



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Studies

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta
Katedra radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

Bakalářská práce

Radiologické zobrazovací metody lebky u dětí

Vypracovala: Klára Balabánová
Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Freitinger Skalická, Ph. D.

České Budějovice 2014

Abstrakt

V bakalářské práci byly zkoumány radiologické zobrazovací metody lebky dětí.

Počet poranění lebky se zvyšuje se stoupajícím věkem. Poranění může být různého charakteru - pád na hlavu, autonehoda, ale může se objevit i jako následek týrání. Je jen na lékaři, kterou vyšetřovací metodu zvolí. U všech pacientů, a zvláště pak u dětí, je prioritním požadavkem co nejmenší radiační zátěž. Ovšem vybraná vyšetřovací metoda musí přinést dostatečně kvalitní výsledek. V pediatrické radiologii je nutný speciální přístup k dětem a zároveň profesionalita, důslednost a trpělivost, protože spolupáce s dětmi je někdy velmi obtížná. Vyšetření vyžaduje znalosti z klinické pediatrie. U některých vyšetření jsou vyžadovány speciální znalosti, neboť onemocnění dětí mají jiný průběh než dospělých.

Cílem práce je seznámení s radiologickými zobrazovacími metodami lebky, jako jsou rentgen, výpočetní tomografie, magnetická rezonance a sonografie. V práci byly jednotlivé zobrazovací přístroje a metody popsány. Jednotlivým rentgenovým projekcím byla věnována jedna samostatná kapitola. Sonografie je stále více využívána a to hlavně u malých dětí např. k poporodnímu vyšetření kyčlí. CT vyšetření je indikováno také stále více díky jeho rychlosti. Vyšetření CT a MR je u dětí velmi náročné jak pro ně samotné a jejich rodiče, tak pro personál. Děti mohou mít strach z tunelové konstrukce vyšetřovacího přístroje. Díky jejich nespolupráci je jim, když je potřeba, podávána látka ke zklidnění, nebo celková anestezie. Při podání těchto látek, nebo podání kontrastních látek při vyšetření a při použití různých vyšetřovacích pomůcek je nutné mít podepsaný informovaný souhlas s vyšetřením od rodiče, nebo zákonného zástupce.

Dále je v práci popsána anatomie lebky, pro lepší orientaci, a jsou zde také zmíněny rozdíly mezi dětskou a dospělou lebkou, či samostatný vývoj lebky a pohlavní rozdíly lebky. Tvar dětské lebky je naprosto odlišný od tvaru lebky dospělého.

Cílem druhé části práce bylo porovnání počtu vyšetření z let 2008 - 2013 v závislosti na zobrazovacích modalitách (RTG, CT, MR), věku a pohlaví. Dalším cílem bylo získání celkových počtů vyšetření lebky dětí v jednotlivých letech a celkových počtů vyšetření lebky dětí rozdělených dle jednotlivých vyšetřovacích modalit.

Při šetření měla být nalezena odpověď na výzkumné otázky, zda jsou stále indikovány speciální rentgenové snímky i při dostupnosti CT a zda stále stoupá počet indikací k vyšetření magnetickou rezonancí u dětí.

K zodpovězení výzkumných otázek a k důkazům cílů práce byla použita statistika z radiologického oddělení Klinikum Passau a provedena její analýza.

Kapitola „Výsledky“ obsahuje grafy zpracované z výše uvedené statistiky. Některé výsledky jsou znázorněny v tabulkách. Tato kapitola je propojena s další kapitolou „Diskuze“, kde jsou výsledky z provedené analýzy z Klinikum Passau porovnávány s výsledky z dvou bakalářských prací a dvou článků z časopisu *Prevence úrazů, otrav a násilí*.

Výsledky práce ukazují, že všechny cíle práce byly splněny a znázorněny a odpověď na obě výzkumné otázky je kladná. Ano, speciální rentgenové snímky lebky dětí jsou stále indikovány i při dostupnosti CT a počet indikací k vyšetření magnetickou rezonancí u dětí stále stoupá.

Velmi zajímavý výsledek byl, že nejčastějším provedeným vyšetřením na radiologickém oddělení Klinikum Passau bylo v uplynulých zkoumaných letech vyšetření pomocí magnetické rezonance s podáním kontrastní látky. Toto vyšetření několikanásobně převyšovalo počty vyšetření lebky provedených na RTG a CT.

Statistika byla však ovlivněna tím, že byla zpracována pouze z radiologického oddělení kliniky. Dětská klinika je oddělena zvlášť a i ta má vlastní rentgen, tudíž i tam jsou prováděny snímky.

Tato bakalářská práce může sloužit jako výukový a doplňující materiál pro studenty a pracovníky v oboru.

Abstract

In this bachelor work were examined the imaging methods of the children's skull.

The number of the skull injury move upwards with the rising age. There are different causes of the skull injury – falling on the head, car accident, but it could be also an effect of the abuse. It depends on the doctor, which of the examination methods he chooses. All patients and especially children must have the radiation load as small as you can get it. The chosen examination method must bring high-quality result. Special approach to children, professionalism, thoroughness and patience are in the pediatric radiology necessary, because the cooperation with the children is sometimes very difficult. Knowledge of clinic pediatrics and special knowledge by some examinations are required, because children's disease have another development as by adults.

The goal of this work is to acquaint with the radiological visualization methods of skull, as for example X-ray, computational tomography, magnetic resonance and sonography. Particular visualization machines and methods were described in the work. One separate chapter was dedicated to particular X-ray projections. Sonography is more and more used, mainly in the group of small children, for example to post-natal examination of hips. CT is also more and more indicated because of its speed. CT and MR are very difficult for children and their parents, but also for staff. The children could be afraid of the tunnel construction of this machine. Because of the difficult cooperation with the children it is sometimes necessary to give them calming stuff or general anesthesia. There must be an approval for the examination from the parents or legal representative, when these stuffs are given or when different examination machines are used.

