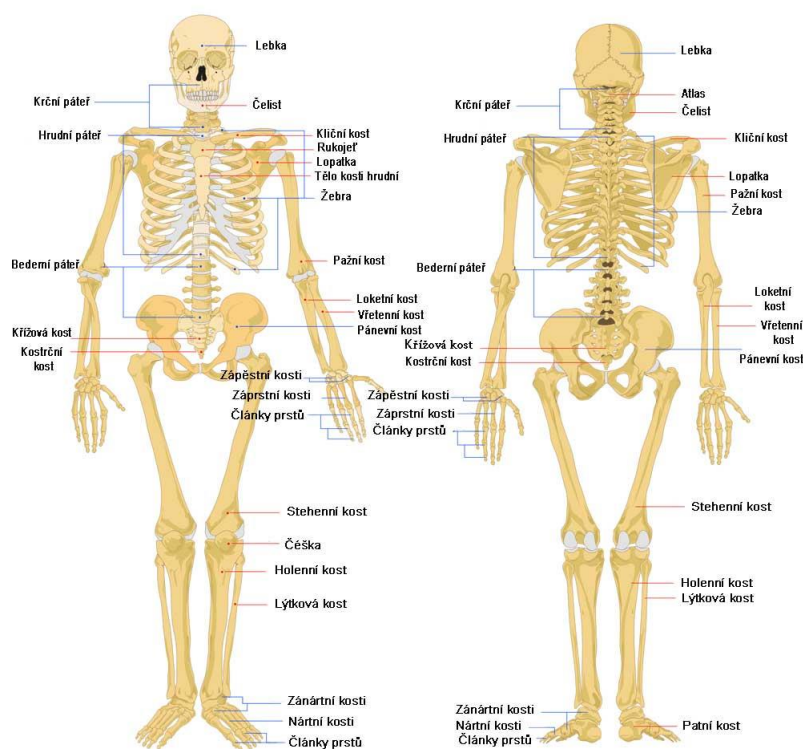
Bakalářská práce se dělí na dvě části, teoretickou část a výzkumnou část. Teoretická část obsahuje informace o anatomii skeletu, jednotlivých karcinomech, kterými se tato práce zabývá a o vyšetření skeletu metodami nukleární medicíny. Ve výzkumné části jsou předloženy výsledky kvantitativního šetření.

Tato bakalářská práce si klade za cíl poskytnout přehled o vývoji počtu celotělové scintigrafie skeletu v souvislosti s počty PET a počty pacientů s karcinomem prostaty, plic a prsu od roku 2010 na vybraných odděleních nukleární medicíny.

# 1 Teoretická část

## 1.1 Skelet

Kostra tvoří pevnou konstrukci lidského těla, jenž chrání určité orgány, jako například mozek. Na kostru se upínají příčně pruhované svaly a prostřednictvím nich je možný pohyb kostí. Průměrná lidská kostra má 206 kostí. Tvoří jí kostra lebky, kostra trupu a kostra horní a dolní končetiny. (Naňka et al., 2015; Steve, 2016)



Obrázek 1: Kostra člověka

(Zdroj: eStranky, 2019 [online])

## 1.2 Anatomie skeletu

### 1.2.1 Stavba kostí

Kostní tkáň se řadí mezi oporná pojiva. Skládá se z kostních buněk (osteoblastů, osteocytů a osteoklastů), vláken a mezibuněčné hmoty. Rozlišujeme dlouhé kosti, krátké kosti a ploché kosti. Každá kost je tvořena třemi stavebními složkami. Na povrchu je periost (okostice), což je silná a tuhá vrstva vaziva nerovnoměrné tloušťky, která pokrývá celou kostní tkáň s výjimkou kloubních konců. Okostice je hojně prokrvená a obsahuje senzitivní nervy. Cévy periostu vyživují kost. Další složkou kosti je kostní tkáň, kterou tvoří kompakta a spongióza. Různorodě silná, deskovitá nebo trubicovitá kompakta tvoří povrch kosti. Jejimi architektonickými jednotkami jsou kostní lamely, které zabezpečují pružnost a cévní zásobení kosti. Uvnitř kosti je spongióza, která je zejména v kloubních koncích. Skládá se z kostních trámčů, které jsou uspořádány poměrně nesouvisle, z důvodu odlišného zatížení kosti. Jejich utřídění se při zlomenině změní dle nového zatížení kosti. Poslední složkou kosti je kostní dřev (medulla ossium) vyplňující prostory mezi trámeči spongiózní kosti a dřevové dutiny dlouhých kostí. Po narození je u člověka krvetvorná červená kostní dřev (medulla ossium rubra) přítomna téměř ve všech kostech. S přibývajícím věkem je nahrazována žlutou tukovou kostní dřev (medulla ossium flava) a krvetvorba se zachovává pouze v krátkých a plochých kostech. V pozdním věku vzniká šedá kostní dřev (medulla ossium grisea) ze žluté dřevě, což je zapříčiněno ztrátou tuku. (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001)

Kosti vznikají postupem, který nazýváme osifikace, zkostnatění. Vytváří se na podkladě dvou modelů, kterými jsou vazivový, osifikace z vaziva (desmogenní) anebo chrupavčitý, osifikace z chrupavky (chondrogenní). Osifikační děj je započat osteoblasty. Z vaziva osifikují mimo jiné kosti obličejové a z chrupavky většina kostí, jako například kosti končetin. Každá kost je charakteristická konkrétním druhem osifikace a počtem osifikačních jader (osifikačních center), díky nimž lze určit

biologický věk člověka. Osifikací se u dlouhé kosti vytvoří kostěná střední část diafýza a koncové epifýzy. (Čihák, 2001; Fiala et al., 2015)

### **1.2.2 Lebka**

Lebku (cranium) tvoří 22 plochých kostí, které lze rozdělit do 2 částí, a to mozkovou část (neurocranium), která představuje ochranné pouzdro kolem mozku a smyslových orgánů, a obličejovou část (splanchnocranium, viscerocranium), která je kostěným základem obličeje. Neurocranium tvoří párové kosti: kost temenní (os parietale), kost čichová (os ethmoideale), kost spánková (os temporale), kost nosní (os nasale) a kost slzní (os lacrimale) a nepárové kosti, mezi které patří: kost čelní (os frontale), kost týlní (os occipitale), kost klínová (os sphenoidale), kost radličná (vomer) a dolní skořepa nosní (concha nasalis inferior). Splanchnocranium tvoří párové kosti: lící kost (os zygomaticum), horní čelist (maxila) a patrová kost (os palatinum) a nepárovými: jazylka (os hyoideum) a dolní čelist (mandibula). Kosti lebky jsou vzájemně spojeny švy (suturami) až na dolní čelist, která tvoří výjimku a je kloubně spojena s kostí spánkovou. (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001)

### **1.2.3 Osová kostra**

Osový skelet je tvořen páteří, žebry a hrudní kostí. Páteř (columna vertebralis) je tvořena obratli a zajišťuje ochranné pouzdro pro míchu a oporu těla. Je složena ze 33-34 obratlů. Rozlišujeme 7 krčních obratlů, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových a 4-5 kostrčních obratlů. Křížové obratle jsou srostlé v kost křížovou a kostrční v kost kostrční. Každý obratel se skládá z obratlového těla, oblouku a výběžků. Obratlové tělo je vymezeno od těl sousedících obratlů chrupavčitými meziobratlovými ploténkami. Těla mají rozdílný tvar podle toho, v jakém oddíle páteře se nacházejí. Oblouk obratle je připevněn k zadní části obratlového těla a spolu s ním ohraničuje obratlový otvor (foramen vertebrale). Obratlové otvory vytvářejí kostěný páteřní kanál

(canalis vertebralis) obsahující míchu (medulla spinalis), její obaly, kořeny míšních nervů a náležité cévy. Obratlové výběžky odstupují z obratlového oblouku. Rozlišují se dva příčné výběžky (processus transversi) mířící do stran, trnový výběžek (processus spinosus) mířící směrem dozadu a dva kloubní výběžky horní (processus articulares superior) a dolní (processus articulares inferior). Příčné výběžky krčních obratlů jsou proděravěny otvorem (foramen transversarium), kterým prochází tepny zásobující část mozku, mozkový kmen a mozeček. Příčné i trnové výběžky umístěny více kaudálně jsou objemnější a větší než ty umístěné více kraniálně. Výběžky jsou určeny k tomu, aby se na ně upínaly svaly a vazy. Svaly poskytují pohyblivost páteře a vazy zabezpečují pevné a pružné spojení obratlů mezi sebou a obklopují páteřní kanál. Svoji stavbou jsou poměrně dost odlišné první dva krční obratle-atlas a axis, kost křížová a kostrč. Atlas (nosič) první krční obratel nemá tělo, které je substituováno předním obloukem, který postupuje bočně, kde přechází do kostěné ploténky. Axis (čepovec) druhý obratel krční má obratlové tělo, z kterého z horní části vybíhá výběžek, zub (dens axis), který míří do otvoru atlasu. (Grim et al., 2001; Nekula, 2005; Naňka et al., 2015)

Žebra (costae) jsou protáhlé, zploštělé a do oblouku ohnuté kosti připojené k hrudním obratlům. Člověk disponuje 12 páry žeber, rozlišujeme 7 párů pravých (costae verae), 3 páry nepravých (costae spuriae) a 2 páry volných žeber (costae liberae, fluctuantes). Pravá žebra jsou chrupavčitými výběžky připojena k hrudní kosti, nepravá jsou připojena chrupavkami k 7. páru žeber a 2 páry volných žeber se nepřipojují k hrudní kosti, ale končí ve svalové stěně břišní. Samotné žebro je složeno z hlavice (caput costae), krčku (collum costae) a těla (costae corpus). (Grim et al., 2001; Fiala et al., 2015; Naňka et al., 2015)

Kost hrudní (sternum) je plochá nepárová kost nacházející se na přední straně hrudníku. Je složena ze 3 složek, které jsou rukojeť (manubrium sterni), tělo (corpus sterni) a trojúhelníkovitý mečovitý výběžek (processus xiphoideus). Všechny části kosti hrudní

spojuje chrupavka, která může ve stáří osifikovat. Na stranách sterna jsou zářezy (incisurae costales), ve kterých je umístěna klíční kost (clavicula) a některá žebra. V kosti hrudní se až do pokročilého věku nachází červená kostní dřevina, která může být odebrána k diagnostickým účelům pomocí sternální punkce. (Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

#### 1.2.4 Kostra končetin

Horní i dolní končetiny (extremities) mají podobný stavební plán. K osově kostře jsou připojeny pletenci (cingulum extremitatis). Pletenec horní končetiny je vytvořen spojením klíční kosti (clavicula) a lopatky (scapula). Pletenec dolní končetiny formuluje kost pánevní (os coxa) a křížová kost (os sacrum). Kosti končetin lze rozdělit do 4 částí, kterými jsou již zmíněný pletenec (cingulum extremitatis), proximální část (stylopodium), tvořená kostí pažní (humerus) a u dolní končetiny kostí stehenní (femur), distální část (zeugopodium), kterou představují na horní končetině kost vřetenní (radius) a kost loketní (ulna). Na dolní končetině kost holenní (tibia) a kost lýtková (fibula) a poslední částí je kostra ruky a nohy (autopodium). (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Klíční kost (clavicula) je dlouhá esovitě zakřivená kost, jejíž délka dosahuje asi 15 cm. Skládá se z těla (corpus), mediálního konce (extremitas sternalis), který je spojen s hrudní kostí a vnějšího konce (extremitas acromialis) spojující se s lopatkou. (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Lopatka (scapula) je plochá kost mající tvar trojúhelníku, na kterém rozeznáváme 3 okraje: mediální (margo medialis), laterální (margo lateralis) a horní okraj (margo superior), z něhož vybíhá zobcovitý výběžek (processus coracoideus), na který se upínají svaly. Hřbetní strana lopatky je vyklenutá v ostrý hřeben, (spina scapulae), který rozděluje stranu na dvě jámy, nadhřebenovou



a podhřebenovou. Hřeben vybíhá zevním koncem ve výběžek nad kloubní jamku ramenního kloubu v nadpažek (acromion). Nad i pod jamkou jsou drobné hrbolky tuberculum supraglenoidale, na který se upíná dlouhá hlava bicepsu a tuberculum infraglenoidale na němž začíná dlouhá hlava tricepsu. (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kost pažní (humerus) je dlouhá kost, na které rozeznáváme 3 části: hlavičci (caput humeri), tělo (corpus humeri) a distální konec (condylus humeri). Hlavice vyplňuje jamku na lopatce a tvoří tak hlavičci ramenního kloubu. Na přední straně hlavice rozeznáváme dva hrbolky (tuberculum majus a tuberculum minus), sloužící pro úpon lopatkových a pažních svalů. V jejich blízkosti je anatomický krček (collum anatomicum humeri). Pod hlavičci se pažní kost zužuje v chirurgický krček (collum chirurgicum humeri), kde často dochází ke zlomeninám pažní kosti. Distální konec pažní kosti má 2 části: kladkovitou kloubní plochu (trochlea humeri), která slouží pro spojení s loketní kostí a zevně uloženou hlavičku (capitulum humeri), která se propojuje s vřetenní kostí. Nad kladkou vybíhají dva menší hrboly, epikondyly (epicondylus medialis et lateralis), na kterých začínají předloketní svaly. (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kost vřetenní (radius) je dlouhá kost ležící na laterální (palcové) straně předloktí. Je tvořena hlavičkou (caput radii), tělem (corpus radii) a distální částí (epiphysis distalis). Pod hlavičkou se nachází krček (collum radii), který spojuje hlavičku s tělem. Na těle rozeznáváme drsnatinu (tuberositas radii) sloužící pro úpon dvojhavého svalu pažního (musculus biceps brachii). Distální konec vybíhá na palcové straně ve hmatný bodcovitý výběžek (processus styloideus radii), na kterém začíná sval vřetenní (musculus brachioradialis). (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kost loketní (ulna) je uložena na mediální (malíkové) straně předloktí. Její proximální konec je rozšířený a vybíhá v loketní výběžek (olecranon), na který se upíná trojhlavý sval pažní (musculus triceps brachii). Na proximálním konci je kladkový zářez (incisura trochlearis), který je vytvořený pro kladku humeru, dále výběžek (processus coronoideus) a drsnatina (tuberositas ulnae), na které začíná hluboký sval pažní (musculus brachialis). Střední část je tvořena tělem (corpus ulnae) a distální část hlavičkou (caput ulnae), z které vybíhá bodcovitý výběžek (processus styloideus ulnae). (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kostru ruky (ossa manus) představují kosti zápěstní (ossa carpi), kosti záprstní (ossa metacarpi) a články prstů (phalanges). Zápěstních kostí, které formují zápěstí (carpus) je 8 a jsou uspořádány do dvou řad. Proximální řadu tvoří kost loďkovitá (os scaphoideum), kost poloměsíčitá (os lunatum), kost trojhranná (os triquetrum) a kost hrášková (os pisiforme), tato řada se spojuje s vřetenní a loketní kostí. V distální řadě jsou kosti: kost mnohohranná větší (os trapezium), kost mnohohranná menší (os trapezoideum), kost hlavatá (os capitatum) a poslední kostí je kost hákovitá (os hamatum), na něž začínají záprstní kosti. Záprstních kostí je 5 a rozlišují se na nich proximálně rozšířený úsek (basis metacarpalis), tělo (corpus metacarpale) a distálně uložená hlavička (caput metacarpale). Poslední skupinu kostí ruky tvoří články prstů, které jsou na druhém až pátém prstu po třech a na palci po dvou. Stejně jako u záprstních kostí, tak i u článků prstů rozeznáváme basis, corpus a caput. (Dylevský, 2000; Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kost pánevní (os coxae) je tvořena 3 samostatnými kostmi, které jsou navzájem spojeny. Zároveň se kloubně spojují s kostí křížovou (os sacrum). Společně se sbíhají v kloubní jamce kyčelního kloubu (acetabulum). Jsou to kosti kyčelní, kosti sedací a kosti stydké. Kyčelní kost (os ilium) je plochá kost, představující největší část kosti pánevní. Tvoří jí tělo, které se podílí na tvorbě acetabula a lopata kyčelní. Na kyčelní kosti rozeznáváme ostrý horní okraj - hřeben kyčelní (crista iliaca), který vybíhá

vepředu i vzadu v přední horní kyčelní trn (spina iliaca anterior superior) a zadní horní kyčelní trn (spina iliaca posterior superior). Kyčelní trny jsou důležité pro orientaci na pánevní kosti, protože je lze dobře vyhmátnout. (Grim et al., 2001; Dylevský 2006; Naňka et al., 2015)

Sedací kost (os ischii) je tvořena tělem, umístěné u jamky kyčelního kloubu a ramenem (ramus ossis ischii), které je rozšířeno v mohutný sedací hrbol (tuber ischiadicum), nad nímž jsou dva zářezy (incisura ischiadica major et minor). Mezi zářezy je trn (spina ischiadica), který je odděluje. (Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kost stydká (os pubis) je složená z těla, které částečně formuluje acetabulum, z horního ramene (ramus superior), vyčnívající směrem k acetabulu, na němž je drsnatina, hřeben (pecten ossis pubis) a hrbolek (tuberculum pubicum). Poslední částí je dolní rameno (ramus inferior), spojující se s ramenem sedací kosti. Kosti stydké spojuje spona stydká (symfýza), což je vazivová chrupavka. (Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kost stehenní (femur) je nejmohutnější a nejdelší dlouhá kost v lidském těle. Tvoří jí hlavice (caput femoris), která je kulovitá a zapadá do kloubní jamky kyčelního kloubu, krček (collum femoris) a tělo (corpus femoris). Na těle rozeznáváme v proximální části dva hrboly, velký chocholík (trochanter major) a malý chocholík (trochanter minor), na které se upínají hýžděové svaly. V přední části kosti spojuje trochantery kostěná linie (linea intertrochanterica) a vzadu jsou navzájem spojeny hranou (crista intertrochanterica). Na zadní části kosti je prohlubenina (fossa trochanterica), sloužící pro úpon svalů. Na distálním konci stehenní kosti jsou kloubní hrboly, kondyly (condylus medialis et lateralis), sloužící jako spoj s holenní kostí. (Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kost holenní (tibia) je mohutná kost bérce, která leží na palcové straně. Skládá se z těla (corpus tibiae) a z proximální a distální části. Horní úsek holenní kosti se rozšiřuje v kloubní hrboly, kondyly (condylus medialis et lateralis), tvořící jamky pro kolenní kloub. Mezi kondyly se nachází vyvýšenina (eminentia intercondylaris), která vybíhá v malé hrboly. Před a za vyvýšeninou jsou místa sloužící pro úpon zkřížených vazů. Na proximální části tibie se také nachází drsnatina (tuberositas tibiae), na kterou se upíná čtyřhlavý sval stehenní (musculus quadriceps femoris). Na distálním konci je štěrbina, do které je zasazen konec lýtkové kosti. Distální konec kosti vybíhá ve vnitřní kotník (malleolus medialis). (Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kost lýtková (fibula) je tenká dlouhá kost tvořící bérec, jejíž umístění je na malíkové straně. Tvoří jí hlavice (caput fibulae), na jejíž přední a vnitřní straně se nachází kloubní plocha pro připojení k zevnímu kondylu holenní kosti. Distální konec tvoří zevní kotník (malleolus lateralis), na jehož mediální straně je kloubní plocha (facies articularis malleolus), kde se spojuje lýtková kost s kostí hlezenní. (Grim et al., 2001; Naňka et al., 2015)