In the work is also described the anatomy of the skull, there are also described the differences between children's and adult skull, development of the skull and the sexual differences of the skull. The form of the children's skull is different from the adult skull.

The goal of the second part is to compare the number of examination from the year 2008 to 2013 depending on imaging modalities (RTG, CT, MR), age and sex. The next goal is the gaining of the total number of examination of children's skull divided into different examination modalities.

The goal was to find an answer to a question, whether special X-ray images are still indicated, also when CT is available and whether the number of indications that serve to examination of children by magnetic resonance rises.

To answer this research question it was used the statistics from the radiological department of Klinikum Passau and it was made the analysis.

The chapter "Results" contains graphs that are made from the available statistics. The graphs are described in this chapter. Some of the results are represented in tables. This chapter is connected with another chapter "Discussion", where the results from Klinikum Passau are compared with the results from two bachelor works and two articles in the journal Injury Prevention, poisoning and violence.

The results show the all goals of the work were fulfilled and represented and the answer on both research questions is positive. Yes, the special X-ray images of the skull are still indicated, also when CT is available and the number of indications that serve to examination of children by magnetic resonance still rises.

Interesting result was that the most frequent examination in Klinikum Passau in the radiological department was in the last years the examination by magnetic resonance with the contrasting stuff.

The statistics was influenced by the fact that it was worked out just in radiological department. Children's department is separate and has its own X-ray, so there are also X-ray images.

This bachelor work can serve as an educational and additional material for students and the workers of this profession.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala 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 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 02. 05. 2014

.....

(jméno a příjmení)

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomáhali a podporovali mě při zpracovávání bakalářské práce.

Obzvláště bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce Mgr. Zuzaně Freitinger Skalické, Ph.D. za ochotu, odborné rady a cenné připomínky, věnovaný čas a pomoc při formální úpravě práce.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat také radiodiagnostickému pracovišti Klinikum Passau za poskytnutí dokumentace a spolupráci při bakalářské práci.

Obsah

Seznam použitých zkratk	11
Úvod	12
1. Teoretická část	13
1.1 Lebka	13
1.1.1 Splanchnocranium (část obličejová)	13
1.1.2 Neurocranium (část mozková).....	14
1.1.3 Pohlavní rozdíly na lebce	16
1.1.4 Lebka novorozence	18
1.1.5 Anomálie, vývojové vady obličejje	20
1.2 Zobrazovací metody - specifika dětí	22
1.2.1 Ochrana před zářením	23
1.3 Rentgen (prostý snímek)	25
1.3.1 Vznik rentgenového obrazu	26
1.3.2 Rentgenka	26
1.3.3 Záření a clony	27
1.3.4 Přímá a nepřímá radiografie.....	28
1.3.5 Fixační pomůcky.....	29
1.3.6 Stínící pomůcky	31
1.4 Rentgenové projekce	32
1.4.1 Základní projekce.....	33
1.4.2 Speciální projekce	34
1.4.3 Projekce na obličejový skelet.....	36

1.5	CT vyšetření (Computed tomography)	40
1.6	Sonografické vyšetření	43
1.6.1	UZ sondy.....	44
1.6.2	Vyšetření novorozence.....	45
1.7	Magnetická rezonance	47
1.7.1	Výhody a nevýhody MR.....	47
1.7.2	Techniky MR	48
2.	Výzkumná otázka a metodika výzkumu	49
2.1	Cíle práce	49
2.2	Výzkumná otázka.....	49
2.3	Metodika	50
3.	Výsledky	51
4.	Diskuze	67
5.	Závěr	70
6.	Seznam informačních zdrojů	71
	Seznam obrázků	75
7.	Přílohy	76

Seznam použitých zkratk

CT - Computed Tomography, výpočetní tomografie

KL – kontrastní látka

MR - magnetická rezonance

Pozn. - poznámka

RTG - rentgen (-ový)

UZ - ultrazvuk (-ový)

Úvod

Radiologické zobrazovací metody mají nezastupitelnou roli při diagnostice poranění i při určení typu a stupně poranění dětské lebky. Základními zobrazovacími modalitami jsou: prostý rentgenový snímek, CT vyšetření, sonografické vyšetření a magnetická rezonance. Význam sonografie je u dětí obecně větší než u dospělých. Ve věku 1 - 40 let je kraniocerebrální poranění nejčastější příčinou smrti, celkově třetí nejčastější příčina smrti po cerebrovaskulárních a nádorových onemocněních.

V první části své bakalářské práce popisují anatomii lebky, principy nejběžnějších zobrazovacích modalit, základní i speciální projekce snímkování lebky.

Druhá část je zaměřena na zkoumání snímkování lebky dětí ve věku 0 - 18 let. Výsledky jsou porovnávány v závislosti na věku, pohlaví a druhu zobrazovací modalit. Na snímcích lebky dětí a dospělých jsou markantní rozdíly. Odlišnosti mezi dětskou lebkou a lebkou dospělého jsou v první části práce také popsány.

V bakalářské práci zjišťují, zda jsou indikovány speciální skiagrafické projekce lebky u dětí i přes rychlý vývoj zdravotnické techniky a zároveň zda se počet indikací k vyšetření magnetickou rezonancí stále zvyšuje.