Kostra nohy (ossa pedis) je složena z kostí zánártních (ossa tarsi), nártních (ossa metatarsi) a článků prstů (phalanges digitorum). Zánártních kostí je celkem 7, tvoří zánártí nohy (tarsus). Tarsus je složen z kosti hlezenní (talus) kosti patní (calcaneus), kosti loďkovité (os naviculare), tří kostí klínovitých, kterými jsou vnitřní, střední a zevní kost (os cuneiforme mediale, intermedium a laterale) a poslední kostí je kost krychlová (os cuboideum). Hlezenní kost se spojuje s kostmi bérce pomocí proximálně uložené kladkovité kloubní plochy (trochela tali). Prostřednictvím tří kloubních plošek, které jsou na dolní ploše hlezenní kosti se spojuje s kostí patní. Patní kost je největší kostí nohy, která má na zadní straně patní hrbol (tuber calcanei), na který se upíná šlacha trojhlavého lýtkového svalu - Achillova šlacha. Nártních (metatatarzálních) kostí je 5 a spolu dohromady tvoří nárt. Jsou tvořeny proximálním koncem - basis, tělem - corpus a distálním koncem, který představuje

hlavice - caput. Z baze páté metatarzální kosti vybíhá na zevní straně hrbol (tuberositas metatarsi quinti), který slouží k úponu krátkého lýtkového svalu (musculus fibularis brevis). Kostí prstů nohy (phalanges digitorum pedis) mají stejné části jako články prstů ruky, což jsou basis, corpus a caput. Navzájem se od sebe neliší ani tím, že první prst je tvořen dvěma články a druhý až pátý třemi. (Grim et al., 2001; Dylevský 2006; Naňka et al., 2015)

### **1.3 Nádor**

Nádor je soubor buněk, které nekontrolovatelně rostou a organismus není schopen řídit jejich růst. Nádory nepodléhají kontr olním mechanismům růstu buněk, které ovlivňují růst ostatních tkání těla. Nádory se označují podle toho, z jaké tkáně vznikají a přidává se přípona - om. Rozlišujeme nádory primární a sekundární. Primární nádor je nádor vzniklý bezprostředně z tkání orgánu, ve kterém vznikl. Sekundární nádory jsou jinak označovány jako metastázy. (Mačák et al., 2004)

#### **1.3.1 Benigní nádory**

Benigní nebo - li nezhoubné nádory jsou charakteristické tím, že jsou ohraničené (neprorůstají do okolní tkáně), netvoří metastázy a rostou pomalu. Jejich nebezpečí může být v tom, že zvětšují svůj objem a utlačují tak okolní tkáně. Terapie je většinou chirurgická a vyoperování celého ložiska je obvykle poměrně snadné. Příkladem benigního nádoru je adenom nebo fibrom. (Mačák et al., 2004)

#### **1.3.2 Maligní nádory**

Maligní (zhoubné) nádory jsou typické svým rychlým růstem, neohraničeností a tím, že prorůstají do okolních tkání (rostou invazivně). Buňky maligního nádoru jsou

schopné se šířit do ostatních tkání v organismu a zakládat dceřiná nádorová ložiska, metastázy. (Mačák et al., 2004; Dienstbier et al., 2006)

### **1.3.3 Metastázy**

Metastáza je rozsev maligních (zhoubných) nádorových buněk do dalšího orgánu, kde poté rostou. Šířit se mohou krevními cévami (hematogenní metastázy) a lymfatickými cévami (lymfogenní metastázy). Další způsob šíření nádoru je po přirozených dutinách (např. břišní dutina) anebo uměle vytvořenou cestou (např. operační rána). Metastázy se mohou vyskytovat v parenchymových orgánech (např. játra, plíce), tento typ se nazývá viscerální metastáza. Dále se nacházejí v kostech - kostní metastázy. Kostní metastázy zejména tvoří karcinom plic, prsu a prostaty. Jako poslední rozeznáváme metastázy v měkkých tkáních, například v kůži. (Elfara, 2019 [online]; Linkos, 2019 [online]; Nádorové onemocnění, 2019 [online])

## **1.4 Karcinom prostaty**

### **1.4.1 Anatomie prostaty**

Prostata nebo - li jinak nazývána předstojná žláza je mužská pohlavní žláza do tvaru kaštanu. Je umístěna pod močovým měchýřem a zároveň obkružuje močovou trubici. Na prostatě rozeznáváme horní plochu (basis prostatae) naléhající na močový měchýř a hrot prostaty (apex prostatae). Předstojnou žlázou prochází močová trubice (pars prostatica urethrae). Prostata je složena ze žlázek, z vazivové a svalové tkáně, které tvoří její kostru. Její povrch je kryt vazivově svalovým pouzdem (capsula periprostaticus). Prostata se rozděluje do 3 zón, které přesněji určují místa pro vznik různých onemocnění. Zóny jsou nazývány: periferní, vnitřní (centrální) a přechodná. (Hanuš, 1994; Naňka et al., 2015)

### **1.4.2 Příznaky**

Karcinom prostaty je jedním z nejčastějších nádorů, který způsobuje smrt u mužů nad padesát let věku. Adenokarcinom je nejčastější podobou karcinomu prostaty. Karcinom prostaty je schopen dlouhou dobu růst bezpříznakově. V časném stádiu tedy nemocní pociťují minimální nebo žádné obtíže. Asymptomatický vývoj je zapříčiněn pomalým růstem tumoru. Karcinom cca v 70 % vzniká v periferní zóně prostaty a z toho důvodu nejsou zpočátku onemocnění zjevné ani obstrukční symptomy. Nádor svým růstem může zapříčinit obtíže s vyprazdňováním (defekací) stolice a obstrukční příznaky při močení. Prorůstá do semenných váčků, na spodinu močového měchýře a v pokročilejším stádiu do rekta a pánevního dna, což vyvolává pocity bolesti v konečníku. Pozdním příznakem karcinomu prostaty je hematurie - krev v moči. Mnohdy se nádor projeví až metastázami v plicích nebo skeletu. Kostní metastázy se nejčastěji vyskytují v oblasti bederní páteře, žeber a dolních končetin a projevují se bolestí v oblasti postižení. Metastázy skeletu jsou u karcinomu prostaty velice časté a téměř 80 % pacientů na ně umírá. (Hanuš, 1994; Klener, 2002; Šlampa et al., 2007; Zhou, 2019 [online])

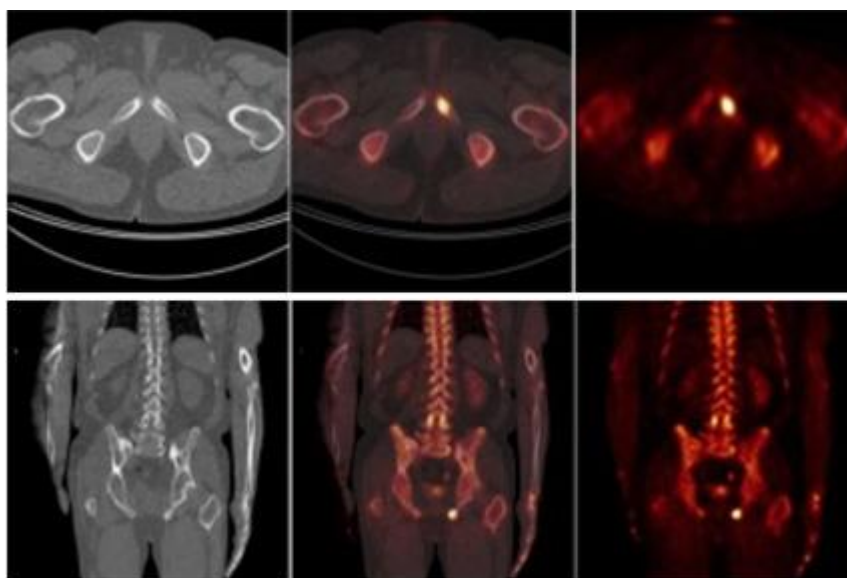
### **1.4.3 Příčiny a rizikové faktory**

Mezi možné příčiny vzniku karcinomu prostaty a rizikové faktory můžeme zařadit genetické predispozice, které znamenají riziko vzniku u syna, jehož otec onemocněl nádorem prostaty, toto riziko vzniku je až 3x vyšší. Dalšími faktory jsou obezita, ionizující záření, umělá hnojiva a zvýšený příjem živočišných lipidů. (Řiháčková, 2009)

### **1.4.4 Zobrazovací metody**

Karcinom prostaty je vyšetřen odborným urologickým vyšetřením, které zahrnuje transrektální ultrasonografii-vyšetření ultrazvukem přes konečník s biopsií - odběr

vzorku prostaty. Určení rozsahu onemocnění (staging) je poté určen dalšími vyšetřeními. Mezi další možná vyšetření se zařazuje RTG plic pro zjištění plicních metastáz, CT pánve, magnetická rezonance, která přesněji určí velikost ložiska ve žláze a jeho vztah k okolním strukturám. Přesnější umístění nádoru také určí metody nukleární medicíny, jako je SPECT nebo PET. Dále se využívá scintigrafie skeletu pro určení kostních metastáz. (Klener, 2002; Šlampa et al., 2007)



Obrázek 2: PET/CT karcinom prostaty

(Zdroj: Nemocnice Na Homolce, 2017 [online])

## 1.5 Karcinom prsu

### 1.5.1 Anatomie prsu

Prs (mamma) je párový orgán na přední straně hrudníku. Prs sestává z kožního krytu, mléčné žlázy a tukové vrstvy. Uprostřed prsu je výrazněji pigmentovaný prsní dvorec (areola mammae) v jehož středu nalezneme prsní bradavku (papilla mammae), na které vyústí vývody mléčné žlázy (ductus lactiferi). Mléčná žláza se embryonálně vyvíjí, jak u ženy, tak muže. Tvoří se z párového pruhu epitelu mléčné žlázy (glandula mammae). Po narození je mléčná žláza zakrnělá u obou pohlaví



a u mužského pohlaví takto zůstává celý život. U žen dochází během puberty k většímu růstu mléčné žlázy, rozvoji vývodů žlázy a začínají se tvořit alveoly. Prs se člení na kvadranty, pomocí nichž lze poté snáze určit místo nálezu onemocnění. (Dylevský, 2000; Naňka et al., 2015)

### **1.5.2 Příznaky**

Karcinom prsu je nejčastějším maligním nádorem ženské populace. Téměř 70 % pacientů, kteří zemřeli na karcinom prsu, měli v době úmrtí kostní metastázy. Nádor roste bez příznaků několik měsíců, někdy i několik let. Mezi příznaky karcinomu prsu patří bulka v prsu nebo axile, která je mnohdy hmatatelná a lze ji objevit při samovyšetření prsu. Dále je to bolest prsu, zvětšení, změna tvaru a velikosti (asymetrie) zasaženého prsu. Karcinom je schopen se projevit otokem, zarudnutím a změnou barvy kůže. Změny lze pozorovat také na bradavkách, mezi které lze zařadit nepravidelnost, vtažení a asymetrii bradavky a sekreci (někdy až krvavá) z bradavky. Mezi pozdní příznaky patří zvrhodovatění tkáně. (Abrhánová, 2000; Abrhánová, 2009; Řiháčková, 2009; Inaki, 2019 [online])

### **1.5.3 Příčiny a rizikové faktory**

Mezi pravděpodobné příčiny a rizikové faktory lze zařadit genetické vlivy související s výskytem nádoru prsu v rodině. Svoji úlohu při vzniku maligního onemocnění prsu mají hormonální vlivy, mezi které patří množství estrogenů, časná menstruace před 12. rokem věku a pozdní menopauza. Riziko představuje také první porod až po 35. roce věku. Rizikové faktory jsou dále obezita, nedostatečná fyzická aktivita, zvýšený příjem tuků v potravě, účinky ionizující záření na mléčnou žlázu, ženské pohlaví a vyšší věk. Až 5krát vyšší riziko pro vznik karcinomu prsu představují jiná onemocnění prsu, jako jsou cystické adenomy a duktální papilomy.

Gravidita a nepravidelný menstruační cyklus riziko vzniku maligního nádoru prsu snižuje. (Klener, 2002; Šlampa et al., 2007; Řiháčková 2009)

#### **1.5.4 Dělení karcinomu prsu**

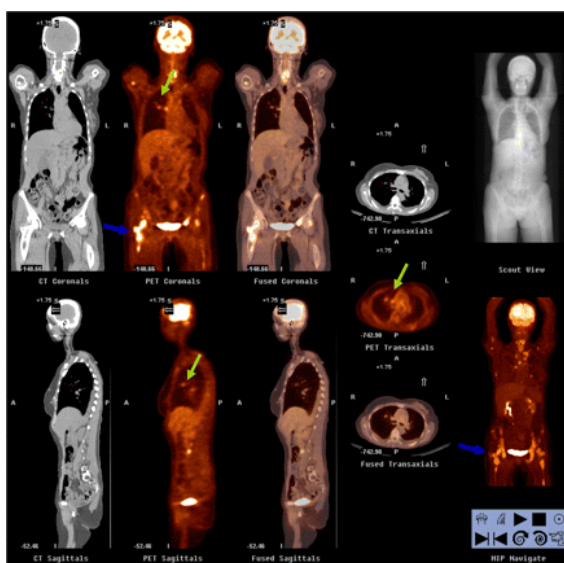
Mezi typy karcinomů prsu patří karcinomy in situ, což jsou karcinomy v počátečním stádiu, které nepřekračují membránu- jsou omezeny jen na epitel. Řadí se sem duktální karcinom (DCIS) a lobulární karcinom (LCIS). Duktální karcinom vzniká ve vývodech mléčné žlázy a vyskytuje se častěji u žen po menopauze. Na mamografii je schopen vytvářet obraz mikrokalcifikací. Jeho formou je Pagetův karcinom prsní bradavky. Lobulární karcinom vzniká v prsních lalůčkách, častěji je diagnostikován ženám před menopauzou a je mnohdy multicentrický (i v druhém prsu). Jeho nevýhodou je, že není detekovaný při mamografii. V 10-20 % případů vzniká i v kontralaterálním prsu. (Mačák et al., 2004; Šlampa et al., 2007)

Dalšími formy karcinomu prsu jsou invazivní, které představují invazivní duktální karcinom a invazivní lobulární karcinom. Invazivní duktální karcinom je nejčastějším nádorem prsu. Pohmatem (palpace) se dá zjistit, že má podobu tvrdého ložiska o velikosti až 2 cm. Tvoří metastázy v kostech, axilárních lymfatických uzlinách, játrech a plicích. Invazivní lobulární karcinom tvoří 5-10 % karcinomů prsu. Mnohdy vzniká v zevním horním kvadrantu. Ve 30 % výskytu je oboustranný. Metastazuje do vaječnicků, dělohy, mozku a kostní dřeně. (Klener, 2002; Mačák et al., 2004)

#### **1.5.5 Zobrazovací metody**

Pacient podstoupí klinické vyšetření, které je dále doplněno zobrazovacími metodami. První zobrazovací metoda, kterou lze pro diagnostiku využít, je mamografie, která dokáže diagnostikovat primární tumor a případné časně zjištění recidivy po předchozím

chirurgickém výkonu nebo po adjuvantní (zajišťovací) léčbě. Mamografie se mimo jiné užívá také pro screening (preventivní vyšetření). Jako doplňkové vyšetření se používá ultrasonografie prsů, jelikož se jedná o vysoce senzitivní vyšetření s možností biopsie. Je vhodné ho využít samostatně u dívek a žen do 40 let věku a u těhotných, protože nepředstavuje radiační zátěž. Zároveň slouží k vyšetření jater, pro případný výskyt metastáz v tomto orgánu. Vyšetření magnetickou rezonancí je vhodné k vyloučení multifokality (nádorová ložiska ve stejném kvadrantu prsu jako je primární tumor) a multicentricity (více skrytých ložisek mimo kvadrant s primárním tumorem). Magnetická rezonance stejně tak jako CT se používají pro zjištění mozkových metastáz a zhodnocení vztahu primárního nádoru a okolních tkání a orgánů. K detekci metastáz v kosti se provádí RTG kostí anebo scintigrafie kostí. Pro odlišení primárního ložiska a metastázy se používá celotělové PET/CT a dále scintigrafie skeletu k vyloučení kostních metastáz. (Šlampa et al., 2007)



**Obrázek 3: PET/CT karcinom prsu**

(Zdroj: *Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2020 [online]*)

## **1.6 Karcinom plic**

### **1.6.1 Anatomie plic**

Plíce (pulmo, pulmones) jsou párový orgán jehlancovitého tvaru, vyplňující část dutiny hrudní. Zajišťují výměnu plynů mezi vzduchem a krví. Na povrchu jsou pokryty tenkou blánou (poplicnicí). Vrcholky plic, které převyšují klíční kosti, se nazývají plicní hroty. Část plic nasedá na brániční klenbu (facies diaphragmatica) a zevní plocha plic naléhá na hrudní stěnu (facies costalis). Na vnitřní ploše (facies mediastinalis) se nachází plicní hilus. Do plíce vstupuje pomocí plicního hilu hlavní bronchus, společně s plicní tepnou a žilou (arteria et vena pulmonalis) a poté ještě mízní uzliny a tepny průdušek (aa. bronchiales). Plíce se skládají z laloků. Pravá plíce ze 3 laloků - lobus superior, medius et inferior a levá plíce ze 2 - lobus superior et inferior. Jednotlivé laloky od sebe oddělují rýhy, vpravo fisura obliqua et horizontalis, vlevo fisura obliqua. Laloky se dělí na bronchopulmonální segmenty. Segment je základní stavební a funkční jednotkou plic, který je ventilován jedním bronchem - průduškou (průdušky se dále dělí na průdušinky - bronchioly, které přechází v plicní sklípky - alveoly) a vyživován jednou větví plicní arterie. Segment má kuželovitý tvar, jehož hrot směřuje k hilu a jeho rozšířenější část směrem k povrchu plíce. Pravá plíce je složena z 10 segmentů a levá z 8. Plicní segmenty jsou od sebe odděleny vazivem. (Dylevský, 2000; Naňka et al., 2015)

### **1.6.2 Příznaky**

Karcinom plic (průdušnice a průdušek) patří mezi nejčastější zhoubná onemocnění v České republice. Zhoubná ložiska mohou vznikat v jakékoli plicní struktuře, nejčastěji v průduškách. Zhoubný nádor plic je schopný bezpříznakového růstu několik měsíců, dokonce i let. Projevující se symptomy se mnohdy objevují až, když se jedná o pokročilé stádium onemocnění. Nejčastějším příznakem karcinomu plic je kašel, setrvávající déle než měsíc, bez nachlazení nebo další nemoci cest dýchacích.