1. Teoretická část

1.1 Lebka

Lebka, latinsky cranium, je několika funkční kostěná struktura v těle, která je tvořena řadou lebečních kostí. Lebeční kosti jsou většinou ploché a vyznačují se svou charakteristickou stavbou. Uprostřed vnější a vnitřní struktury se nachází vrstva nazývaná diploe, ze které je odváděna krev žilami ležícími v canalis diploici. Vnější struktura lebeční kosti se nazývá lamina externa a vnitřní pak lamina interna. Lebka je na základě vývoje rozdělena na dvě části - splanchnocranium (obličejová část) a neurocranium (mozková část). Tvar lebky je ovlivněn celou řadou faktorů. Tvar splanchnocrania je závislý v první řadě na žvýkacím aparátu a tvar neurocrania je ovlivňován hlavně rozvojem mozku.^[1, 3]

1.1.1 Splanchnocranium (část obličejová)

Kosti splanchnocrania jsou podkladem pro obličej, tím pádem určují jeho tvar. Některé tyto kosti jsou součástí funkčního žvýkacího aparátu. Obličejová část je tvořena: orbitami (očnicemi), cavitas nasi ossea (kostěná dutina nosní), fossae temporales (jámy spánkové), fossae infratemporales (pokračují do nich fossae temporales pod bazi lebeční), fossae pterygopalatinae (prostory za fisura orbitalis inferior, do kterých pokračují fossae infratemporales).^[1]

Tuto část lebky tvoří párové i nepárové kosti. Mezi kosti párové patří: maxilla (horní čelist), která je tvořena tělem a výběžky. Os zygomaticum (lícní kost), která se svými plochami podílí na zevním okraji orbity, svým výběžkem tvoří část jařmového oblouku, dále spojuje obličejovou část s částí neurocrania a z velké části se podílí

na tvaru obličej. Os nasale (nosní kost), která je kostěným podkladem nosu. Ossa lacrimalia (slzní kosti) a os palatinum (patrová kost), u které tvoří jedna část kousek tvrdého patra a druhá část tvoří dutiny nosní. Dále jsou to pak kosti nepárové: mandibula (dolní čelist), která je tvořena pravým a levým ramenem, která odstupují z těla mandibuly zhruba pod úhlem 120 stupňů. Následující kostí je vomer (kost radličná), což je plochá kost tvořící část nosní přepážky, jejíž kaudální část je spojena s tvrdým patrem. Další kostí je os hyoideum (jazyk), která je uložena v krčním svalstvu vpředu, je tvořena z těla a rohů, upíná se na ni celá řada svalů a je na ní zavěšen hrtan.

1.1.2 Neurocranium (část mozková)

Již z názvu lze odhadnout, že se jedná o část lebky, která tvoří pouzdro kolem mozku. Neurocranium je tvořeno dvěma částmi - chondrocraniem (chrupavčitá část) a desmocraniem (vazivovitá část).

Mozkovou část tvoří jednak kosti klenby lební, jednak baze lební.

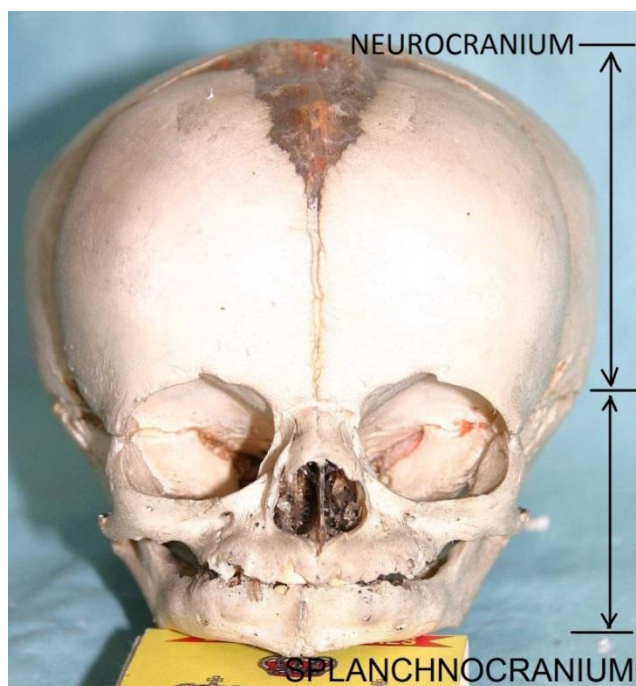
Baze, spodina lební, se skládá zepředu dozadu z: os frontale (kosti čelní), os ethmoidale (kosti čichové), os sphenoidale (kosti klínové). Dále po stranách jsou ossa temporalia (kosti spánkové) a nejvíce vzadu leží os occipitale (kost týlní). Všechny kosti kromě čichové vybíhají do šupin, které vystupují vzhůru a dopředu (os frontale), bočně nahoru (os sphenoidale a temporale) a nahoru vzadu (os occipitale). Bazí lební prochází celá řada cév. ^[2]

Kosti klenby lebeční navzájem spojují suturae (švy). Mezi kostí frontální a parietální je to sutura coronalia (šev věncový), mezi parietálními kostmi sutura sagitalis (šev šípový), mezi os occipitale a parietálními kostmi sutura lambdoidea (šev lambdový), mezi squama ossis temporalis a parietálními kostmi sutura squamosa

(šev šupinový). Mezi velkými křídly klínové kosti a šupinou temporální kosti je sutura sphenoidalis. ^[2]

Os frontale, která je původně párovou kostí, dále os parietale, která má čtverhranný tvar, ossa nasalia (kůstky nosní), ossa lacrimalia (kůstky slzné), vomer a os tympanicum (kost bubínková), dále ještě šupina kosti spánkové a část šupiny týlní kosti jsou tvořeny vazivovou strukturou.

Chrupavčitou strukturu mají: os occipitale, os temporale, os sphenoidale kromě výběžku, os sphenoidale a dolní skořepa nosní.



Obrázek č. 1- Znázorněno neurocranium a splanchnocranium na dětské lebce ^[28]

1.1.3 Pohlavní rozdíly na lebce

Pohlavní rozdíly, neboli sexuální dimorfismus, je pozorován i u lebky. Statisticky jsou dokázány určité rozdíly, které ale nejsou pro určení pohlaví lebky dostatečné. Jedná se o velikost, ale i tvar. Za důležitější jsou považovány tvarové rozdíly, z nich nejdůležitější jsou:

Nasofrontální přechod - při pohledu na lebku z profilu je u žen tento přechod plynulý, zato u mužů je pod úhlem, kdy glabelární krajina vyčnívá.

Nadoboční oblouky - u žen často úplně chybějí, nebo jsou vyznačeny jen málo, ale na mužských lebkách jsou vyznačeny mnohem více a zřetelněji.

Processus mastoideus - jedná se o tzv. Brocovu známku, kdy se lebka položí na vodorovnou podložku bez mandibuly a u mužů se pak lebka opírá většinou přímo o processus mastoidei, to je známka toho, že jsou tyto výběžky větší u mužů než u žen, ženská lebka se totiž opírá většinou o condyli occipitales.

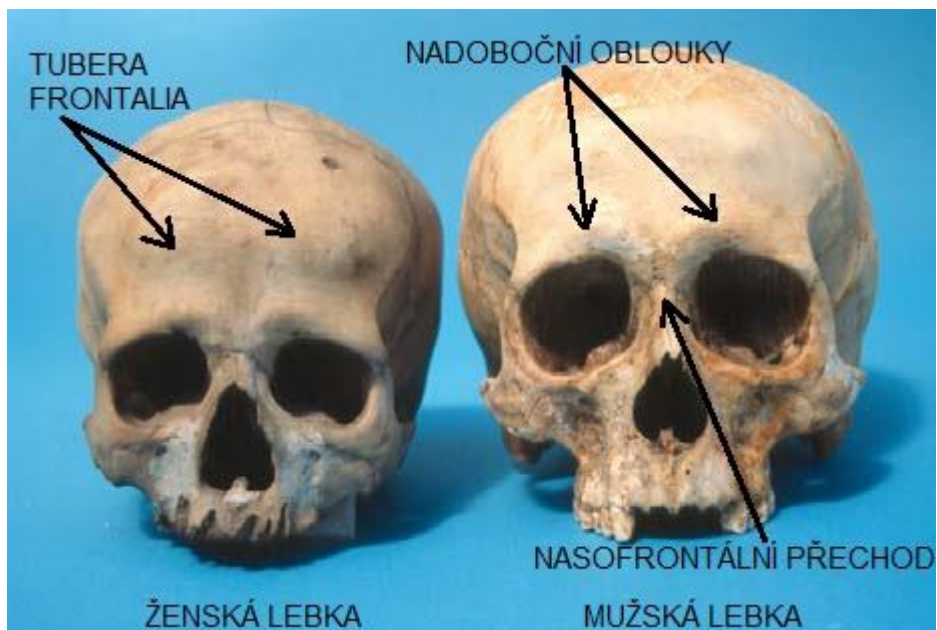
Tubera frontalia - u mužů jsou klenutá plynule, kdežto u žen je zakřivení nápadnější a strmější.

Protuberantia occipitalis externa - je mnohem výraznější u mužů, na ženských lebkách se téměř neobjevuje.

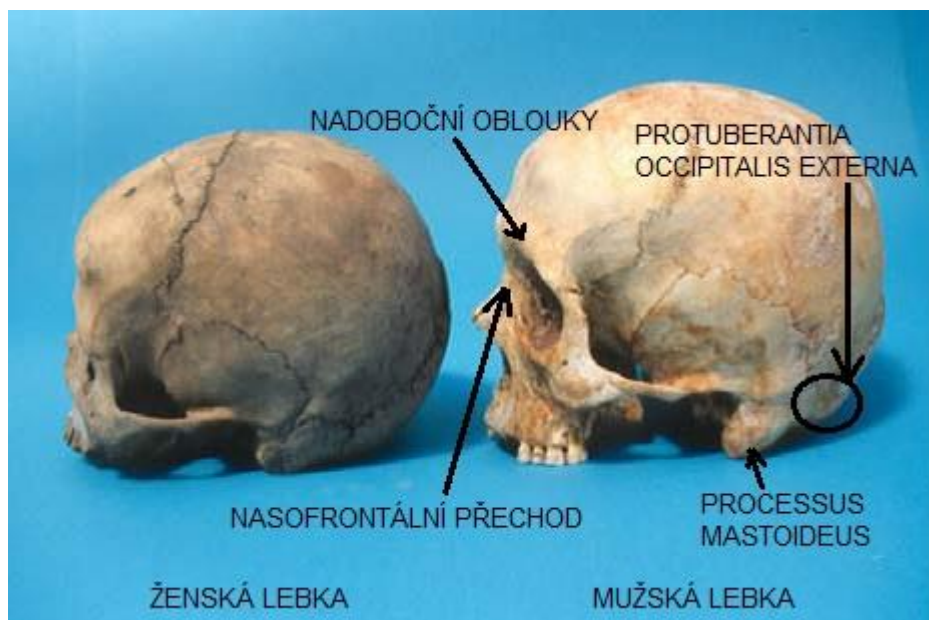
Bradová krajina - u žen je tato oblast dolní čelisti většinou zaoblená, na mužských lebkách je většinou hranatá; tento znak není moc spolehlivý, protože u některých lebek často chybí.