Mezi velice závažný příznak onemocnění se řadí hemoptýza - vykašlávání krve. Dále se projevuje bolestí v oblasti hrudníku, horní končetiny a bolestí při polykání. Nemocný může být dušný, chraptit a mít oteklý krk a obličej. Vzdálené metastázy se mohou projevovat v případě postižení skeletu neuropatií, bolestí kostí a patologickými frakturami. (Řiháčková, 2009)

### **1.6.3 Příčiny a rizikové faktory**

Největší příčinou pro onemocnění karcinomem plic je kouření. Až 90 % nemocných v době stanovení diagnózy onemocnění kouří nebo dříve kouřili. Riziko zrodu tohoto onemocnění velice ovlivňují rizikové faktory, kterými jsou: druh tabákových výrobků- vyšší riziko je pro kuřáky cigaret oproti kuřákům doutníků, počet cigaret denně vykouřených, kolik let nemocný kouřil a věk při počátku aktivního kouření. Mezi další rizikové faktory se řadí exogenní vlivy, kterými je pasivní kouření, azbest, radon, rtuť, arzen, těžké kovy, chrom, nikl a ionizující záření. Rizikovým endogenním vlivem je genetická predispozice. Rizikovým faktorem je dále potrava chudá na protektivní látky (ovoce a zelenina). (Šlampa et al., 2007; Řiháčková 2009)

### **1.6.4 Dělení karcinomu plic**

Karcinom plic se dělí na 2 základní skupiny - malobuněčný karcinom plic a nemalobuněčný karcinom plic. Malobuněčné karcinomy tvoří cca 20 % bronchogenních karcinomů. Projevují se mimořádně agresivním biologickým chováním, které je podobné systémovému onemocnění. Rozlišují se 3 formy: oviskový karcinom s ucelenými drobnými buňkami, s úzkým okrajem cytoplazmy, které připomínají lymfocyty, intermediární (vřetenobuněčný) karcinom mající buňky s vřetenovitým tvarem a silnější cytoplazmou oproti oviskovému a smíšené formy, které obsahují buňky obou forem. Všechny malobuněčné plicní karcinomy mají vysokou

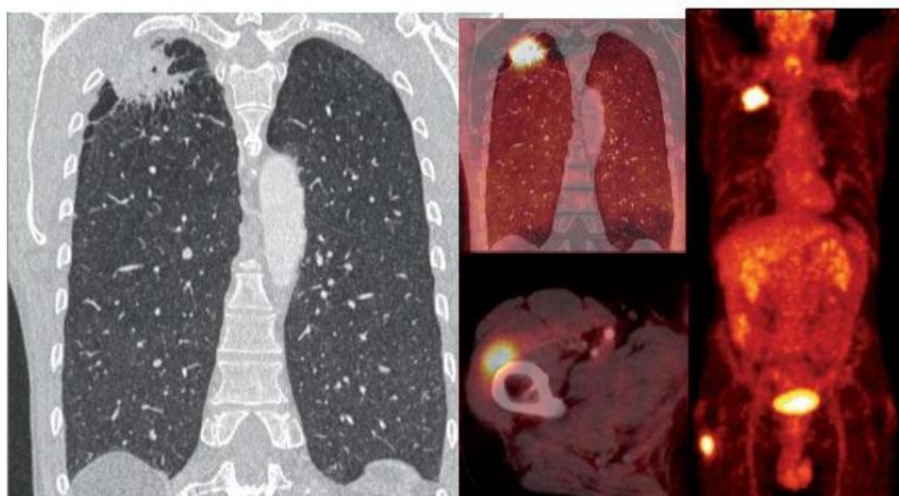
schopnost proliferace (množení) a časného metastazování. Diagnostikovány jsou většinou až v pozdních stádiích, kdy jsou již přítomny vzdálené mikrometastázy. Metastázy se vyskytují nejčastěji v CNS, kostech, plicích, játrech, nadledvinách a v kůži. Mnohokrát prorůstají do hrudní stěny a také je přítomen pleurální výpotek. (Klener, 1995; Klener, 2002)

Nemalobuněčné karcinomy plic oproti malobuněčným karcinomům mají nižší růstovou aktivitu. Mezi nemalobuněčné karcinomy se řadí 3 hlavní histologické podtypy: dlaždicobuněčné (spinocelulární) karcinomy, adenokarcinomy a velkobuněčné karcinomy. Dlaždicobuněčné karcinomy jsou většinou lokalizovány centrálně. Můžou způsobit uzávěr bronchu, což může vést k atelektáze nebo pneumonii. Tyto karcinomy mají sklon k invazi do mediastinálních uzlin. Metastázy se objevují u 15-30 % nemocných. Adenokarcinomy se jeví častěji jako periferně lokalizovaná ložiska. Často vznikají tam, kde již dříve bylo nějaké jiné plicní onemocnění, jako je plicní fibróza, recidivující pneumonie nebo fibrotizující alveolitida. Poměrně rychle metastazují do jater, nadledvin a mozku. Jejich variantou je bronchoalveolární karcinom, který často tvoří více ložisek v perifériích bronchiálního stromu. Na RTG snímku připomínají metastázy v plicích. Posledním podtypem jsou velkobuněčné karcinomy, které tvoří nejméně častou variantu nemalobuněčných karcinomů plic. Bývají lokalizovány v periferní části a mají stejnou náchylnost k tvoření metastáz jako adenokarcinomy. (Klener, 1995; Klener, 2002)

### **1.6.5 Zobrazovací metody**

Karcinom plic se kromě klinickým vyšetřením diagnostikuje také pomocí zobrazovacích vyšetřovacích technik, mezi které patří, například RTG zobrazení. Provádí se rentgen plic, který poskytuje základní makroskopické zhodnocení nádorového procesu. Další zobrazovací metodou je CT plic, které zhodnotí primární nález, lymfatické uzliny a metastatické postižení. Dále se využívá magnetická

rezonance k diferenciální diagnostice u pacientů s předpokládanou recidivou onemocnění k rozeznání od postradiační fibrózy plic. Vyšetření lze provést také u nádorů prorůstajících do stěny hrudníku ke zvážení možnosti radikální chirurgické resekce. K vyhledávání postradiačních změn může být využita perfúzní a ventilační plicní scintigrafie. Lze také použít pozitronovou emisní tomografii - PET, popřípadě PET/CT k doplnění diagnostiky plicních karcinomů a také při plánování radioterapie. (Šlampa et al., 2007)



**Obrázek 4: PET/CT karcinom plic**

(Zdroj: Novák, 2011 [online])

## **1.7 Vyšetření skeletu metodami nukleární medicíny**

Nukleární medicína je samostatný lékařský obor zabývající se diagnostikou a léčbou onemocnění, který využívá radionuklidové zdroje ionizujícího záření v podobě otevřených radioaktivních zářičů (tuhé látky, kapaliny, aerosoly a plyny) aplikovaných do organismu - metodou in vivo. Metoda in vivo znamená, že se radioaktivní látky (radiofarmaka) aplikují do těla pacienta. Radiofarmaka se většinou aplikují intravenózně (do žíly). Zobrazovací diagnostika je hlavní náplní nukleární medicíny. Menší množství zastupuje laboratorní diagnostika a terapie. Nukleární medicína využívá jako zobrazovací metodu scintigrafii, jejíž název je odvozen od scintilačního detektoru, který vytváří základ klasické scintilační kamery. Někdy se, ale také používá

název gamagrafie podle záření gama, které je emitováno pomocí radionuklidů. (Kupka et al., 2007; Koranda, 2014; Ullmann, 2019 [online])

### **1.7.1 Scintigrafie skeletu**

Scintigrafie (gamagrafie) je zobrazovací metoda, která zobrazuje distribuci radiofarmaka v organismu pomocí detekce záření gama, které emitují aplikované radioaktivní látky. Záření gama je detekováno scintilačními kamerami, které jsou umístěné poblíž vyšetřované části těla. Scintigrafie zobrazuje funkci dané tkáně a akumulaci - nahromadění radiofarmaka je závislé na funkčním stavu dané tkáně. Scintigrafie zobrazuje intenzitu kostní přestavby ve skeletu. (Kupka et al., 2007; Koranda, 2014; Beneš, 2015)

Scintigrafie skeletu je nejčastější vyšetření nukleární medicíny. K vzestupu této metody došlo začátkem 70. let 20. století. Scintigrafie poskytuje diagnostiku časného stádia onemocnění mnohdy dříve než rentgenové vyšetření a přehledné zobrazení celého skeletu. Kostní scintigrafie je přínosná pro brzké odhalení patologických procesů jako jsou benigní a maligní onemocnění skeletu a opakovaná scintigrafie je zvláště přínosná ke zhodnocení terapie kostních metastáz. (Brousil et al., 1988; Bakos, 1996; Kupka et al., 2007)

Scintigrafie skeletu se dělí na statickou a dynamickou. Statická scintigrafie skeletu je funkční vyšetření, které zobrazuje rozložení a změny v metabolismu kostní tkáně a rozložení kostní přestavby, s cílem odhalit patologické nádorové, zánětlivé nebo degenerativní procesy. Dynamická nebo - li 3-fázová kostní scintigrafie je kombinace statické a dynamické scintigrafie určité oblasti skeletu. Provádí se z důvodu posouzení regionální hyperemie - překrvení, (která vznikla následkem osteomyelitidy), kostních traumat, artritidy, kostních nádorů a podobně. (Kupka et al., 2007; Ullmann, 2019 [online])



### 1.7.1.1 Scintilační kamera

Scintilační kamera nebo - li gamakamera je přístroj, který snímá fotony gama záření souběžně z celého zorného pole, převádí je na elektrické impulzy a prostřednictvím nich poté vytváří scintigrafický obraz distribuce radioindikátoru v daném zorném poli. Kamera je složena z detektorů a počítače - vyhodnocovacího zařízení. Detektor scintilační kamery je složen ze 3 částí, kterými jsou: scintilační krystal, kolimátor a soubor fotonásobičů. Scintilační krystal je tvořen jodidem sodným aktivovaným thaliem-NaI(Tl) je velkoplošný. Ke krystalu jsou připojeny pomocí světlovodivé hmoty fotonásobiče (bývá jich 19 až 90). Světlovodivá hmota zjednodušuje přestup světla ze záblesků v krystalu na fotokatodu fotonásobiče a znemožňuje vznik lomu světla na optických rozhraních. Scintilační krystal, fotonásobiče a náležitá elektronika jsou zabudované ve speciálním mohutném pouzdře, které zajišťuje světlotěsnost a radiační stínění proti zevnímu ionizujícímu záření a zevnímu magnetickému poli. Dolní úsek pouzdra obsahuje mechanismus, přes který je připojen kolimátor, který je v těsné blízkosti scintilačního krystalu. Kolimátor je při vyšetření situován směrem k pacientovi. (Ullmann, 2019 [online])

Kolimátory jsou výměnné a jsou vyrobené z olova, popřípadě wolframu. Kolimátor vymezuje směr fotonů dopadajících na scintilační krystal a také zorné pole kamery. Scintigrafické kolimátory jsou většinou olověné desky s mnoha otvory-kanálky (daného tvaru, odpovídající velikosti a směru), oddělené olověnými přepážky (septy), které jsou hustě a rovnoměrně rozmístěné. Na krystal dopadají pouze fotony, které letí ve směru osy otvorů anebo fotony letící skoro kolmo ke kolimátoru a krystalu. Fotony letící v jiném směru jsou absorbované v septech. U scintilačních kamer se používají různé druhy kolimátorů. Kolimátory se odlišují podle energie záření gama radiofarmaka, podle počtu, velikosti a konfigurace (uspořádání) otvorů a podle rozlišovací schopnosti a citlivosti. (Koranda, 2014; Ullmann, 2019 [online])

Podle energie záření gama, které je detekováno, rozlišujeme 3 skupiny kolimátorů, které se od sebe liší tloušťkou přepážek.

- Kolimátory pro nízké energie - LE, jsou používány pro energie do 160 keV, mají mnoho drobných otvorů o průměru cca 2 mm a tenké přepážky o rozměrech 0,2-0,5 mm. Nejčastěji se používají u vyšetření s Tc-99m.
- Kolimátory pro střední energie 150-300 keV, mající průměr otvorů přibližně 3 mm s tenkými přepážky cca 1 mm široké. Jsou používány při vyšetření s  $^{111}\text{In}$ .
- Kolimátory pro vysoké energie 300-400 keV, s velkými otvory o velikosti 4 mm a silnými přepážky 2-3 mm. Obvykle používány u vyšetření s  $^{131}\text{I}$ . (Šabata 2019; Ullmann, 2019 [online])

Podle rozlišovací schopnosti lze kolimátory dělit na:

- LEAP kolimátory pro nízké energie a všeobecné aplikace.
- LEHR kolimátory, které se využívají pro nízké energie s vysokým rozlišením. Mají drobnější a delší otvory. Jejich rozlišení se zhoršuje se vzdáleností pomaleji než u LEAP kolimátorech a jsou dnes nejvíce používané.
- LEUHR kolimátory pro nízké energie, mající velmi vysokou rozlišovací schopnost. Mají nižší citlivost oproti LEHR kolimátorům. (Šabata, 2019)

Podle počtu, velikosti a uspořádání otvorů, kolimátory dělíme na:

- Konvergentní kolimátory mající sbíhající otvory směrem k pacientovi, pomocí nichž zvětšují obraz.
- Fan Beam kolimátory, které mají sbíhavé otvory, ale jen v transverzálním směru, vysokou citlivost a dobrou rozlišovací schopnost ve větší vzdálenosti od čela kolimátoru. Používají se při vyšetření mozku a srdce.

- Pinhole kolimátory, které jsou jednoděrové. Mají nízkou citlivost a poskytují vysoké rozlišení malých orgánů. Využívají se pro zobrazení malých orgánů, například štítné žlázy. (Šabata, 2019)

### **1.7.1.2 Radiofarmaka**

Radiofarmakum je léčivý přípravek, který obsahuje jeden nebo více radionuklidů-izotop s nestabilním jádrem, u kterého nastává radioaktivní přeměna s emisí ionizujícího záření. Radionuklid, který je obsažen v radiofarmaku je specifický svým poločasem rozpadu (doba, za kterou klesne aktivita radionuklidu na polovinu), druhem a energií ionizujícího záření. Množství radionuklidu se vyjadřuje aktivitou, jejíž jednotkou je Bq. V nukleární medicíně se používají radionuklidy vyráběné v jaderném reaktoru nebo cyklotronu. Radiofarmaka jsou aplikována na nukleárních medicínách z diagnostických nebo terapeutických příčin. Způsoby podání radiofarmak jsou parenterální, perorální a inhalační. (Kupka et al., 2007; Koranda, 2014)

U zobrazení skeletu pomocí scintigrafie se nejčastěji používají radiofarmaka na bázi fosfátových komplexů značených  $^{99m}\text{Tc}$ . Nejčastěji se používají nejjednodušší difosfonáty s nejkratším řetězcem, tudíž i s nejrychlejším únikem z měkkých tkání. Jsou jimi  $\text{Tc-}^{99m}\text{-HDP}$  (hydroxymethylendifosfonát) a  $\text{Tc-}^{99m}\text{-MDP}$  (methylendifosfonát). Difosfonáty se z velké části vážou na povrch hydroxyapatitového krystalu a méně na kalciumfosfát a na organickou matrix. Intenzita akumulace radiofarmaka závisí na osteoblastické aktivitě kosti, která ovlivňuje tvorbu a růst hydroxyapatitových krystalů a na průtoku krve. (Kupka et al., 2007; Koranda, 2014)

### **1.7.1.3 Příprava pacienta**

Pacient může před vyšetřením pít a jíst. Velice nutná je dostatečná hydratace pacienta před a v průběhu vyšetření, z důvodu snížení radiační zátěže na močový měchýř. Těsně

před vyšetřením by se měl pacient dostatečně vymočit. Pacient si odloží všechny kovové předměty, jako například hodinky, šperky a klíče. (Kupka et al., 2007; Koranda, 2014)

#### **1.7.1.4 Průběh vyšetření**

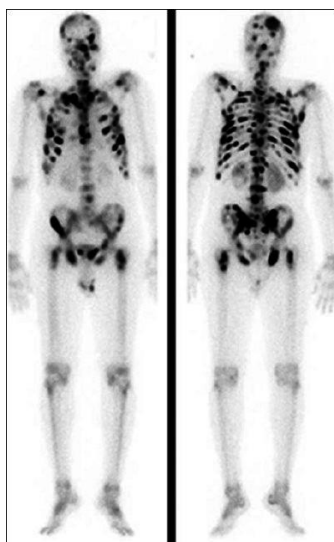
Pacient leží na zádech na vyšetřovacím stole. Při podezření nálezu v oblasti hrudníku jsou paže pacienta umístěny nad hlavou, zatímco při podezření nálezu v místě hlavy a krku jsou paže pacienta umístěny podél těla. Při statické scintigrafii se intravenózně podá radiofarmakum Tc-99m-HDP nebo Tc-99m-MDP o aktivitě 600-1000 MBq, jehož množství je závislé na hmotnosti pacienta. Po aplikaci radiofarmaka nastává časový odstup od snímání, který je dlouhý 2-4 hodiny. Poté se snímají planární obrazy jednotlivých částí skeletu v určitých projekcích - cílená scintigrafie anebo se pořizuje celotělová planární scintigrafie. (Ullmann, 2019 [online]; Youssef, 2019 [online])

Při dynamické scintigrafii skeletu se po aplikaci radiofarmaka okamžitě spustí dynamická scintigrafie vyšetřované části těla. Scintigrafie se dělá ve 3 fázích. První perfúzní fáze ("flow") snímá prokrvení sledované oblasti skeletu a okolních tkání. Jeden snímek trvá 2 sekundy a snímá se po dobu cca 5 minut. Druhá fáze se nazývá tkáňová "blood pool", která zachycuje přechod radiofarmaka z krevních cest do mezibuněčného prostoru měkkých tkání a kostí. Snímá se přibližně 10 minut po 30 sekundách. Poslední třetí fáze je skeletální pozdní fáze, což je statický scintigram po 2-3 hodinách, stejně jako u statické scintigrafie skeletu. (Ullmann, 2019 [online])

#### **1.7.1.5 Diagnostika primárních nádorů a metastáz**

Nejčastější indikací scintigrafie skeletu je potvrzení nebo popření generalizace primárního tumoru do kostry a dále zhodnocení efektu terapie nádorového onemocnění. Scintigrafie skeletu je velmi vhodná metoda pro určení přítomnosti kostních metastáz

ve skeletu. Kostní metastázy se na scintigrafii skeletu prokážou až o několik měsíců dříve než na rentgenovém snímku. Scintigrafie neumí odlišit benigní a maligní tumory. Přes 80 % metastatických ložisek se nalézá v axiálním skeletu. Do skeletu nejčastěji metastazují karcinomy prostaty, prsu a plic. Primární i sekundární kostní nádory se na scintigrafii skeletu zobrazují jako „horká“ ložiska - ložiska patologicky zvýšené přestavby kostí, kde se zvýšeně vychytává radiofarmakum. Některé maligní tumory se zobrazují jako „studená“ ložiska, což se zobrazuje na scintigramu skeletu jako výpad aktivity. Při diagnostice primárních tumorů i metastáz se používají nejčastěji radiofarmaka Tc-99m HDP nebo Tc-99m-MDP. (Dienstbier et al., 1989; Koranda, 2014; Amoako, 2019 [online])



**Obrázek 5: Celotělová scintigrafie skeletu, metastázy ve skeletu**

(Zdroj: ResearchGate GmbH., 2008-2020 [online])

### **1.7.2 Pozitronová emisní tomografie-PET**

Pozitronová emisní tomografie je metoda scintigrafického zobrazení rozložení pozitronových radionuklidů, která je založena na detekci dvou anihilačních fotonů, které vznikají při interakci emitovaných pozitronů s elektrony v tkáni pacienta, kterému byl podán pozitronový radionuklid. Při interakci elektronu

s pozitronem dochází k jejich vzájemné anihilaci - přeměna páru elektron a pozitron na dva fotony gama záření o energiích 511 keV. Fotony se od sebe vzdalují (od místa anihilace) současně v protilehlých směrech, pod téměř 180° úhlem. (Koranda, 2014; Ullmann, 2019 [online])

Většina vyšetření pomocí PET se v ČR provádí s radiofarmakem 18F-FDG nebo 18F-NaF. PET je mladší zobrazovací metoda než scintigrafie skeletu. V České republice funguje první PET skener od roku 1999. V dnešní době existují hybridní přístroje PET/CT a PET/MR, dokonce se dnes od samostatných přístrojů PET ustupuje a nahrazují se hybridními PET/CT. Vyšetření PET anebo PET/CT je nejčastěji využíváné u onkologických pacientů. Toto vyšetření se používá při hledání neznámého primárního tumoru, k jeho diferenciaci, ke stagingu před terapií, ke sledování efektu protinádorové terapie v jejím průběhu i po ukončení a k brzkému průkazu recidivy. (Kupka et al., 2007)