Processus alveolares - poslední znak, který je posuzován v oblasti řezáků; tento výběžek je u žen často posunut a ohnut vpřed; tento znak je také celkem nespolehlivý.

Při posuzování pohlaví lebek musíme brát ohled na všechny tyto znaky. Bohužel průměrně asi v 10 % všech případů nelze pohlaví rozpoznat pouze po posouzení lebky.^[1]



Obrázek č. 2 - Znázornění pohlavních rozdílů na lebce zepředu [28]

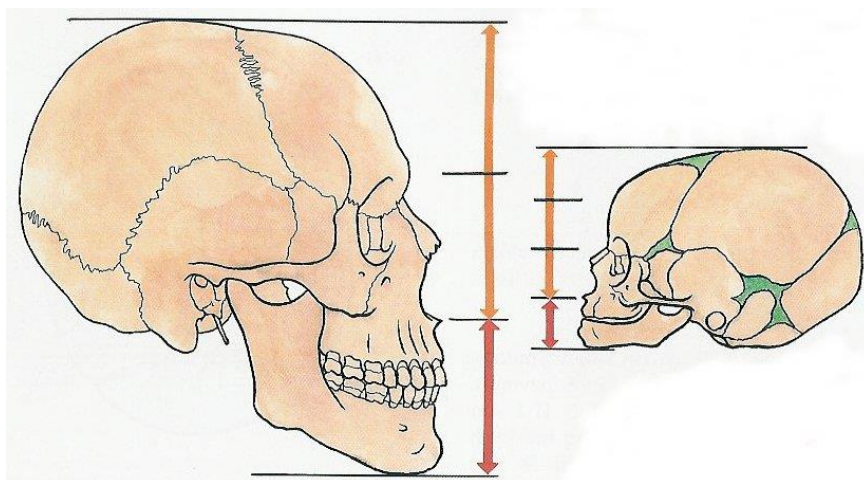


Obrázek č. 3 - Znázornění pohlavních rozdílů na lebce z boku [28]

1.1.4 Lebka novorozence

Porovnání novorozenecké lebky s lebkou dospělého ukazuje celou řadu tvarových a růstových rozdílů.

Mezi hlavní znaky lebky novorozenců patří velké neurocranium a nízké, malé splanchnocranium. Nízké splanchnocranium se týká tvaru maxily, dutiny nosní a nosní přepážky. Mandibula s ramus mandibule jsou také nízké. Ve střední čáře má novorozenecká mandibula vazivovou symfýzu, která vymizí koncem prvního roku života. ^[1]



Obrázek č. 4 - Porovnání rozměrů novorozenecké lebky s lebkou dospělého ^[1]

Mezi další znaky novorozenecké lebky patří: párové os frontale, které je rozděleno švem ve střední čáře, dále nízká squama temporalis, patrný šev mezi maxilou a premaxilou a nevyvinuté paranasální dutiny.

Charakteristickými útvary novorozenecké lebky jsou fonticuli cranii (fontanelly/lupínky). Mezi kostmi kalvy (klenby lebeční) novorozence jsou vazivové pásy, které mohou přecházet ve vazivové blány. Každopádně zde nenalezneme švy jako u lebky dospělého. Hlavními fonticuly jsou (Příloha č. 1, 2):

Fonticulus anterior (major) - nachází se v místě styku sutura frontalis, coronalis et sagittalis. Má čtyřcípý tvar s delším cípem mířícím do čela. Zarůstá do konce druhého roku života.

Fonticulus posterior (minor) - je vzadu na styku sutura sagittalis a sutura lambdoidea. Tento fonticulus je trojcípý, často již u novorozence málo zřetelný a mizí do třech měsíců života.

Fonticulus sphenoidalis - má nepravidelně čtverhranný tvar. Nachází se ve vnitřní stěně fossa temporalis nad velkým křídlem os sphenoidale, os frontale, os parietale a squama temporalis.

Fonticulus mastoideus - je dále vzadu mezi processus mastoideus, os occipitale a os parietale.

Fonticulus anterior a posterior mají věcný význam u porodu, jsou hmatné a porodník se díky nim může orientovat o poloze hlavičky dítěte.

Fonticulus sphenoidalis a mastoideus jsou postranní a nehmatné díky překrytí měkkými částmi.

Fontanelly se mohou vyskytovat i nekonstantně na jiných místech např. sutura sagittalis. V lupíncích se někdy objevují samostatná osifikační centra, z nichž postupem vznikají samostatné kůstky. Nejčastější je os bregmatium ve fonticulus anterior nebo os epiptericum ve fonticulus sphenoidalis.

U novorozenců najdeme os tympanicum (bubínkovou kost) ve tvaru prstence.

Při pohledu na bazi lební v norma inferior jsou dobře patrné růstové chrupavky a to především : synchondrosis sphenoccipitalis - mezi těly os sphenoidale a occipitale, zanikají až kolem dvacátého roku života.

: synchondrosis intraoccipitalis anterior at posterior - nachází se mezi jednotlivými základy os occipitale, zanikají mezi pátým až sedmým rokem života.

(Příloha č. 3)

1.1.5 Anomálie, vývojové vady obličeje

Acrania - jedná se o vrozené nevyvinutí a tím pádem částečné nebo úplné chybění calvy; tato nemoc je velmi vzácná a není slučitelná se životem. (Příloha č. 4)

Craniosynostosis - u této vady předčasně osifikují švy, tím pádem se mění model růstu lebky. Vzhledem k expanzi lebky, kdy je prostor pro růst mozku poskytnut pouze v rovnoběžné rovině s uzavřenými švy, dochází k tomu, že tvar lebky a obličeje je abnormální. U této vady dochází ke zvyšování nitrolebečního tlaku, a proto může docházet k poruchám zraku, spánku, může se snížit IQ, a tak se velmi zhoršit psychický stav. (Příloha č. 5)

Cheiloschisis - rozštěp rtu - je nejlehčí forma rozštěpové vady. Dochází k ní poruchou srůstu maxilárních výběžků a části frontonazálního výběžku. Pozorujeme ho jakoby zářez, nebo mezeru v horním rtu, ovšem někdy může tento zářez zasahovat až k nosu. Vada může postihnout jednu, ale i obě strany rtu. Tato vada je v dnešní době dobře chirurgicky řešitelná. (Příloha č. 6)

Rozštěp horní čelisti a rtu - rozštěp horní čelisti se jako takový samostatně nevyskytuje. Vždy se vyskytuje ve spojení s rozštěpem rtu s tím rozdílem, že u tohoto typu zasahuje poškození až do horní čelisti. (Příloha č. 7)

Palatoschizis - rozštěp patra - vada, kdy kostěné části patra nejsou srostlé. Je také chirurgicky odstranitelná. (Příloha č. 8)

1.2 Zobrazovací metody - specifika dětí

Onemocnění dětí mají jiný průběh než dospělých, nebo se u dětí mohou vyskytovat onemocnění, která se u dospělých objeví pouze výjimečně. V pediatrické radiologii se vyžadují znalosti z klinické pediatrie a speciální znalosti u některých vyšetření. ^[5]

Počet poranění lebky se zvyšuje se stoupajícím věkem. Poranění mohou vzniknout již při komplikovaném porodu. Později vznikají poranění pádem na hlavu, při nehodách, avšak mohou být i následkem týrání.

I u lebky se můžeme setkat s různými typy zlomenin - lineární, rozšířené a zlomeniny baze lební. Poranění mohou být samozřejmě různého charakteru a je tedy jen na lékaři, kterou z nabízených a dostupných vyšetřovacích metod zvolí. Zohledňuje se zde požadavek na co nejmenší radiační zátěž, ale zároveň musí vybraná vyšetřovací metoda přinést kvalitní diagnostický výsledek.

Mezi základní vyšetřovací metody řadíme prostý snímek na rentgenu, vyšetření CT, sonografii a magnetickou rezonanci (MR).

U rentgenových snímků snižujeme radiační dávky přísnou indikací a vykrytí gonád je samozřejmostí. Při skiaskopiích vykrýváme skiagramy olovnatými pásy a skiaskopujeme pouze nezbytně nutnou dobu. Díky stálému zdokonalování techniky se častěji indikuje vyšetření CT, které je již téměř všude dostupné a je velmi rychlé. U CT vyšetření jsou indikacemi hlavně intrakraniální patologie a některá onemocnění břicha a hrudníku. U malých dětí může být toto vyšetření prováděno dokonce v celkové anestezii. U MR vyšetření je také možná celková anestezie, ovšem tato anesteziologická aparatura je velmi nákladná, protože musí být z nemagnetického materiálu. Sonografie je indikována stále častěji. Naprosto běžnou indikací k sonografii je vyšetření dysplazie kyčelních kloubů u novorozenců. Dále se využívá k vyšetření lebky a patologií v oblasti břicha nebo se může využít k echokardii a echoencefalografii. Angiografie je indikována velmi málo a je prováděna v celkové anestezii. Při použití kontrastní látky (dále jen KL) se dítěti podávají jodové, neionizující a nízkoosmolární. Při podání KL je

nutné mít podepsaný souhlas rodičů nebo zákonného zástupce. Souhlas s vyšetřením a s použitými pomůckami musí být podepsán i při invazivních výkonech.

U CT a magnetické rezonance může být vyšetření dětí komplikovanější a náročnější. Děti mají strach z „tunelové“ konstrukce přístroje a nevydrží požadovanou dobu v určité poloze. Proto jsou jim mnohdy podána sedativa, aby se utišily a danou dobu vydržely v klidu.

1.2.1 Ochrana před zářením

Rentgenové záření má na organismus negativní vliv, proto je ochrana před zářením velmi důležitá. Chránit se musí jak personál, tak pacienti. Ochrana se bere v úvahu již při stavbě místnosti, která bude určena k těmto účelům. Podlahy, stropy a stěny mají určitou tloušťku baryové omítky. Dále jsou zde speciální dveře a mezi ovladnou a místností, kde jsou prováděny expozice, je tzv. pozorovací okénko (3mm Pb).

Dále se používají různé stínící pomůcky viz kap. 4.6.

Principem ochrany před RTG zářením je ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Je to princip, kdy je pacient ozářen určitou dávkou, která má být co nejmenší, ale na druhou stranu musí být dostatečná, aby se vyšetření neznehodnotilo a neopakovalo.

Mezi základní ochranné principy před rozptýleným zářením patří ochrana časem (vyšetřovací čas zkrátit na minimum; hlavně u skiaskopie), vzdáleností (stát co nejdále od zářiče) a stíněním (používat ochranné stínící pomůcky, clonit).

Personál by si měl stále uvědomovat vlastnosti ionizujícího záření a dodržovat zásady ochrany. Radiologové by měli mít stále na mysli, že záření ubývá se čtvercem

vzdálenosti. To znamená, že čím dále budeme stát od zářiče, tím méně záření na nás bude dopadat = ochrana vzdáleností.