### **1.7.2.1 PET kamera**

PET kameru tvoří kruhový prstenec detektorů, jehož průměr je 70-80 cm. Detektory kamery registrují dvojice fotonů anihilačního gama záření, jejichž energie je 511 keV v koincidenčním režimu (současném režimu) z protilehlých směrů. Detektory jsou v několika řadách (3-5 řad) upevněny v gantry. Gantry projíždí lehátko s pacientem, jehož přesný posun je řízený počítačem, tak aby se snímané obrazy těla skládaly do výsledného PET obrazu. (Ullmann, 2019 [online])

### **1.7.2.2 Hybridní přístroje PET/CT**

Hybridní přístroj PET/CT vzniká spojením PET a CT do jednoho přístroje. Poskytuje akvizici funkčních dat pomocí PET a anatomických dat pomocí CT během jednoho vyšetření. Fúze obrazu PET, které má horší prostorové rozlišení 5-8 mm

a morfologického obrazu CT s lepším rozlišením 0,5-2 mm umožňuje přesnou lokalizaci a interpretaci tkání se zvýšenou akumulací radiofarmaka. Velice důležitou funkcí CT je poskytnutí informací pro výpočet atenuační mapy, které je potřeba pro korekci surového PET obrazu na zeslabení anihilačních fotonů ve tkáni. Bez této korekce nelze samostatné PET obrazy bezpečně hodnotit. (Koranda, 2014)

### **1.7.2.3 Radiační zátěž pacienta při PET a PET/CT**

Při vyšetření PET i PET/CT, obdrží pacient určitou dávku záření. Při samostatném PET vyšetření je pacient vystaven ionizujícímu záření z radiofarmaka, jehož množství aktivity vychází z diagnostické referenční úrovně, která by neměla být překročena. Pacient je tedy vystaven malé radiační zátěži. U PET/CT je radiační zátěž vyšší, protože pacient obdrží dávku, jak z PET, tak z CT. U vyšetření PET/CT je obdržená dávka z CT nižší než dávka ze samostatného diagnostického CT. U PET/CT snímání se nastavuje nízkodávkový režim CT, používá se program, který reguluje proud rentgenky a tím i velikost ozáření tkání podle aktuální tloušťky těla. Například při CT břicha obdrží pacient dávku 10 mSv, zatímco při PET/CT celého těla je pacient vystaven dávce 15 mSv. Za nepříznivý vliv při PET/CT se dá označit možnost alergické reakce, která je spojena s podáním jodové kontrastní látky. (FN Motol, 2012 [online]; Koranda, 2014; Vomáčka, 2015; Šabata, 2019)

### **1.7.2.4 Klinické aplikace PET a PET/CT v onkologii**

Pomocí PET a PET/CT se nejčastěji vyšetřují maligní lymfomy, nádory v oblasti gastrointestinálního traktu, karcinom plic, maligní melanom, karcinom prsu, karcinom štítné žlázy, karcinomy hlavy a krku, gynekologické tumory, karcinom prostaty a nádory a metastázy mozku. U karcinomu prostaty se neaplikuje 18F-FDG, protože se v tomto druhu karcinomu neakumuluje s výjimkou nízce diferencovaných nádorů. K zobrazení tohoto karcinomu se využívá radiofarmakum 18F-cholin. Karcinom prsu se na PET/CT vyšetřuje pomocí 18F-FDG, které je přínosné při detekci uzlinových

a vzdálených metastáz. K diagnostice karcinomů plic na PET/CT se využívá 18F-FDG. Umožňuje diagnostikovat benigní a maligní plicní uzle a detekovat vzdálené metastázy. Jestliže se tumor nalézá v oblasti zánětlivých změn je možné aplikovat 18F-FLT k určení rozsahu a lokalizace daného tumoru. (Koranda, 2014)



## **2 Cíl práce a výzkumná otázka**

### **2.1 Cíl práce**

Poskytnout přehled o vývoji počtu celotělové scintigrafie skeletu v souvislosti s počty PET a počty pacientů s karcinomem prostaty, plic a prsu od roku 2010 na vybraných odděleních nukleární medicíny.

### **2.2 Výzkumná otázka**

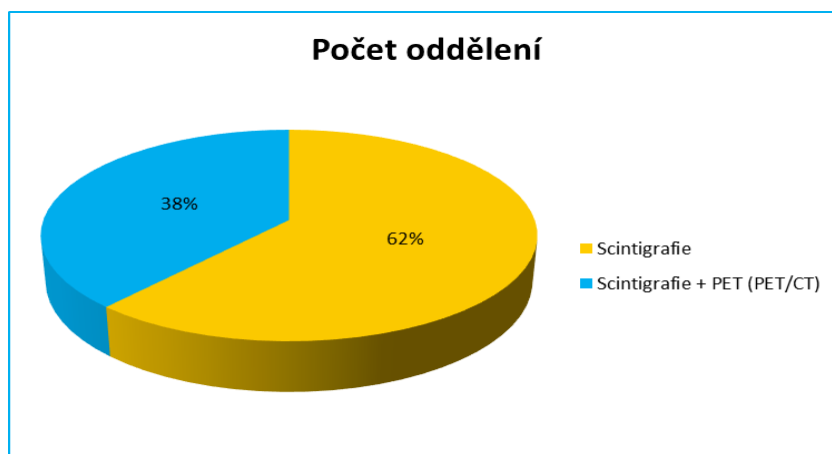
Počty vyšetření pomocí celotělové scintigrafie skeletu během let narůstají?

### 3 Metodika

Teoretickou část bakalářské práce jsem vypracovala s použitím odborné literatury, zahraničních časopisů a internetových stránek.

#### 3.1 Soubor oddělení a hlášených onemocnění

Pro získání přehledu o vývoji počtu celotělové scintigrafie skeletu a PET, PET/CT vyšetření byl vybrán základní statistický soubor (ZSS) oddělení nukleární medicíny, který byl získán pomocí kvantitativního šetření pomocí tabulky (viz Příloha 1). Tabulka obsahovala sloupec s počty výkonů celotělové scintigrafie (kód výkonu 47241) a sloupec s PET, PET/CT výkony (kódy výkonů 47351 + 47355). Tabulka byla rozdána 21 oddělením nukleární medicíny ČR v období od září 2019 do ledna 2020. Návratnost vyplněných tabulek byla 61,9 %. Tabulku tedy vyplnilo 13 oddělení nukleární medicíny, což je vybraný statistický soubor (VSS). Vybraný statistický soubor zahrnovalo 8 oddělení, která prováděla celotělovou scintigrafii skeletu a 5 oddělení, která vykonávala celotělovou scintigrafii skeletu a současně také PET, PET/CT vyšetření.



Graf č. 1 Počet oddělení

Zdroj: Vlastní výzkum

Tabulka byla určena pro pracoviště nukleární medicíny, na kterých se provádí celotělová scintigrafie skeletu a vyšetření pomocí PET, PET/CT přístroje. Představovaly to nemocnice v krajských městech a další vybrané nemocnice.

### **Seznam zúčastněných nemocnic**

- DIMED s. r. o. - Pracoviště Chrudim
- Fakultní nemocnice Brno
- Fakultní nemocnice Hradec Králové
- Fakultní nemocnice Královské Vinohrady
- Fakultní nemocnice Ostrava
- Fakultní nemocnice Plzeň
- Fakultní nemocnice v Motole
- Karlovarská krajská nemocnice a.s.
- Krajská nemocnice Liberec, a.s.
- Krajská zdravotní, a.s. - Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.
- Nemocnice České Budějovice, a.s.
- Oblastní nemocnice Kolín, a.s., nemocnice Středočeského kraje
- Radioizotopové pracoviště IKEM

Pro získání přehledu o počtu pacientů s diagnózou C61 (zhoubný novotvar prostaty), C50 (zhoubný novotvar prsu) a C33-C34 (zhoubné novotvary průdušnice, průdušek a plic) jsem dále využila dostupná data z Ústavu zdravotnických informací a statistiky (ÚZIS) od roku 2010 do roku 2017, které jsem zpracovala do tabulek (viz Příloha 2, 3 a 4). Statistická data novotvarů za rok 2018 nejsou zveřejněná.

### **3.2 Počítačové zpracování**

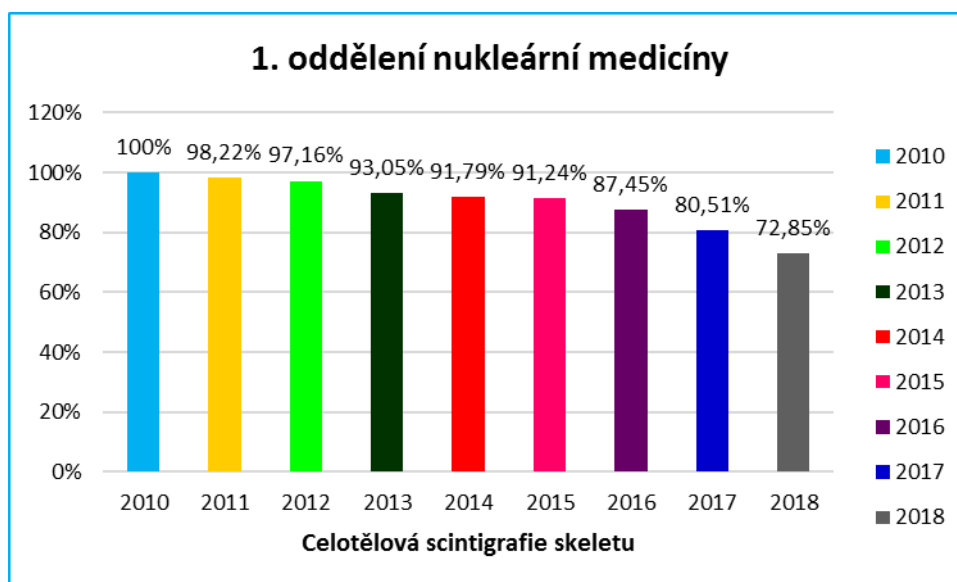
Získaná data pomocí tabulkového kvantitativního šetření byla programem Microsoft Excel 2016 zpracována do tabulek a grafů a vyhodnocena deskriptivní statistikou, která

zahrnuje formulaci statistického šetření, škálování, měření a elementární statistické zpracování.

## 4 Výsledky

Výsledky kvantitativního výzkumu jsem zobrazila pomocí sloupcových a bodových grafů, které přehledně znázorňují procentuální vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu, PET, PET/CT a vývoj počtu pacientů s karcinomem prostaty, prsu a plic v posledních několika letech.

### Celotělová scintigrafie skeletu

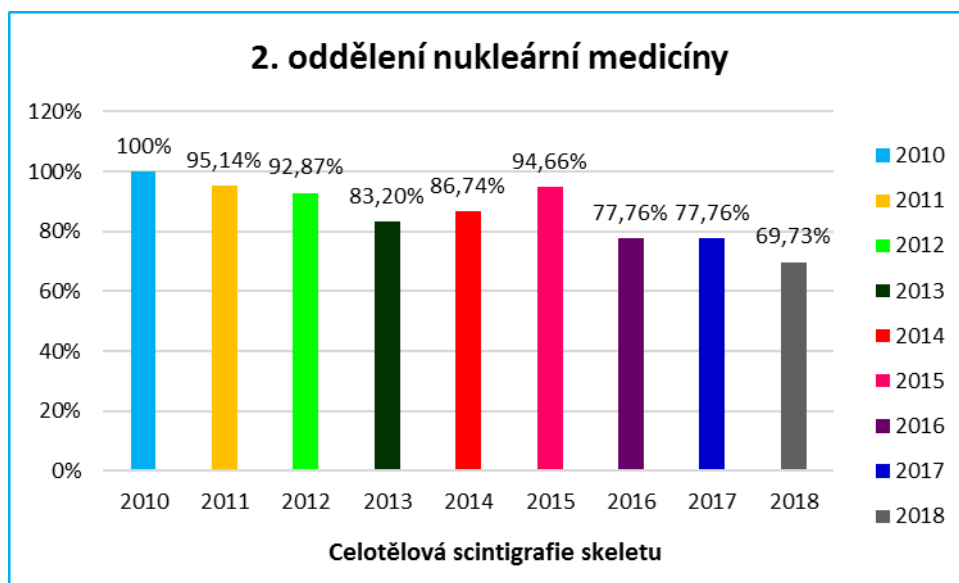


Graf č. 2 Vývoj scintigrafie skeletu 1. oddělení

Zdroj: Vlastní výzkum

- **100 %** představuje **2 534** vyšetření

Graf č. 2 zobrazuje procentuální vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu na 1. oddělení nukleární medicíny od roku 2010 do roku 2018. Z grafu je zřejmé, že na daném oddělení během posledních let počty vyšetření celotělové scintigrafie skeletu klesaly.

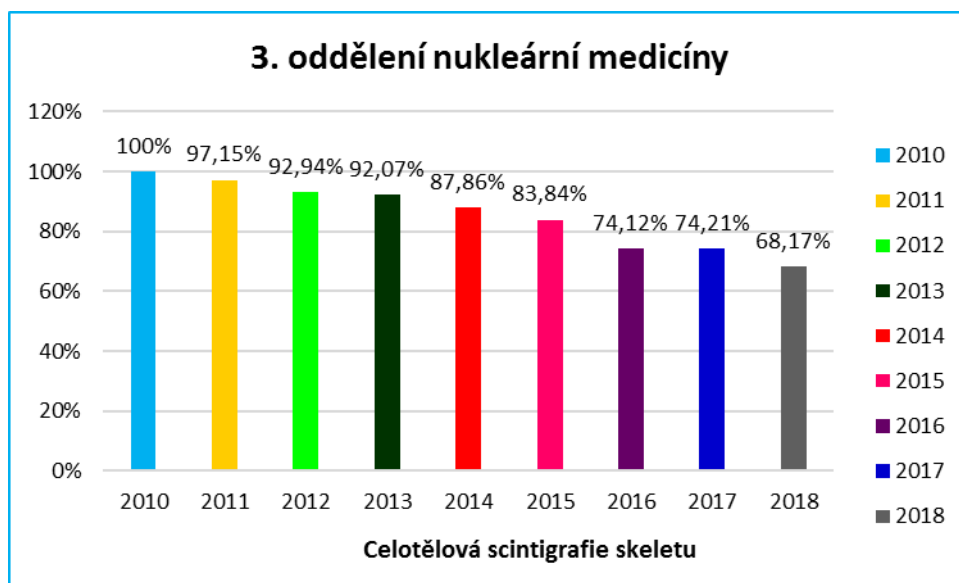


**Graf č. 3 Vývoj scintigrafie skeletu 2. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **1 893** vyšetření

Na grafu č. 3 můžeme vidět procentuální vývoj vyšetření celotělové scintigrafie skeletu 2. oddělení nukleární medicíny, které se zúčastnilo daného výzkumu. Z grafu vyplývá, že nejvíce vyšetření bylo vykonáno v letech 2010, 2011 a 2015.

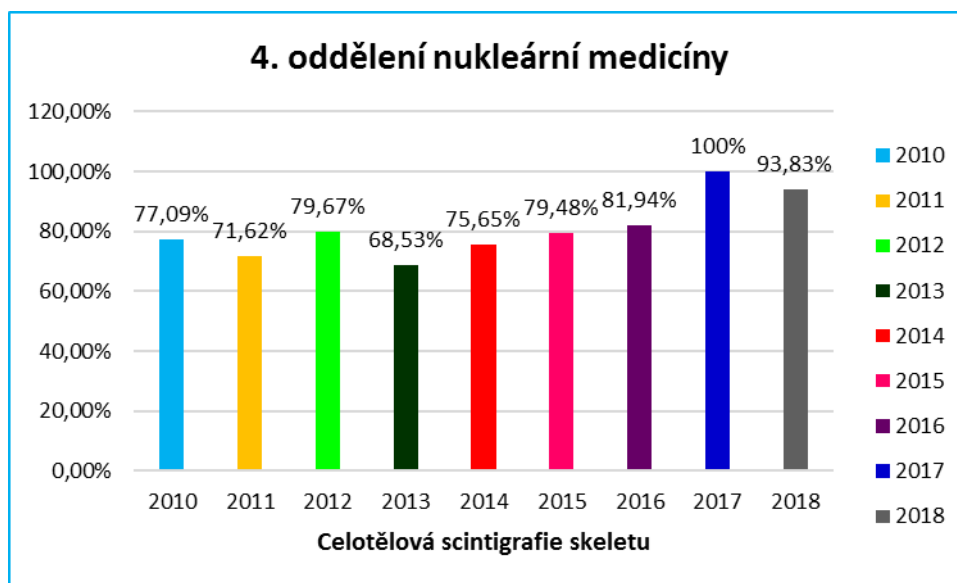


**Graf č. 4** Vývoj scintigrafie skeletu 3. oddělení

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **2 067** vyšetření

Graf č. 4 znázorňuje vývoj vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v průběhu posledních několika let, který byl zaznamenán na 3. oddělení nukleární medicíny. Z grafu je patrné, že na daném pracovišti bylo toto vyšetření prováděno každým rokem méně.



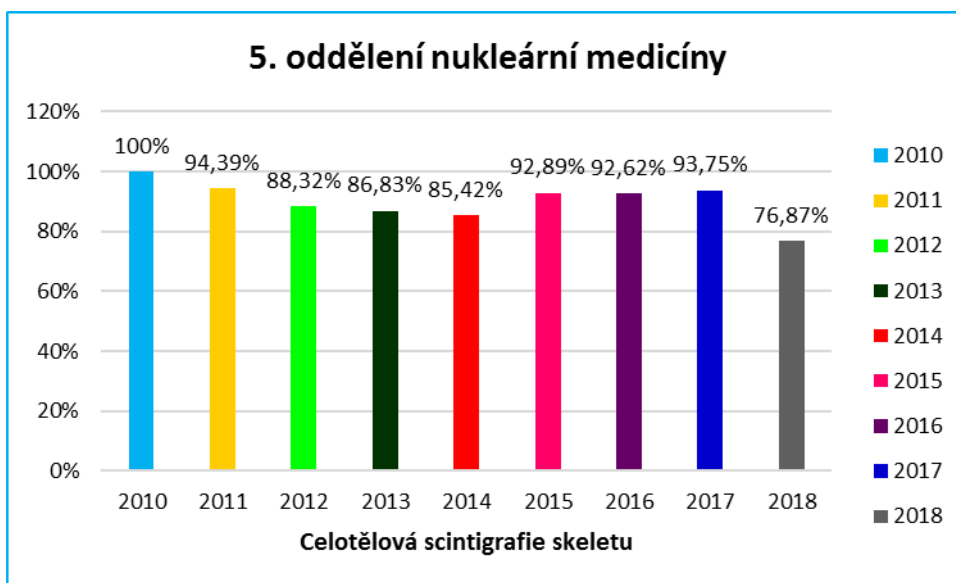
**Graf č. 5 Vývoj scintigrafie skeletu 4. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **1 589** vyšetření

Z grafu č. 5 vyčteme vývoj zkoumaného vyšetření v posledních devíti letech, který byl uskutečněný na 4. oddělení nukleární medicíny. Je patrné, že na uvedeném pracovišti nukleární medicíny během let podstoupilo dané vyšetření odlišné množství pacientů. V porovnání s předešlými grafy (grafy č. 2, 3 a 4) zde pozorujeme místo klesající tendence spíše nárůst v počtu zkoumaného vyšetření.