Celková filtrace a anodový proud jsou další dva faktory, které ovlivňují dávku záření. Při nízké expozici pacienta se nastavuje vyšší anodové napětí. U toho nastavení musí být opět zohledněna kvalita snímku, kontrast klesá s rostoucím napětím.

Při snímkování pacienta musí být radiologický asistent v ovladovně a dveře musí být zavřeny. V dnešní době je ovšem technika nastavena tak, že pokud by dveře nebyly zavřeny, přístroj by pacienta neosnímkoval.

Personál pracující se zářením, ať už je to radiodiagnostika, radioterapie nebo nukleární medicína, musí nosit u sebe stále dozimetr a pravidelně ho vyměňovat. Kontrolují se dávky ionizujícího záření, které příslušná osoba obdržela. (Příloha č. 9)

Mezi radiační ochranu patří i vymezení sledovaného a kontrolovaného pásma.

Sledované pásmo je vymezeno tam, kde je očekáváno, že za běžného provozu nebo za předvídatelných odchylek od běžného provozu by ozáření mohlo překročit obecné limity. Celá část takového pracoviště je stavebně oddělená. Sledované pásmo je zpravidla označováno znakem radiačního nebezpečí a upozorněním „Sledované pásmo“.

Kontrolované pásmo je vymežováno tam, kde se očekává, že za běžného provozu by ozáření mohlo překročit tři desetiny limitů pro radiační pracovníky. Kontrolované pásmo je ucelená a jednoznačně určená část pracoviště stavebně oddělená a zajištěná, proti vstupu nepovolaných osob. Do tohoto pásma mohou vstupovat pouze poučené osoby a zakázaný vstup tam mají těhotné ženy a osoby mladší 18 let, pokud sami nejsou podrobeni vyšetření. Pracovníci kontrolovaného pásma jsou vybaveni ochrannými pomůckami a mají povinnost se při výstupu z tohoto pásma převlékat. (Vyhláška o radiační ochraně 307/2002 Sb.)

1.3 Rentgen (prostý snímek)

Rentgenové záření bylo objeveno roku 1895 Wilhelmem Conradem Röntgenem.

Vlnová délka rentgenového záření se pohybuje okolo 10^{-9} m a řadíme ho do spektra elektromagnetického záření. Rentgenové záření je záření ionizující, zdroj je např. Slunce, hvězdy, což je samo o sobě nebezpečné. Dalšími vlastnostmi jsou přímočaré šíření, fotochemický a luminescenční účinek a biologický efekt.

Je to záření brzdné, které vzniká při dopadu na anodu. Po zbrždění se jeho energie přemění z 99 % na teplo a pouze z 1 % na rentgenové záření.

V radiodiagnostice je jako zdroj používána rentgenka. Platí, že se intenzita rentgenového záření snižuje se čtvercem vzdálenosti. Hlavní roli zde hraje množství elektronů, které dopadají na anodu v rentgence. Materiál a tloušťka vrstvy, kterou záření prochází, ovlivňuje intenzitu záření.

Při narůstání energie záření vzrůstá jeho kvalita, tvrdost a snižuje se vlnová délka. Měkké záření je více absorbováno a má delší vlnovou délku. Můžeme tedy říci, že je energie záření nepřímo úměrná na vlnové délce.

Základem pro vznik obrazu je rozdíl absorpce záření v jednotlivých tkáních těla. Například kost absorbující více záření bude zobrazena bíle, na rozdíl od snímku plic, kde bude vzduch zobrazen černě. „Absorpce rentgenového záření závisí na třetí mocnině vlnové délky a na třetí mocnině atomového čísla.“^[13]

Jednou z relativních kontraindikací je těhotenství. Radiologický asistent by se měl u každé ženy ujistit, zda není těhotná ještě před snímkováním.

1.3.1 Vznik rentgenového obrazu

Rentgenový obraz vyšetřované tkáně vzniká při průchodu rentgenového záření tkání. Z rentgenky, ohniska anody, vychází svazek záření, který pak prochází vyšetřovaným objemem. V závislosti na hustotě a tloušťce tkáně se část záření absorbuje a část prochází tkání a dopadá na film uložený v kazetě. Tak je v kazetě uložen tzv. latentní obraz, který je posléze vyvolán ve vyvolávacím automatu při nepřímé digitalizaci nebo rovnou převeden do digitální podoby při přímé digitalizaci, zviditelněn a zobrazen na monitoru.

Tkáně mají různé absorpční koeficienty a na obrazu jsou jim přiřazovány různé intenzity šedi. Více RTG záření prochází měkkými tkáněmi, protože mají menší hustotu a tedy i nižší absorpci. Jak bylo již řečeno, například kosti absorbují více RTG záření, jsou hutnější a na výsledném obraze se na monitoru zobrazí jako světlé.

Ke vzniku rentgenového obrazu je nutné mít tyto komponenty: zdroj záření, vyšetřovaný objekt a kazetu. Zobrazení objektu je ovlivněno vzájemným postavením všech těchto tří komponent. ^[5]

1.3.2 Rentgenka

Jedná se o vakuovou skleněnou baňku. Rentgenka obsahuje dvě elektrody - anodu a katodu. Katoda je tvořena spirálovitým wolframovým vláknem a je záporně nabitá. Vláknem je rozžhaveno a uvolňují se z něj elektrony. Množství a rychlost emitovaných elektronů závisí na teplotě vlákna rentgenky. Elektrony jsou fokuzáčními miskami stahovány do úzkého svazku, urychlovány silným elektrickým polem a usměřovány k anodě. Anoda je vyvořena z kovového materiálu - často také z wolframu, který má vysoký bod tání, popř. z molybdenu nebo rhodia, ty se využívají v mamografii. Po dopadnutí elektronů na anodu, do termického ohniska, tedy do místa

vzniku rentgenového záření, se kinetická energie záření mění z 99 % na tepelnou energii a jen 1 % na rentgenové záření. Rentgenka musí být neustále chlazená. Nejčasteji se používá olej, starší rentgenky byly (jsou) chlazeny vodou.