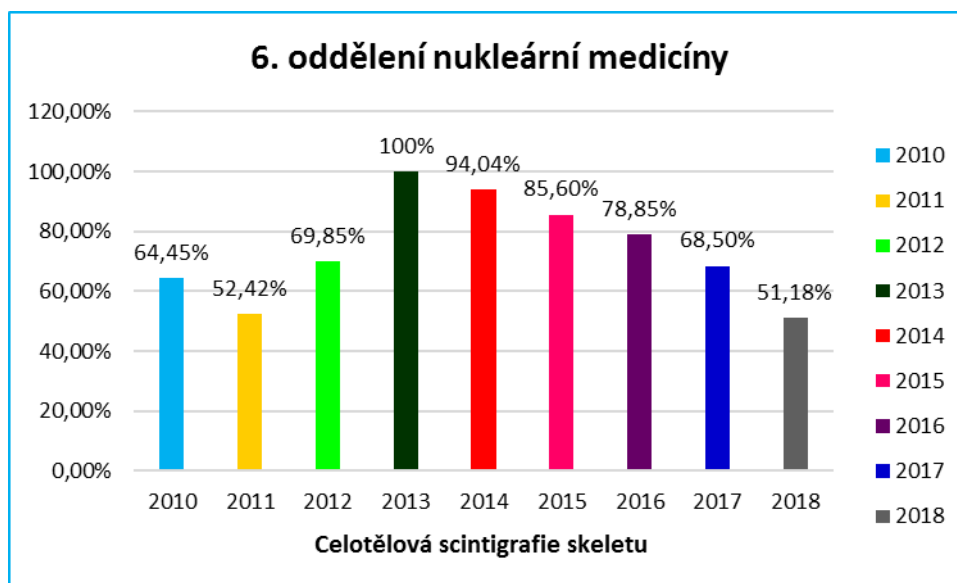


**Graf č. 6 Vývoj scintigrafie skeletu 5. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **2 209** vyšetření

Graf č. 6 na 5. vybraném oddělení nukleární medicíny zachycuje procentuální vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu od roku 2010. Na grafu je viditelný poměrně velký procentuální rozdíl počtu vyšetření mezi roky 2017 a 2018. V roce 2018 byl zaznamenaný pokles vyšetření oproti roku 2017 o celých 16,88 %.

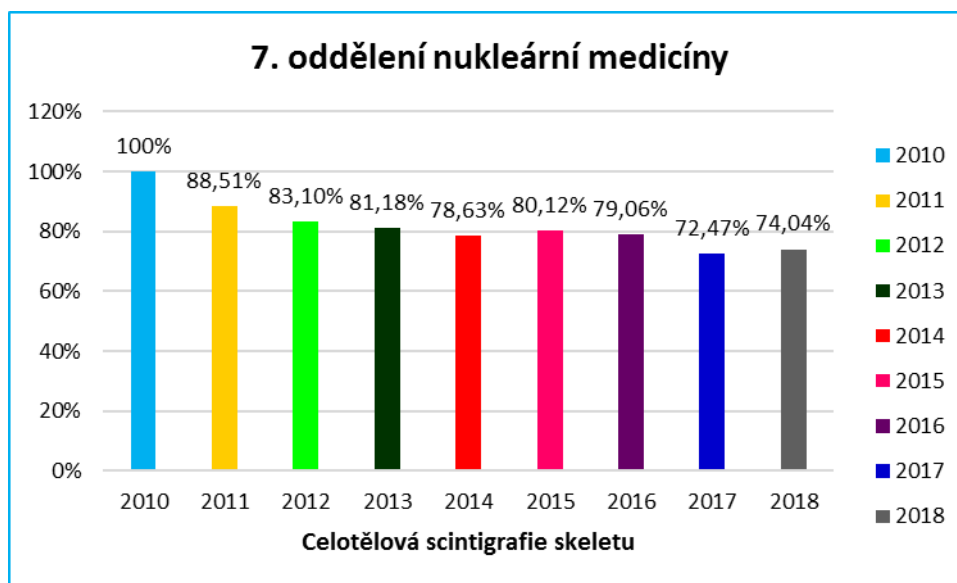


**Graf č. 7 Vývoj scintigrafie skeletu 6. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **573** vyšetření

Na grafu č. 7 jsou zobrazeny výsledky výzkumu 6. pracoviště nukleární medicíny. Velký rozdíl v provedených vyšetřeních na tomto oddělení je vidět mezi roky 2012 a 2013, kdy v roce 2013 vzrostl počet provedených vyšetření o 30,15 %. Naopak od roku 2013 je na daném oddělení patrný pokles vykonaných vyšetření celotělové scintigrafie skeletu.

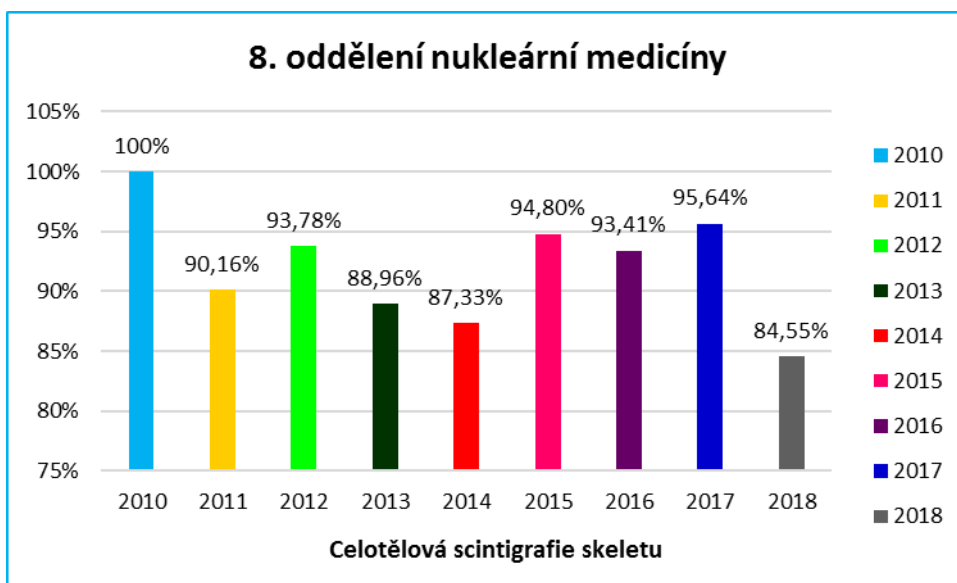


**Graf č. 8** Vývoj scintigrafie skeletu 7. oddělení

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **2 550** vyšetření

Na grafu č. 8 je zachycen vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu na dalším vybraném oddělení nukleární medicíny, které se zúčastnilo kvantitativního výzkumu. Na zaznamenaných hodnotách je s přibývajícími lety viditelný určitý úbytek počtu vykonaných vyšetření.

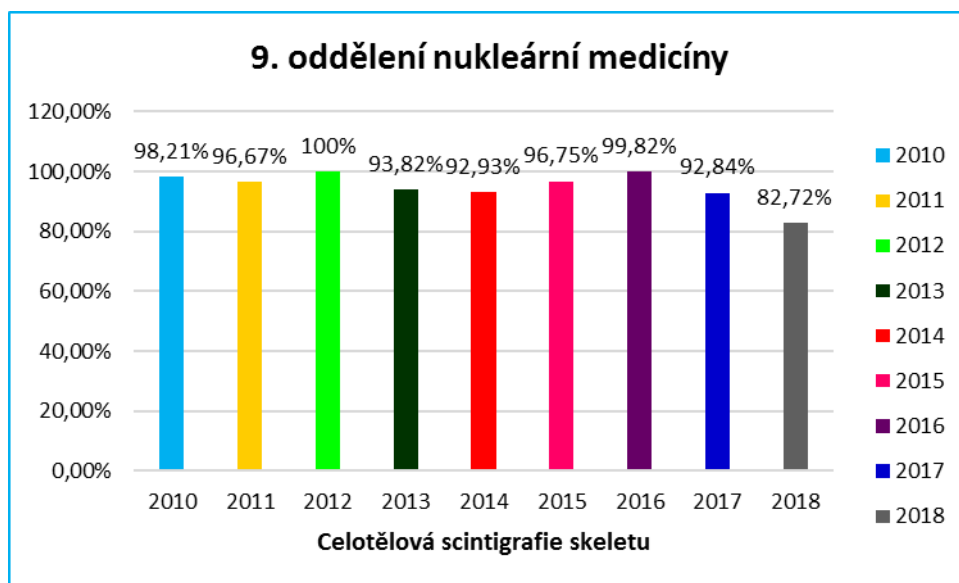


**Graf č. 9 Vývoj scintigrafie skeletu 8. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **2 155** vyšetření

Graf č. 9 znázorňuje procentuální přehled vývoje počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu od roku 2010 do roku 2018 na 8. pracovišti nukleární medicíny, které bylo zařazeno do kvantitativního výzkumu. Nejvíce pacientů podstoupilo toto vyšetření v roce 2010 (první rok výzkumu) a nejméně pacientů v roce 2018 (poslední rok zahrnutý do výzkumu).

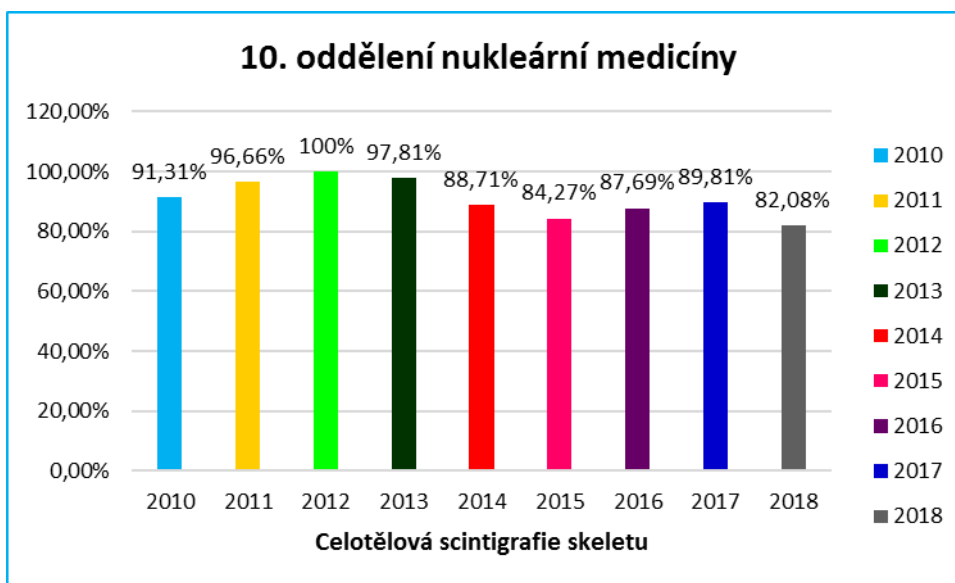


**Graf č. 10** Vývoj scintigrafie skeletu 9. oddělení

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **1 117** vyšetření

Graf č. 10 zobrazuje vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v několika posledních letech na 9. oddělení nukleární medicíny, které se podílelo na daném výzkumu. Na grafu je mezi lety 2010 až 2016 pozorovatelný poměrně konstantní vývoj počtu výchozího vyšetření.

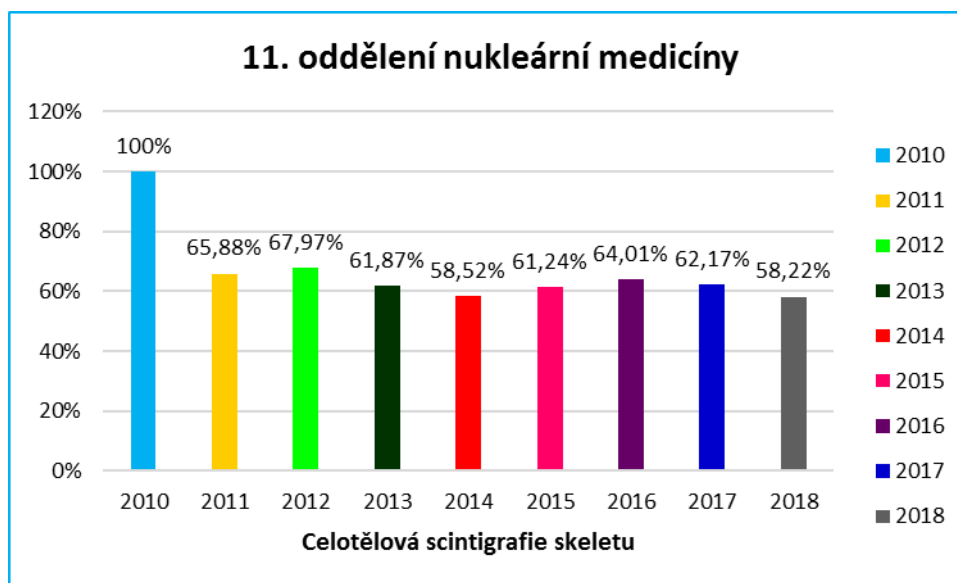


**Graf č. 11 Vývoj scintigrafie skeletu 10. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **1 462** vyšetření

Na grafu č. 11 je znázorněn procentuální vývoj sledovaného vyšetření od roku 2010 do roku 2018 na 10. oddělení nukleární medicíny zařazeného do šetření kvantitativního výzkumu. Na tomto grafu je vidět mezi jednotlivými roky poměrně zanedbatelný rozdíl v počtu provedených vyšetření celotělové scintigrafie skeletu během uvedených let.

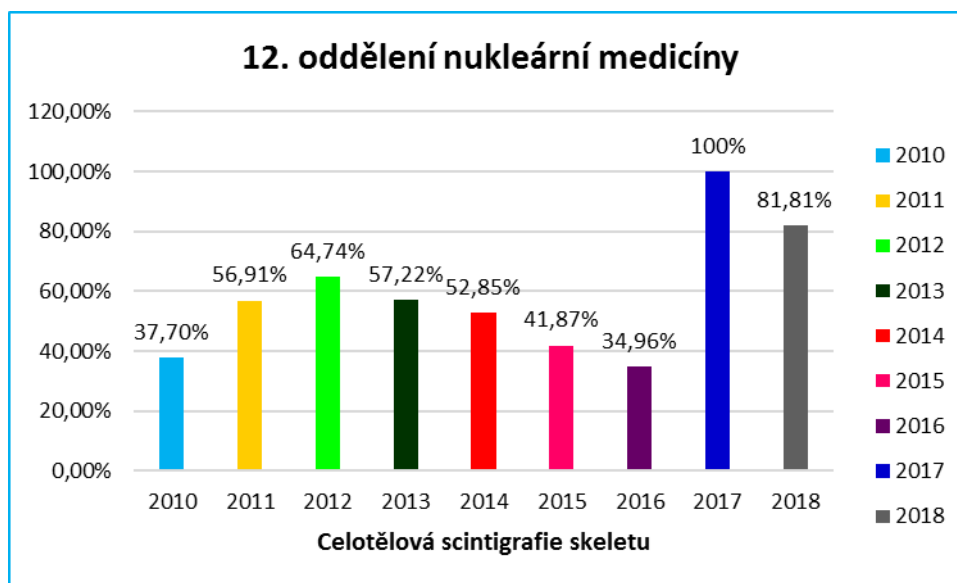


**Graf č. 12 Vývoj scintigrafie skeletu 11. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **3 968** vyšetření

Graf č. 12 zachycuje vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v posledních několika letech na vybraném 11. oddělení nukleární medicíny, které bylo zahrnuto do mého výzkumu. Na grafu lze na první pohled pozorovat, že je na daném oddělení od roku 2010 poměrně velký spád počtu zkoumaného vyšetření. Nejvyšší rozdíl je patrný při porovnání roku 2010 a roku 2018. Rozdíl mezi jednotlivými roky je roven 41,78 %.



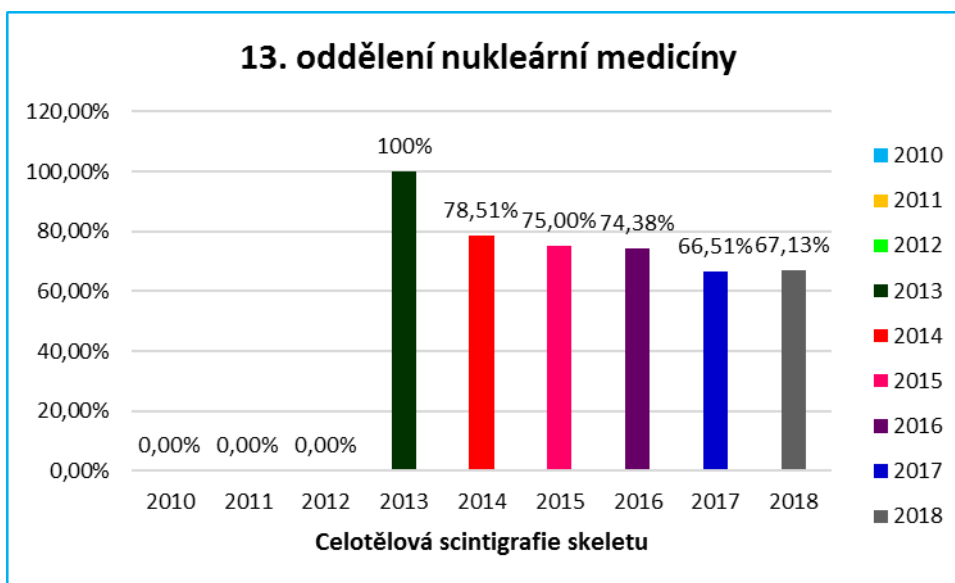
**Graf č. 13 Vývoj scintigrafie skeletu 12. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **984** vyšetření

Graf č. 13 znázorňuje získané a uspořádané údaje o vývoji počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v předešlých letech na 12. oddělení nukleární medicíny, které bylo součástí kvantitativního výzkumu. Na tomto grafu vidíme enormní nárůst počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v roce 2017 oproti roku 2016. Rozdíl mezi těmito lety je o celých 65,04 %.



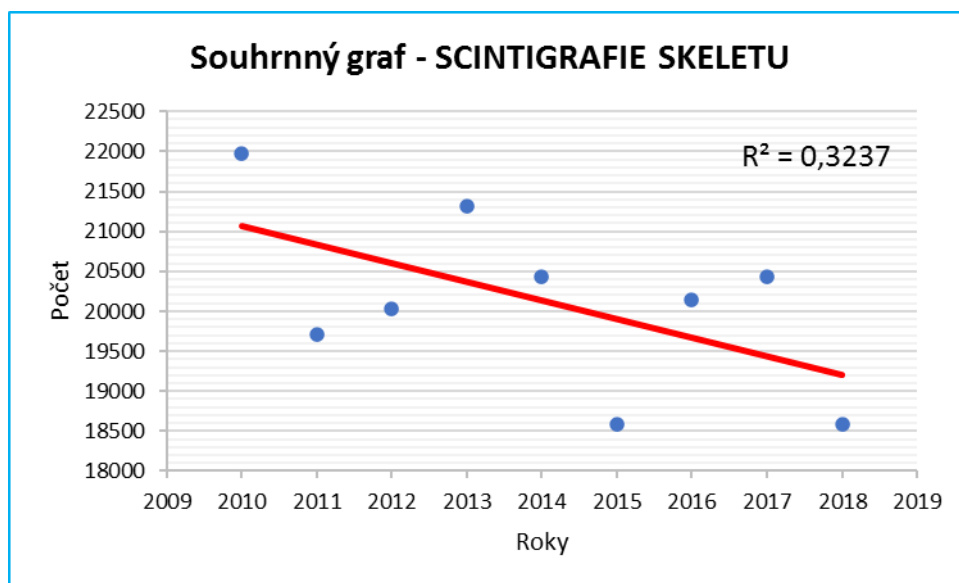


**Graf č. 14 Vývoj scintigrafie skeletu 13. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **2 108** vyšetření

Na grafu č. 14 je zobrazen vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu na 13. oddělení nukleární medicíny, jenž se zúčastnilo výzkumu. Na rozdíl od předchozích grafů je na tomto grafu zobrazen procentuální vývoj vyšetření od roku 2013 a ne od roku 2010, jak tomu je na grafu č. 2 až grafu č. 13. Data z roku 2010, 2011 a 2012 nemá toto pracoviště nukleární medicíny k dispozici. Reorganizační změna od roku 2013.

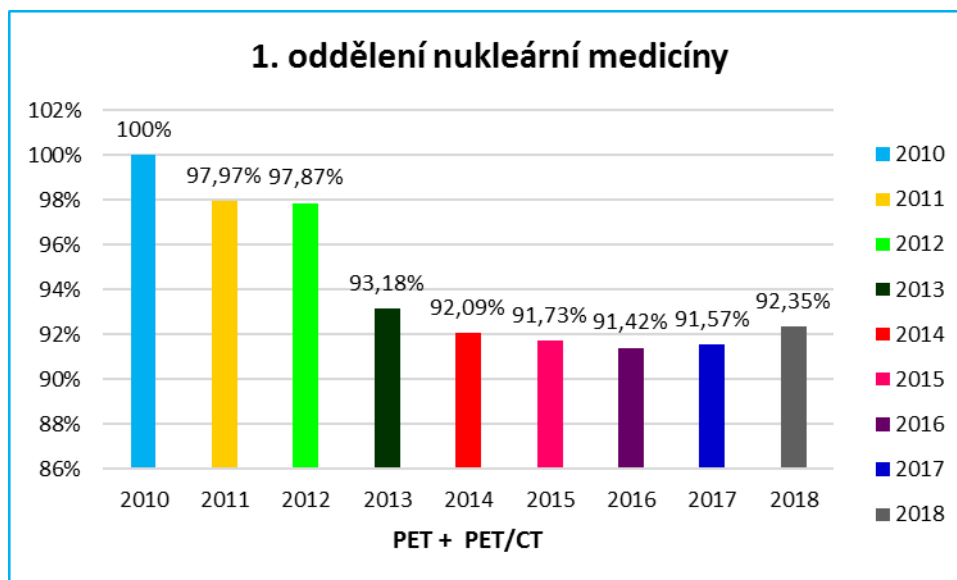


**Graf č. 15 Vývoj scintigrafie skeletu na všech odděleních**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

Graf č. 15 zobrazuje vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu od roku 2010 do roku 2018 na všech odděleních nukleární medicíny, která se zúčastnila mého výzkumu.

## PET, PET/CT

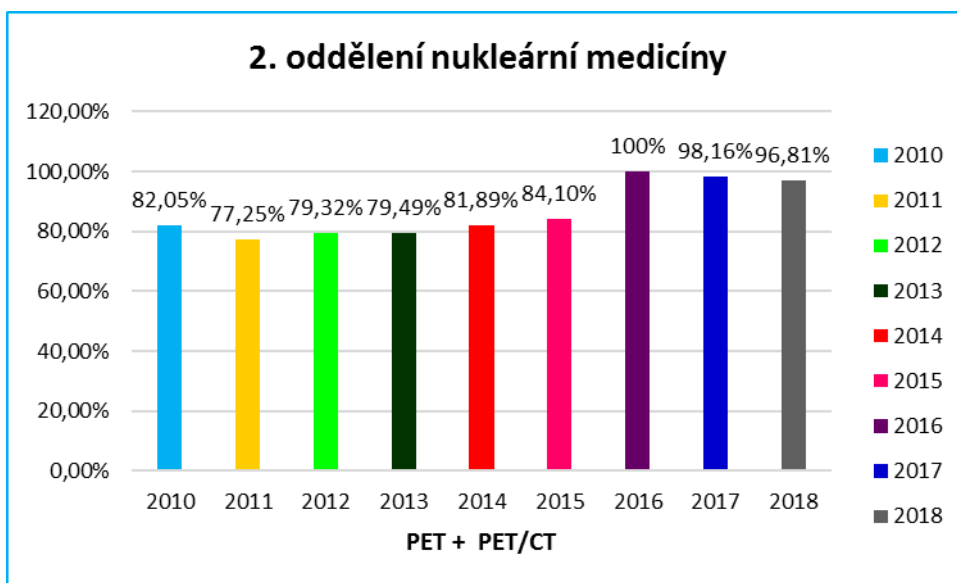


Graf č. 16 Vývoj PET, PET/CT 1. oddělení

Zdroj: Vlastní výzkum

- **100 %** představuje **1 922** vyšetření

Graf č. 16 znázorňuje 1. oddělení nukleární medicíny, na kterém byl zjišťován vývoj počtu vyšetření pomocí PET anebo PET/CT přístroje během posledních několika let, tedy od roku 2010 do roku 2018. Z grafu lze vyčíst, že nejvíce vyšetření bylo provedeno v roce 2010.

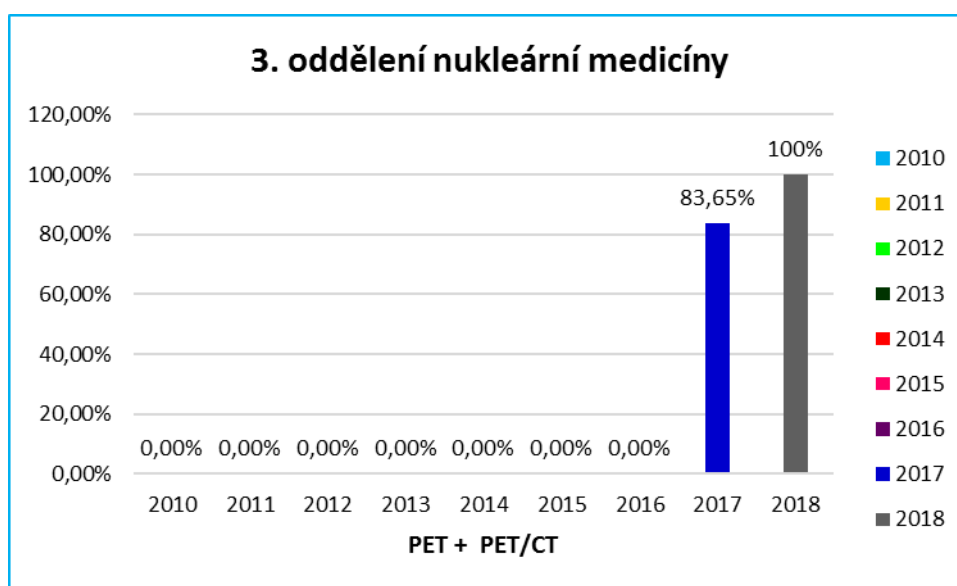


**Graf č. 17 Vývoj PET, PET/CT 2. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **3 037** vyšetření

Na grafu č.17 jsou zobrazeny výsledky kvantitativního výzkumu 2. oddělení nukleární medicíny, na jejímž pracovišti byl zjišťován počet vyšetření vykonaných na PET, PET/CT přístroji od roku 2010 do roku 2018. Z grafu můžeme vyčíst, že v letech 2011 až 2014 nedošlo k žádnému velkému rozdílu v počtu tohoto vyšetření.



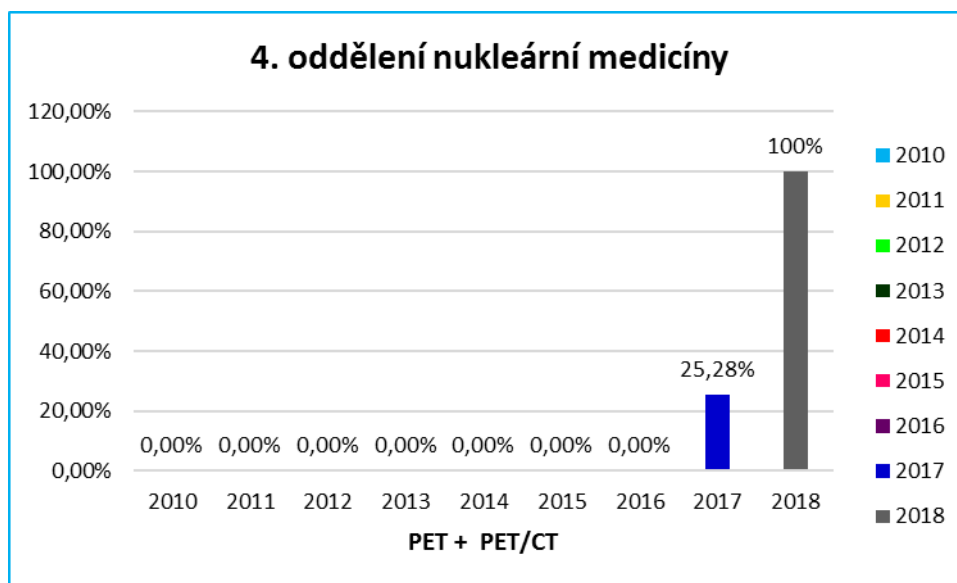
**Graf č. 18** Vývoj PET, PET/CT 3. oddělení

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **2 018** vyšetření

Na grafu č. 18 je zobrazeno 3. oddělení nukleární medicíny, které se zúčastnilo kvantitativního výzkumu, který se zajímal o počty vyšetření pomocí PET, PET/CT přístroje. Na rozdíl od dvou předchozích oddělení nukleární medicíny (graf č. 16 a 17) jsou na tomto grafu znázorněny pouze roky 2017 a 2018 místo roků 2010 až 2018. Data od roku 2010 do roku 2016 nemá pracoviště nukleární medicíny k dispozici.

Skokový vzestup v letech 2017 a 2018 je v důsledku instalace nových PET/CT přístrojů na oddělení nukleární medicíny. V České republice bylo v roce 2010 celkem 7 PET/CT přístrojů, v roce 2013 se jejich počet zvýšil na 10, v roce 2016 na 14 a v roce 2017 na 16 přístrojů. Podobné změny byly u celkového počtu PET výkonů v celé ČR: v roce 2010-2013 byl počet výkonů PET či PET/CT do 34 tisíc, v roce 2016 již 41 tisíc a v roce 2017 48 tisíc.



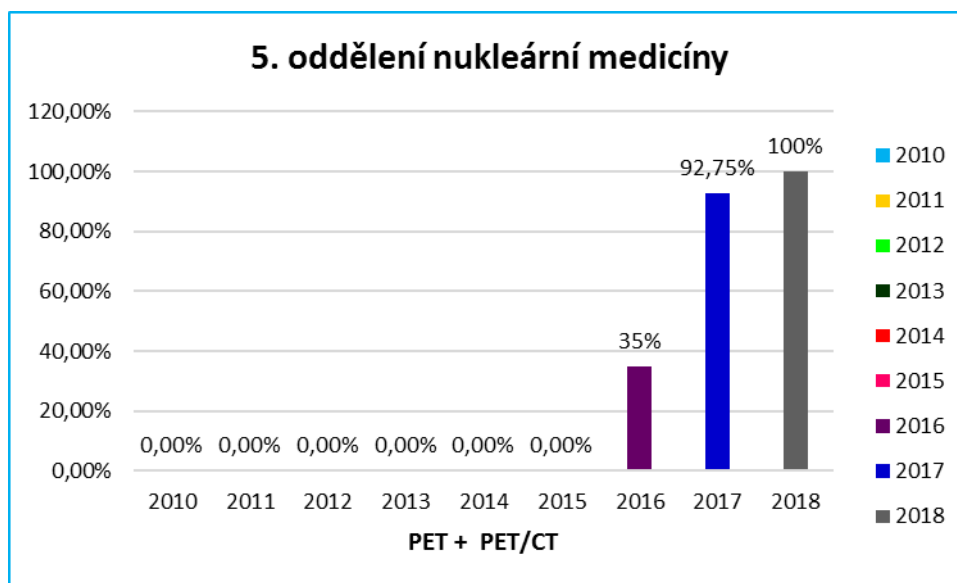
**Graf č. 19 Vývoj PET, PET/CT 4. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **2 128** vyšetření

Graf č. 19 znázorňuje získané a uspořádané výsledky kvantitativního výzkumu, zabývající se počty vyšetření pomocí PET, PET/CT přístroje na 4. oddělení nukleární medicíny. Na rozdíl od předchozích oddělení nukleární medicíny, na kterých jsou uvedeny počty vyšetření od roku 2010 do roku 2018 (graf č. 16 a 17), jsou na tomto oddělení zaznamenány pouze počty vyšetření z posledních dvou let, tedy z roku 2017 a 2018. Data od roku 2010 do roku 2016 nemá toto pracoviště nukleární medicíny k dispozici.

Skokový vzestup v letech 2017 a 2018 je v důsledku instalace nových PET/CT přístrojů na oddělení nukleární medicíny. V České republice bylo v roce 2010 celkem 7 PET/CT přístrojů, v roce 2013 se jejich počet zvýšil na 10, v roce 2016 na 14 a v roce 2017 na 16 přístrojů. Podobné změny byly u celkového počtu PET výkonů v celé ČR: v roce 2010-2013 byl počet výkonů PET či PET/CT do 34 tisíc, v roce 2016 již 41 tisíc a v roce 2017 48 tisíc.



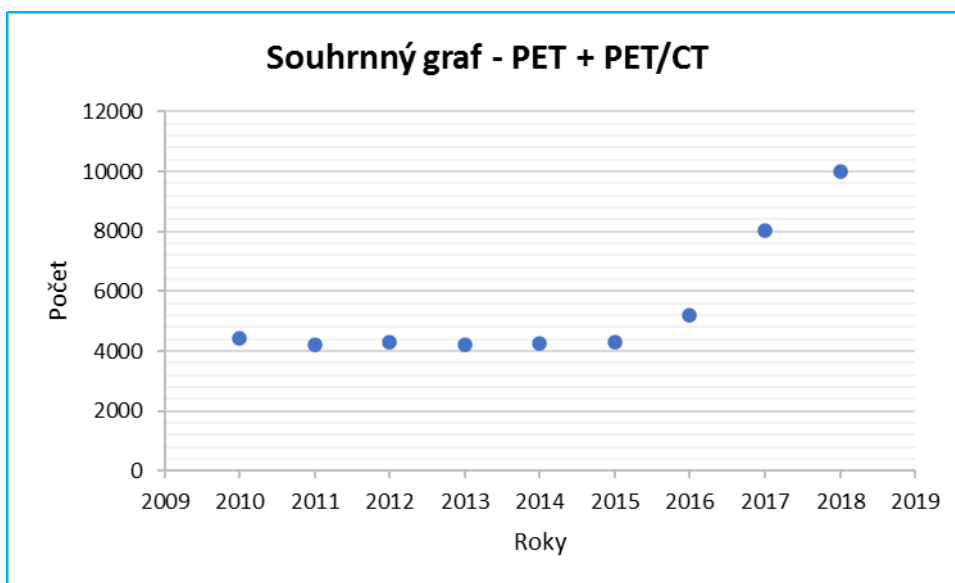
**Graf č. 20 Vývoj PET, PET/CT 5. oddělení**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

- **100 %** představuje **1 131** vyšetření

Na grafu č. 20 jsou zobrazeny procentuální počty vyšetření pomocí PET, PET/CT přístroje na 5. oddělení nukleární medicíny, jenž bylo součástí šetření tohoto kvantitativního výzkumu. Jsou zde zachyceny pouze výsledky šetření z roku 2016, 2017 a 2018 oproti grafům č. 16 a 17, na kterých jsou uvedena data od roku 2010 do roku 2018. Na tomto pracovišti nukleární medicíny nejsou data vztahující se k rokům 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 a 2015 k dispozici.

Skokový vzestup v letech 2017 a 2018 je v důsledku instalace nových PET/CT přístrojů na oddělení nukleární medicíny. V České republice bylo v roce 2010 celkem 7 PET/CT přístrojů, v roce 2013 se jejich počet zvýšil na 10, v roce 2016 na 14 a v roce 2017 na 16 přístrojů. Podobné změny byly u celkového počtu PET výkonů v celé ČR: v roce 2010-2013 byl počet výkonů PET či PET/CT do 34 tisíc, v roce 2016 již 41 tisíc a v roce 2017 48 tisíc.



**Graf č. 21 Vývoj PET, PET/CT na všech odděleních**

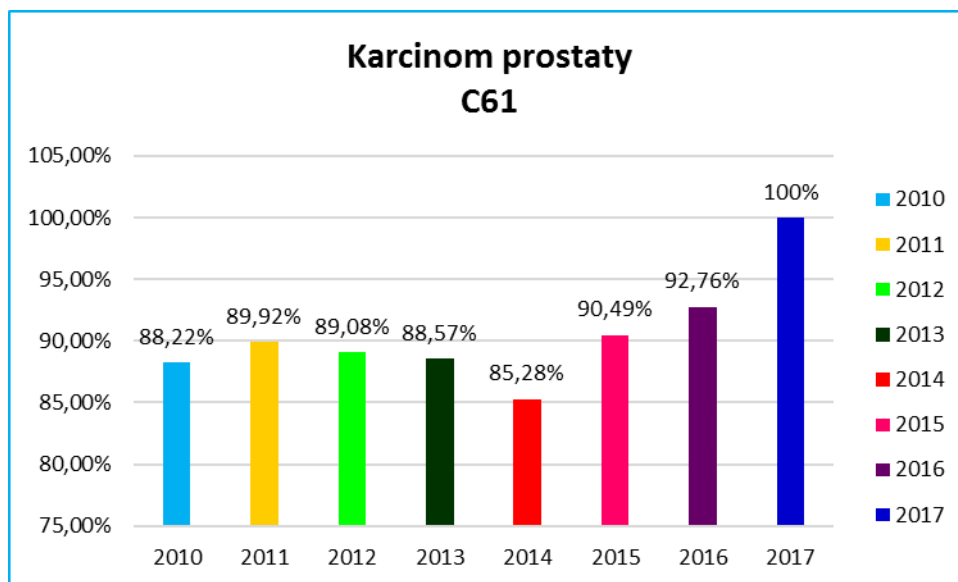
*Zdroj: Vlastní výzkum*

Graf č. 21 zobrazuje vývoj počtu PET, PET/CT vyšetření od roku 2010 do roku 2018 všech pěti oddělení nukleární medicíny, která se zúčastnila kvantitativního výzkumu.

Skokový vzestup v letech 2017 a 2018 je v důsledku instalace nových PET/CT přístrojů na oddělení nukleární medicíny. V České republice bylo v roce 2010 celkem 7 PET/CT přístrojů, v roce 2013 se jejich počet zvýšil na 10, v roce 2016 na 14 a v roce 2017 na 16 přístrojů. Podobné změny byly u celkového počtu PET výkonů v celé ČR: v roce 2010-2013 byl počet výkonů PET či PET/CT do 34 tisíc, v roce 2016 již 41 tisíc a v roce 2017 48 tisíc.



## Karcinom prostaty, prsu a plic

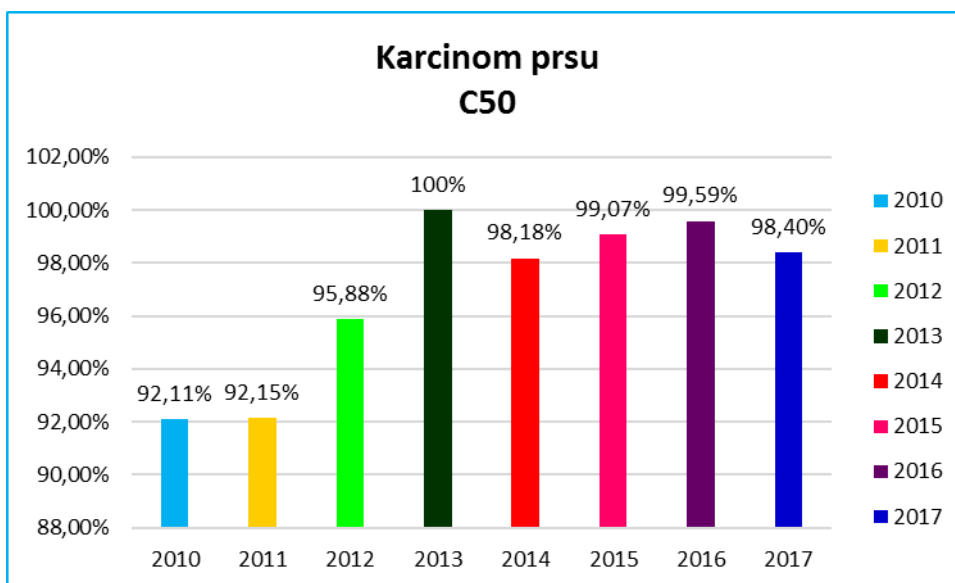


Graf č. 22 Vývoj karcinomu prostaty

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat z ÚZIS

- **100 %** představuje **7 875** nově hlášených novotvarů prostaty

Graf č. 22 znázorňuje vývoj počtu nově vyskytujících se zhoubných novotvarů prostaty u mužů od roku 2010 do roku 2017 v České republice. Z grafu vyčteme, že nejméně zaznamenaných novotvarů bylo v roce 2014 a naopak nejvíce v roce 2017.

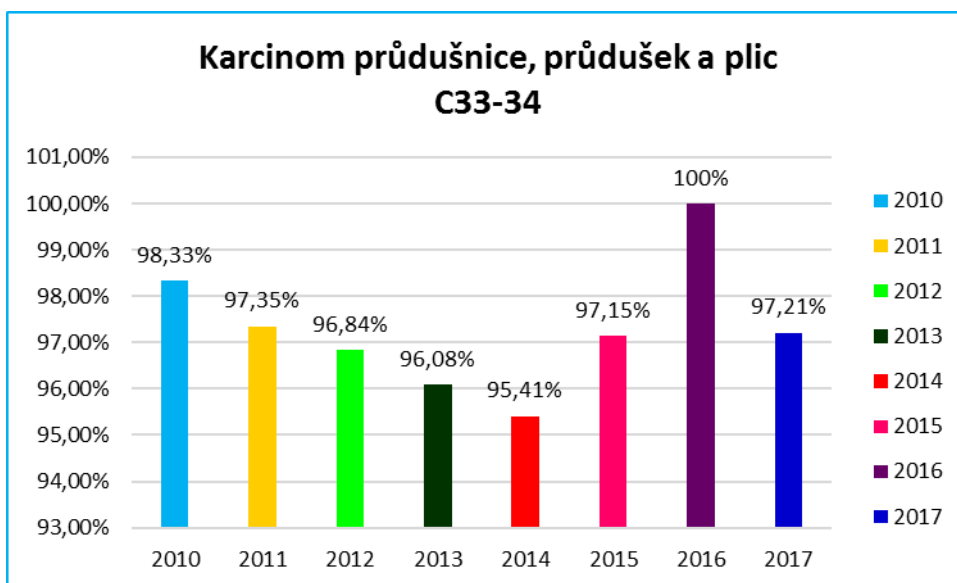


**Graf č. 23 Vývoj karcinomu prsu**

*Zdroj: Vlastní zpracování dle dat z ÚZIS*

- **100 %** představuje **7 326** nově hlášených novotvarů prsu

Graf č. 23 zobrazuje výskyt nově hlášených zhoubných novotvarů prsu u populace České republiky od roku 2010 do roku 2017. Na grafu vidíme, že nejvíce zhoubných novotvarů prsu bylo zaznamenáno v roce 2013. Na grafu je pozorovatelná spíše vzrůstající tendence vývoje počtu maligního novotvaru prsu. Rok 2017 zahrnuje pouze výskyt nově hlášených zhoubných novotvarů prsu u žen, a ne u žen i mužů dohromady, jak je tomu v předchozích letech.

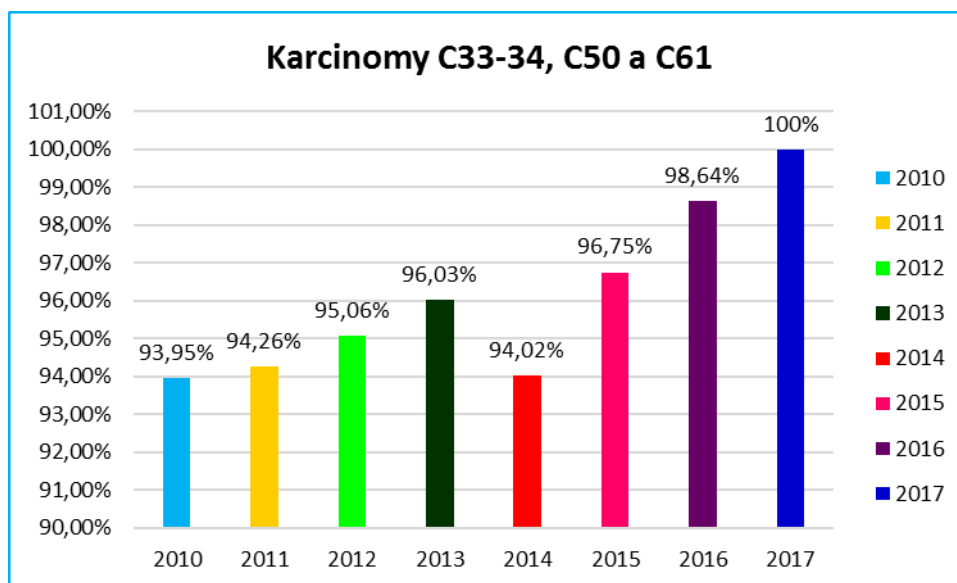


**Graf č. 24 Vývoj karcinomu průdušnice, průdušek a plic**

*Zdroj: Vlastní zpracování dle dat z ÚZIS*

- **100 %** představuje **6 782** nově hlášených novotvarů průdušnice, průdušek a plic

Graf č. 24 znázorňuje vývoj počtu nově vyskytujících se zhoubných novotvarů průdušnice, průdušek a plic u žen a mužů v České republice od roku 2010 do roku 2017. Na grafu je viditelné, že nejméně zaregistrovaných novotvarů bylo v roce 2014 a naopak nejvíce v roce 2016.

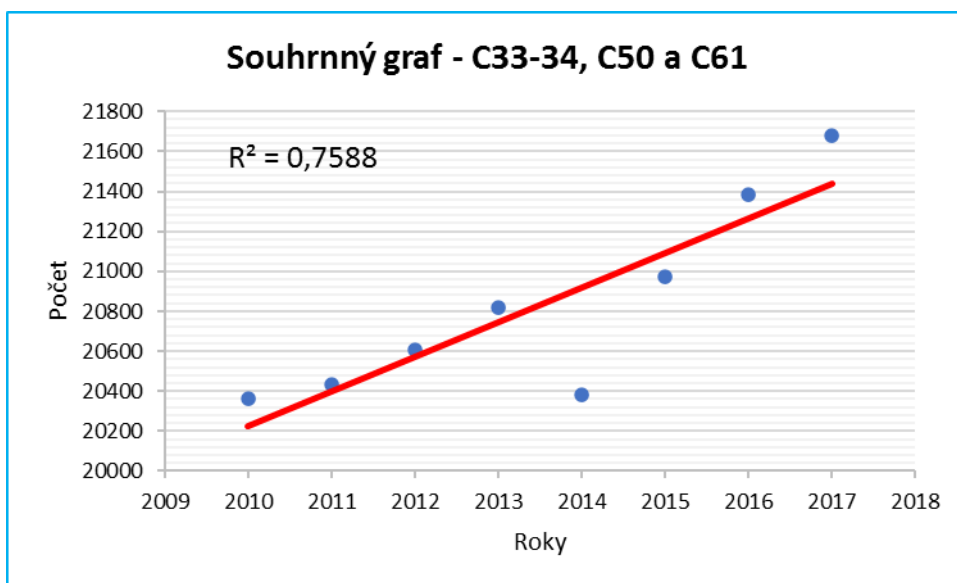


**Graf č. 25 Vývoj karcinomu prostaty, prsu, průdušnice, průdušek a plic**

*Zdroj: Vlastní zpracování dle dat z ÚZIS*

- **100 %** představuje **21 677** nově hlášených novotvarů prostaty, prsu, průdušnice, průdušek a plic

Na grafu č. 25 je vidět vývoj počtu všech nově hlášených zhoubných novotvarů u obyvatelstva České republiky od roku 2010 do roku 2017, které byly v daném výzkumu zkoumány. Rozumí se tím zhoubný novotvar průdušnice, průdušek, plic, prsu a prostaty. Na grafu je viditelný narůstající vývoj výskytu zkoumaných diagnóz v uvedených letech.

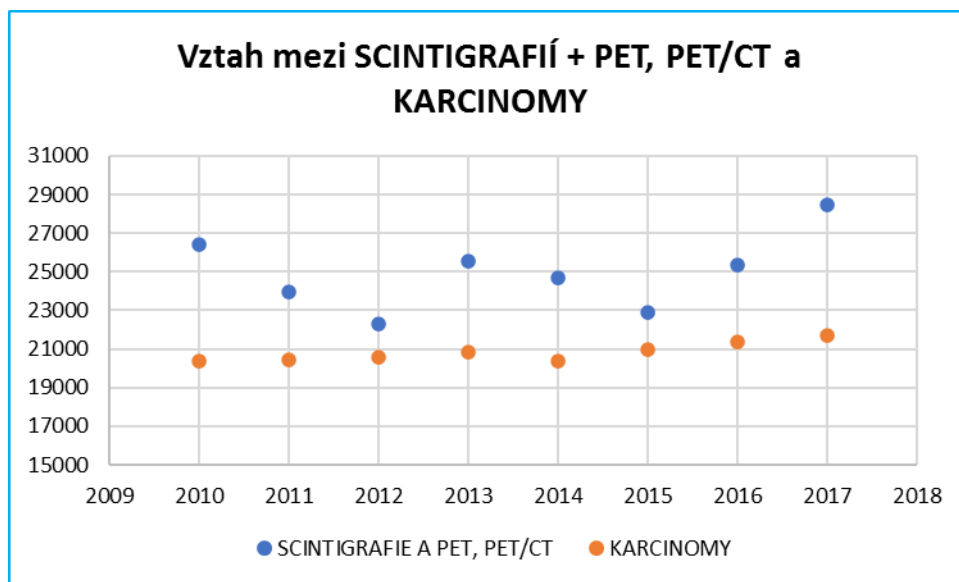


**Graf č. 26 Vývoj všech zkoumaných novotvarů**

*Zdroj: Vlastní zpracování dle dat z ÚZIS*

Graf č. 26 znázorňuje vývoj počtu všech nově vzniklých zhoubných novotvarů populace České republiky od roku 2010 do roku 2017. Zkoumanými novotvary jsou zhoubný novotvar prostaty, prsu a průdušnice, průdušek a plic.

## Vztahy mezi vyšetřeními a karcinomy



Graf č. 27 Scintigrafie a PET, PET/CT vs. karcinomy

Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 27 znázorňuje vzájemný vztah mezi celkovým počtem vyšetření celotělové scintigrafie skeletu a PET, PET/CT a celkovým počtem zkoumaných novotvarů.

### Výpočet korelačního koeficientu:

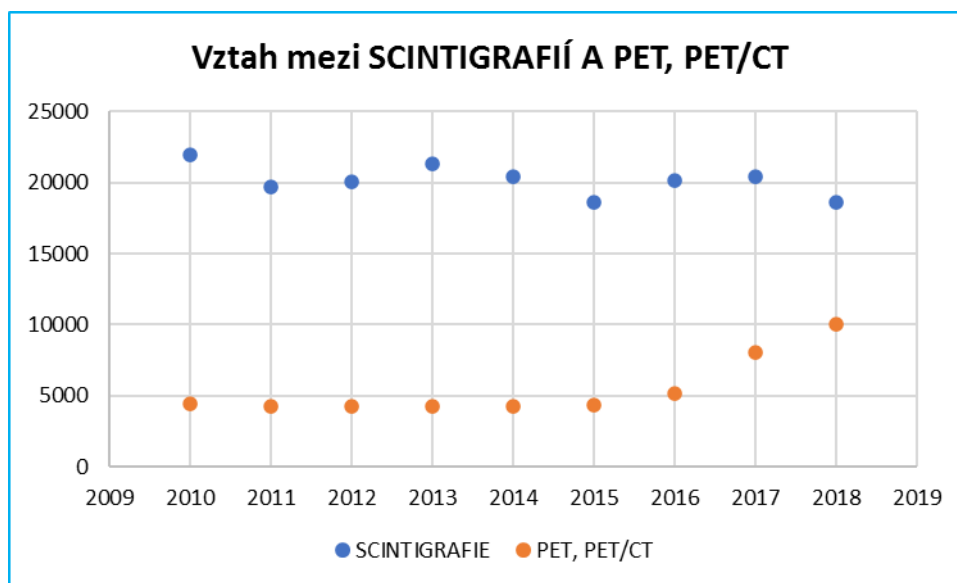
x - počet scintigrafií a PET, PET/CT

s - počet karcinomů

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

$$k_{xs} = 0,493$$

(Záškodný et al., 2016)



**Graf č. 28 Scintigrafie vs. PET, PET/CT**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

Graf č. 28 zobrazuje vzájemný vztah mezi celkovým počtem vyšetření celotělové scintigrafie skeletu a celkovým počtem PET, PET/CT vyšetření.

**Výpočet korelačního koeficientu:**

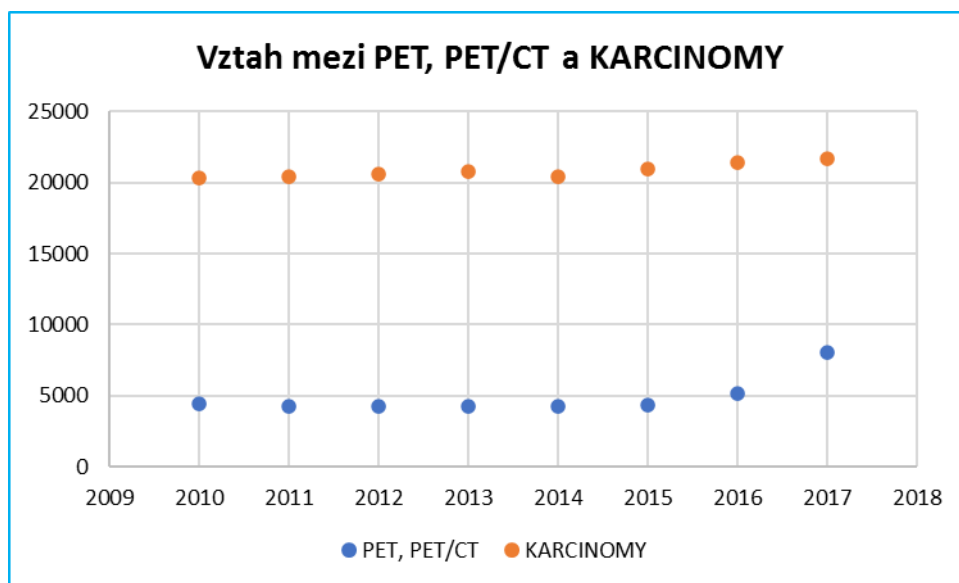
x - počet scintigrafií

s – počet PET, PET/CT

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

$$k_{xs} = -0,406$$

(Záškodný et al., 2016)



**Graf č. 29 PET, PET/CT vs. karcinomy**

*Zdroj: Vlastní výzkum*

Graf č. 29 znázorňuje vzájemný vztah mezi celkovým počtem PET, PET/CT vyšetření a celkovým počtem daných novotvarů.

#### **Výpočet korelačního koeficientu:**

x – počet PET, PET/CT

s – počet karcinomů

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

$$k_{xs} = 811$$

(Záškodný et al., 2016)



## 5 Diskuze

V teoretické části mé bakalářské práce na téma „Vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v posledních letech (v kontextu s počty PET a počty pacientů s Ca prostaty, prsu a plic)“ jsem se v první kapitole zabývala anatomii lidského skeletu. Následující kapitola byla zaměřena na obecné rozdělení nádorů a v dalších 3 kapitolách jsem se věnovala karcinomu prostaty, prsu a plic. Poslední kapitola teoretické části pojednávala o vyšetření skeletu metodami nukleární medicíny. V této kapitole jsem se zabírala vyšetřením celotělové scintigrafie skeletu, konkrétně používanými radiofarmaky pro toto vyšetření, průběhem vyšetření a tím, jak je využití tohoto vyšetření přínosné pro diagnostiku primárních kostních nádorů, posouzení účinku léčby nádorového onemocnění a pro stanovení přítomnosti kostních metastáz ve skeletu. V této kapitole je také zahrnuta pozitronová emisní tomografie, kde jsou mimo jiné uvedeny také klinické aplikace PET a PET/CT v onkologii.

V dalších kapitolách je popsán cíl práce, výzkumná otázka, metodika sběru dat a počítačového zpracování získaných dat. Cílem mé bakalářské práce je poskytnout přehled o vývoji počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu v souvislosti s počty PET a počty pacientů s karcinomem prostaty, plic a prsu od roku 2010 na vybraných odděleních nukleární medicíny. Sběru dat se pro můj výzkum zúčastnilo 13 oddělení nukleární medicíny České republiky. Pracoviště nukleární medicíny, na kterých proběhl sběr dat, prováděla ve vybraných rocích vyšetření celotělové scintigrafie skeletu a některá z nich také vyšetření pomocí PET, PET/CT přístroje. Dále jsem využila dat z Ústavu zdravotnických informací a statistiky (ÚZIS) o zhoubných novotvarech prostaty, prsu a plic od roku 2010 do roku 2017 v České republice.

V další kapitole jsou zobrazeny výsledky, kde jsou pomocí grafů znázorněny počty daných vyšetření během zkoumaných let, tedy od roku 2010 do roku 2018 a počty

vybraných zhoubných novotvarů od roku 2010 do roku 2017 v České republice. Vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu během několika let znázorňují graf číslo 2 až graf číslo 15. Graf č. 15 zobrazuje souhrnný vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu na všech odděleních nukleární medicíny, která se zúčastnila kvantitativního výzkumu. Z tohoto grafu je jasné, že vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu má během posledních několika let klesající tendenci. Sama jsem předpokládala spíše opak, tedy narůstající trend, vzhledem k rozsáhlým možnostem využití tohoto vyšetření. Domnívala jsem se, že počty vyšetření pomocí celotělové scintigrafie skeletu během let narůstají, což bylo předmětem mé výzkumné otázky. Odpovědí na výzkumnou otázku je, že počty pomocí celotělové scintigrafie skeletu během let klesají, což zcela jasně ukazuje graf číslo 15. Na tomto grafu je viditelný snižující se vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu během zkoumaných let.

Vývoj počtu PET, PET/CT vyšetření v posledních letech zobrazují grafy č. 16-21. Na grafu č. 21 je znázorněn souhrnný vývoj PET, PET/CT vyšetření všech oddělení nukleární medicíny, která poskytla data k tomuto výzkumu. Graf zobrazuje stoupající trend ve vývoji tohoto vyšetření v průběhu zkoumaných let. Takovéto výsledky mě nepřekvapily, protože jsem očekávala, že s přibývajícími kalendářními roky budou počty PET, PET/CT vyšetření spíše přibývat. Domnívám se, že počty vyšetření pomocí PET, PET/CT přístroje během zkoumaných let stoupají, protože má tato diagnostická zobrazovací metoda velké možnosti využití v onkologii (např. ke zjištění přítomnosti nádorového ložiska, recidivy, k posouzení rozsahu nádorového postižení a k hodnocení účinnosti léčby), v kardiologii (např. k rozlišení viabilní části svalů srdečního od odumřelých částí a pro posouzení účinnosti léčby) a v neurologii (např. k rozpoznání degenerativních onemocnění mozku a k vyšetření mozku při jeho zasažení nádorem). Získané výsledky nemohou být bohužel úplně průkazné, protože tři pracoviště nukleární medicíny, která byla součástí šetření, poskytla pro tento výzkum údaje o daném vyšetření pouze v letech 2016-2018, popřípadě v letech 2017-2018, na místo od roku 2010 do roku 2018. Tyto 3 oddělení nukleární medicíny disponovala PET/CT přístrojem teprve od roku 2016 případně od roku 2017.

Grafy číslo 22, 23, 24, 25 a 26 ukazují vývoj počtu pacientů s nově hlášenými karcinomy prostaty, prsu a plic od roku 2010 do roku 2017. Graf č. 22 znázorňuje vývoj počtu nově vzniklých zhoubných novotvarů prostaty v posledních několika letech. Vývoj počtu nově hlášených zhoubných novotvarů prsu v letech 2010 až 2017 zachycuje graf č. 23 Další graf vztahující se ke zhoubným novotvarům je graf č. 24, který zobrazuje vývoj počtu nově vzniklých zhoubných novotvarů průdušnice, průdušek a plic v letech 2010 až 2017. Graf číslo 26 prezentuje souhrnný vývoj počtu nově hlášených zhoubných novotvarů prostaty, prsu a plic v letech 2010 až 2017. Na tomto grafu je pozorovatelný jasně narůstající trend vývoje výskytu zkoumaných diagnóz.

Vzájemný vztah mezi celkovým počtem vyšetření celotělové scintigrafie skeletu a PET, PET/CT a celkovým počtem zkoumaných druhů novotvarů v České republice od roku 2010 zobrazuje graf č. 27. Hodnota korelačního koeficientu těchto znaků je 0,493, což značí přímou závislost těchto vyšetření. To znamená, že čím více se zvýší počet nově vzniklých novotvarů, tím více se zvýší celkový počet vyšetření scintigrafie skeletu a PET, PET/CT. Graf č.28 znázorňuje vzájemný vztah mezi celkovým počtem vyšetření celotělové scintigrafie skeletu a celkovým počtem PET, PET/CT vyšetření provedených v ČR od roku 2010 do roku 2018. Hodnota korelačního koeficientu mezi těmito dvěma vyšetřeními je -0,406. Tato hodnota ukazuje nepřímou závislost. To znamená, že čím více se zvětší počet vyšetření PET, PET/CT, tím se bude provádět méně scintigrafií skeletu. Na grafu č. 29 je vidět vzájemný vztah mezi PET, PET/CT vyšetřeními a celkovým počtem uvedených novotvarů. Hodnota korelačního koeficientu mezi těmito zkoumanými znaky je 0,811, což značí přímou závislost. Z toho vyplývá, že čím více se zvýší počet nově hlášených zkoumaných novotvarů, tím více se zvýší počet PET, PET/CT vyšetření.

Stoupající trend vývoje počtu, jak novotvarů, tak počtu vybraných nukleárních vyšetření má určitou souvislost. Nádory prostaty, prsu a plic jsou nádory, které metastazují

do skeletu. Tvoří nejčastější indikaci k vyšetření pomocí celotělové scintigrafie skeletu a PET, PET/CT. Z tohoto důvodu je pozorovatelný určitý vzájemný vztah mezi výskytem zkoumaných zhoubných novotvarů a prováděním těchto výkonů. Jejich vztah nám říká, že s přibývajícím výskytem novotvarů roste počet daných vyšetření.

## 6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo poskytnout přehled o vývoji počtu celotělové scintigrafie skeletu v souvislosti s počty PET a počty pacientů s karcinomem prostaty, plic a prsu od roku 2010 na vybraných odděleních nukleární medicíny. Pomocí sběru dat o počtech celotělové scintigrafie skeletu a PET, PET/CT vyšetřeních na vybraných odděleních nukleární medicíny a využitých dat z Ústavu zdravotnických informací a statistiky o zhoubných novotvarech prostaty, prsu a plic a následného zpracování získaných dat do sloupcových a bodových grafů bylo možné zjistit, že vztah mezi celkovým počtem vyšetření celotělové scintigrafie skeletu a PET, PET/CT a celkovým počtem zkoumaných druhů zhoubných nádorů je lineární. To znamená, že s přibývajícím novotvary roste také celkový počet vyšetření celotělové scintigrafie skeletu a PET, PET/CT.

Domnívám se, že by tato bakalářská práce mohla být využita pro vzdělávání studentů oboru radiologický asistent, kteří by ji použili jako studijní materiál. Dále by tato práce mohla být použita jako zpětná vazba pro zúčastněná oddělení nukleární medicíny. Zároveň by můj průzkum mohl sloužit jako inspirace pro někoho dalšího, kdo by vývoj počtu vyšetření celotělové scintigrafie skeletu, popřípadě vývoj PET, PET/CT vyšetření a vývoj nově vzniklých zhoubných novotvarů prostaty, prsu a plic v průběhu několika dalších let prozkoumal. Myslím si, že by bylo zajímavé zjistit, jestli se vývoj těchto zkoumaných problematik nějak změnil.

## 7 Seznam použitých zdrojů

ABRAHÁMOVÁ, Jitka, 2009. *Co byste měli vědět o rakovině prsu*. Praha: Grada. Doktor radí. ISBN 978-80-247-3063-9.

ABRAHÁMOVÁ, Jitka, 2000. *Rakovina prsu*. Praha: Triton. Vím víc. ISBN 80-7254-136-6.

AMOAKO, Yaw, Emmanuel HAMMOND, Awo ASSASIE-GYIMAH, Dennis LARYEA, Alfred ANKRAH a George AMOAH, 2019. Prostate-specific antigen and risk of bone metastases in west Africans with prostate cancer. *World Journal of Nuclear Medicine* [online]. 2019, **18**(2), 143-148 [cit. 2019-11-30]. DOI: 10.4103/wjnm.WJNM\_38\_18. ISSN 14501147.

BAKOS, Karel, 1996. *Nukleární medicína*. 2. přeprac. vyd. Jilemnice: Gentiana. ISBN 80-902133-3-2.

BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK, 2015. *Základy lékařské fyziky*. 4. vydání. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2645-1.

BROUSIL, Jindřich a Zdeněk DIENSTBIER, 1988. *Nukleární medicína*. Praha: SPN. Učební texty vysokých škol.

ČIHÁK, Radomír, 2001. *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Ilustroval Milan MED. Praha: Grada. ISBN 80-7169-970-5.

ČLS JEP, 2019. Pacient a rodina: metastázy. *Linkos: Česká onkologická společnost České lékařské společnosti J. E. Purkyně* [online]. 2019 [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/slovnicek/metastaza/>

DIENSTBIER, Zdeněk a Evžen SKALA, 2006. *Co bychom měli vědět o rakovině*. Praha: Liga proti rakovině. ISBN (brož.)

DIENSTBIER, Zdeněk, 1989. *Diagnostika metodami nukleární medicíny*. Praha: Avicenum.

DRUGA, Rastislav a Miloš GRIM, 2001c. *Základy anatomie*. Praha: Galén. ISBN 80-246-0307-1.

DYLEVSKÝ, Ivan, 2000. *Somatologie*. Vyd. 2. (přepřac. a dopl.). Olomouc: Epava. ISBN 80-86297-05-5.

DYLEVSKÝ, Ivan, 2006. *Základy anatomie*. Praha: Triton. ISBN 80-7254-886-7.

ELFARRA, Florina-gianina, Mihaela antonina CALIN a Sorin viorel PARASCA, 2019. Computer-aided detection of bone metastasis in bone scintigraphy images using parallelepiped classification method. *ANNALS OF NUCLEAR MEDICINE* [online]. 2019, **33**(11), 866-874 [cit. 2019-11-30]. DOI: 10.1007/s12149-019-01399-w. ISSN 09147187.

Fakultní nemocnice v Motole, 2012. *Obecné informace o radioaktivitě a radiační ochraně*. FN MOTOL [online]. 2012 [cit. 2019-12-27]. Dostupné z: <http://www.fnmotol.cz/kliniky-a-oddeleni/cast-pro-dospELE/klinika-nuklearni-mediciny-a-endokrinologie-uk-2-1/oddeleni-radiologicke-fyziky/obecne-informace-o-radioaktivite-a-radiacni-ochran/>

FIALA, Pavel, Jiří VALENTA a Lada EBERLOVÁ, 2015. *Stručná anatomie člověka*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2693-2.

HANUŠ, Miroslav a Michaela MATOUŠKOVÁ, 1994. *Prostata: problém nejen mužské populace : dnešní možnosti diagnostiky a léčby*. Praha: Jalna, [1994]. ISBN 80-901743-0-2.

INAKI, Anri, Kenichi NAKAJIMA, Hiroshi WAKABAYASHI, Takafumi MOCHIZUKI a Seigo KINUYA, 2019. Fully automated analysis for bone scintigraphy with artificial neural network: usefulness of bone scan index (BSI) in breast cancer. *ANNALS OF NUCLEAR MEDICINE* [online]. 2019, **33**(10), 755-765 [cit. 2019-11-30]. DOI: 10.1007/s12149-019-01386-1. ISSN 09147187.

KLENER, Pavel, 2002c. *Klinická onkologie*. Praha: Galén. ISBN 80-7262-151-3.

KLENER, Pavel, 1995. *Vnitřní lékařství*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7184-046-7.

KORANDA, Pavel, 2014. *Nukleární medicína*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4031-6.

KUPKA, Karel, Jozef KUBINYI a Martin ŠÁMAL, 2007c. *Nukleární medicína: [učební text]*. Praha: P3K. ISBN 978-80-903584-9-2.

Nádorové onemocnění. *NEMOCNICE: JABLONEC NAD NISOU, p.o.* [online]. Jablonec nad Nisou: Publikační a redakční systém Public4u © 2000-2019 [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: <https://www.nemjbc.cz/cs/o-nemocech/nadorove-onemocneni.html>

NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ, 2015. *Přehled anatomie*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-206-0.

NEKULA, Josef, 2005. *Zobrazovací metody páteře a páteřního kanálu*. Hradec Králové: Nucleus HK. ISBN 80-86225-71-2.



NZIS. 2018. NZIS REPORT č. K/23 (08/2018) - *Stručný přehled činnosti oboru nukleární medicína za období 2007–2017*. [Online] 2018. [cit. 2020-03-17]. Dostupné z:

[https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/nzis\\_rep\\_2018\\_K23\\_A053\\_nuklearni\\_medicina\\_2017.pdf](https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/nzis_rep_2018_K23_A053_nuklearni_medicina_2017.pdf)

PARKER, Steve, 2016. *Lidské tělo*. Druhé rozšířené vydání. Přeložil Jiří BRABEC, přeložil Sergej Vladislav BULDOV, přeložil Stanislav CITA, přeložil Irena CITOVÁ, přeložil Veronika NĚMCOVÁ, přeložil Zdeňka NOVÁKOVÁ, přeložil Jaromíra SMAZALOVÁ, přeložil David KACHLÍK. Praha: Knižní klub. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-5301-5.

ŘIHÁČKOVÁ, Petra, 2009. *Osudové příznaky*. Brno: David Židlický. ISBN 978-80-254-4332-3.

ŠABATA, Ladislav, 2019. *Nukleární medicína - technické základy: přístrojová a výpočetní technika v nukleární medicíně, základy radiofarmak a specifika radiační ochrany v nukleární medicíně*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta. ISBN 978-80-7394-734-7.

ŠLAMPA, Pavel a Jiří PETERA, 2007c. *Radiační onkologie*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-469-0.

ULLMANN, V, 2019. Radioisotopová scintigrafie. *Astro Nukl Fyzika* [online]. 2019 [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>

ÚZIS. 2013. Aktuální informace č.38/2013 - *Činnost oboru nukleární medicíny v roce 2012*. [Online] 2013. [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: [https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/ai\\_2013\\_38.pdf](https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/ai_2013_38.pdf)

ÚZIS, 2019. *Zdravotnická ročenka České republiky 2018*. [online]. Praha: Vydává Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR Praha 2, Palackého nám. 4 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/res/f/008280/zdrroccz-2018.pdf>

VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

YOUSSEF, Mohamed ahmed, Mohamed fathy DAWOUD, Lamiss mohamed ABDELAZIZ a Mostafa hussein ELSHEIKH, 2019. Comparative Study of Positron Emission Tomography/Computed Tomography and Whole-Body Bone Scanning for Detecting Bone Metastasis in Patients with Breast Cancer. *Egyptian Journal of Hospital Medicine* [online]. 2019, **75**(1), 2098-2104 [cit. 2019-11-30]. ISSN 16872002.

ZÁŠKODNÝ, Přemysl, Renata HAVRÁNKOVÁ, Jiří HAVRÁNEK a Vladimír VURM, 2016. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. 3. Praha, Czech Republic: Curriculum, 256 s. Statistics and Probability. ISBN 978-80-87894-12-5.

ZHOU, Jing, Zhengxing GOU, Renhui WU, Yuan YUAN, Guiquan YU a Yigang ZHAO, 2019. Comparison of PSMA-PET/CT, choline-PET/CT, NaF-PET/CT, MRI, and bone scintigraphy in the diagnosis of bone metastases in patients with prostate cancer: a systematic review and meta-analysis. *SKELETAL RADIOLOGY* [online]. 2019, **48**(12), 1915-1924 [cit. 2019-11-30]. DOI: 10.1007/s00256-019-03230-z. ISSN 03642348.

## 8 Seznam obrázků a grafů

Obrázek 1: Kostra člověka.....	12
Obrázek 2: PET/CT karcinom prostaty .....	24
Obrázek 3: PET/CT karcinom prsu.....	27
Obrázek 4: PET/CT karcinom plic .....	31
Obrázek 5: Celotělová scintigrafie skeletu, metastázy ve skeletu .....	37
Graf č. 1 Počet oddělení.....	42
Graf č. 2 Vývoj scintigrafie skeletu 1. oddělení.....	45
Graf č. 3 Vývoj scintigrafie skeletu 2. oddělení.....	46
Graf č. 4 Vývoj scintigrafie skeletu 3. oddělení.....	47
Graf č. 5 Vývoj scintigrafie skeletu 4. oddělení.....	48
Graf č. 6 Vývoj scintigrafie skeletu 5. oddělení.....	49
Graf č. 7 Vývoj scintigrafie skeletu 6. oddělení.....	50
Graf č. 8 Vývoj scintigrafie skeletu 7. oddělení.....	51
Graf č. 9 Vývoj scintigrafie skeletu 8. oddělení.....	52
Graf č. 10 Vývoj scintigrafie skeletu 9. oddělení.....	53
Graf č. 11 Vývoj scintigrafie skeletu 10. oddělení.....	54
Graf č. 12 Vývoj scintigrafie skeletu 11. oddělení.....	55
Graf č. 13 Vývoj scintigrafie skeletu 12. oddělení.....	56
Graf č. 14 Vývoj scintigrafie skeletu 13. oddělení.....	57
Graf č. 15 Vývoj scintigrafie skeletu na všech odděleních .....	58
Graf č. 16 Vývoj PET, PET/CT 1. oddělení.....	59
Graf č. 17 Vývoj PET, PET/CT 2. oddělení.....	60
Graf č. 18 Vývoj PET, PET/CT 3. oddělení.....	61
Graf č. 19 Vývoj PET, PET/CT 4. oddělení.....	62
Graf č. 20 Vývoj PET, PET/CT 5. oddělení.....	63
Graf č. 21 Vývoj PET, PET/CT na všech odděleních .....	64
Graf č. 22 Vývoj karcinomu prostaty.....	65
Graf č. 23 Vývoj karcinomu prsu .....	66
Graf č. 24 Vývoj karcinomu průdušnice, průdušek a plic.....	67
Graf č. 25 Vývoj karcinomu prostaty, prsu, průdušnice, průdušek a plic .....	68

Graf č. 26 Vývoj všech zkoumaných novotvarů .....	69
Graf č. 27 Scintigrafie a PET, PET/CT vs. karcinomy .....	70
Graf č. 28 Scintigrafie vs. PET, PET/CT .....	71
Graf č. 29 PET, PET/CT vs. karcinomy.....	72

## **9 Seznam příloh**

Příloha 1 Tabulka pro oddělení nukleární medicíny .....	86
Příloha 2 Tabulka s počty karcinomu prostaty .....	87
Příloha 3 Tabulka s počty karcinomu prsu .....	88
Příloha 4 Tabulka s počty karcinomu průdušnice, průdušek a plic .....	89

**Příloha 1 Tabulka pro oddělení nukleární medicíny**

*Zdroj: Vlastní*

ROK	CELOTĚLOVÁ SCINTIGRAFIE kód výkonu 47241	PET + PET/CT celkem kódy výkonů 47351 + 47355
2009		
2010		
2011		
2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		

**Příloha 2 Tabulka s počty karcinomu prostaty**

*Zdroj: Vlastní zpracování dle dat z ÚZIS*

C61 PROSTATA	
ROK	MUŽI
2009	6 297
2010	6 947
2011	7 081
2012	7 015
2013	6 975
2014	6 716
2015	7 126
2016	7 305
2017	7 875

**Příloha 3 Tabulka s počty karcinomu prsu**

*Zdroj: Vlastní zpracování dle dat z ÚZIS*

C50 PRS			
ROK	MUŽI	ŽENY	CELKEM
2009	39	6 134	6 173
2010	58	6 692	6 750
2011	55	6 696	6 751
2012	70	6 954	7 024
2013	66	7 260	7 326
2014	59	7 134	7 193
2015	74	7 184	7 258
2016	76	7 220	7 296
2017	Data nejsou zveřejněná	7 209	7 209



**Příloha 4 Tabulka s počty karcinomu průdušnice, průdušek a plic**

*Zdroj: Vlastní zpracování dle dat z ÚZIS*

C33-C34 PRŮDUŠNICE, PRŮDUŠKY, PLÍCE			
ROK	MUŽI	ŽENY	CELKEM
2009	4 583	1 949	6 532
2010	4 729	1 940	6 669
2011	4 534	2 068	6 602
2012	4 519	2 049	6 568
2013	4 458	2 058	6 516
2014	4 313	2 158	6 471
2015	4 340	2 249	6 589
2016	4 478	2 304	6 782
2017	4 243	2 350	6 593

## 10 Seznam zkratek

Ca	karcinom
CNS	centrální nervová soustava
CT	Computed Tomography (výpočetní tomografie)
DCIS	duktální karcinom in situ
LCIS	loburální karcinom in situ
LE	Low Energy (nízká energie)
LEAP	Low Energy All Purpose (nízkoenergetický pro všeobecné použití)
LEHR	Low Energy High Resolution (nízkoenergetický s vysokým rozlišením)
LEUHR	Low Energy Ultra High Resolution (nízkoenergetický s velmi vysokým rozlišením)
PET	Positron Emission Tomography (pozitronová emisní tomografie)
PET/CT	Positron Emission Tomography - Computed Tomography (pozitronová emisní tomografie - výpočetní tomografie)
PET/MR	Positron emission tomography - Magnetic resonance (pozitronová emisní tomografie – magnetická rezonance)
RTG	rentgen
SPECT	Single Photon Emission Computed Tomography (jednofotonová emisní výpočetní tomografie)