Existují dva typy rentgenek, a to rentgenky s pevnou anodou a rentgenky s rotační anodou. Rentgenky s anodou pevnou umožňují pouze malé zatížení ohniska a jejich konstrukce je jednodušší. Je zde část wolframová a měděná. Na wolframovou část dopadá proud elektronů. Měděná část je napojena na chladicí systém a měď samotná dobře odvádí přebytečné teplo. Díky proudu elektronů stále dopadajících na jednu část anody je nutné rychlé odvádění tepla. Tím pádem je tento typ rentgenky omezen maximálním použitelným proudem. Tyto rentgenky se využívají v terapii, u některých pojízdných rentgenů nebo u rentgenů stomatologických. V diagnostice je používána anoda rotační, často typ RTM (rhenium-wolfram-molybden). Její konstrukce je již složitější. ^[5, 14]

1.3.3 Záření a clony

Při praktické diagnostické aplikaci RTG záření je důležité použití filtrů a kolimačních clon. Vhodnými primárními clonami se zajišťuje geometrické vymezení svazku X-záření, zasahujícího jen potřebnou vyšetřovanou oblast. Ostrý obraz s vysokým prostorovým rozlišením je zajištěn tím, že záření vychází z téměř bodového ohniska na anodě rentgenky, jak bylo výše popsáno. Hned za rentgenku se umísťuje filtr, zhotovený nejčasteji z hliníkového plechu, který pohlcuje nízkoenergetické fotony ze začátku spojitého spektra X-záření, které nejsou použitelné pro zobrazení, protože by pronikly pouze do podkoží, ale zvyšovaly by radiační zátěž pacienta, jak bylo zmíněno výše. Mezi pacientem a filmem či stínítkem nebo zobrazovacím detekčním systémem, flat - panelem, se pak umísťuje sekundární clona. Je to mřížka tvořená rovnoběžnými absorpčními lamelami, olověnými pásky, které svými mezerami propouštějí pouze primární X-záření prošlé ve směru původního svazku, zatímco sekundární

comptonovsky rozptýlené fotony, pohybující se jinými směry, se pohlcují v přepážkách.

Kvalita sekundární clony je určena hustotou mřížky, ratio - počet lamel na centimetr, a mřížkovým poměrem, poměr mezi vzdáleností absorpčních proužků a jejich výškou. Potlačení sekundárního rozptýleného záření zlepšuje kontrast rentgenového obrazu. Na druhé straně však sekundární clona pohlcuje i část užitečného X-záření, takže je třeba zvýšit expozici.

Používají se tři typy sekundárních clon (mřížek):

Sbíhavá fokusovaná Bucky - Potterova clona (cca 10 lamel/cm). Bucky clona má poměrně tlusté přepážky (cca 1mm), které by se promítaly do RTG obrazu a působily rušivě. Tento rušivý rastr se eliminuje tím, že během expozice se clona pohybuje, čímž se její obraz rozmaže a zanikne v celkovém pozadí.

Paralelní jemná Lysholmova clona (40 - 60 lamel/cm).

Ultrajemná Smithova clona (hustota > 100 lamel/cm).^[6]

1.3.4 Přímá a nepřímá radiografie

Digitalizace, neboli přechod od analogového obrazu k digitálnímu, byl v radiodiagnostice obrovským pokrokem. Dnes se již na pracovištích setkáme s digitalizací ať už přímou, nebo nepřímou. Technika, kdy se snímek vyvolával v temných komorách, se již dnes nepoužívá.

Digitalizace je založena na principu, kdy se obraz skládá z pixelů a každému pixelu se přiřazuje určitá hodnota barvy. Tento obraz je ukládán do počítače. Čím je pixelů více, tím je lepší rozlišení výsledného obrazu. Využíváme 256 pixelů, což znamená vlastně 256 odstínů šedi. Lidské oko však rozliší pouze okolo 26 odstínů šedi.

Rozdíl mezi přímou a nepřímou digitalizací spočívá ve způsobu přenosu obrazu.

Přímá digitalizace se na pracovištích objevuje méně, protože je nákladnější, ale rychlejší variantou. Pořizovací cena je tedy u přímé digitalizace značnou nevýhodou. Při přímé digitalizaci je RTG záření detekováno pomocí speciálních čipů. Tyto čipy jsou uspořádány do matice. Na počtu těchto čipů závisí rozlišovací schopnost snímače, doba přečtení a v neposlední řadě i pořizovací cena. Obraz je digitálním převodníkem po zpracování převeden do počítače. U přímé digitalizace jsou používány detektory, které převedou světlo po jeho registraci na elektrický signál.

Nepřímá digitalizace je založena na tom, že se po snímkování pacienta uloží na paměťové fólii latentní obraz. Kazeta s paměťovou fólií musí být vložena do čtecího zařízení, kde je obraz převeden do digitální formy a zobrazen na monitoru. Po přečtení je obraz smazán a v okamžiku, kdy kazeta vyjede ze čtecího zařízení je opět připravena k další expozici. ^[14]

1.3.5 Fixační pomůcky

Fixační pomůcky, jak vypovídá již sám název, nám slouží k zafixování pacienta do určité polohy. Jejich další úlohou je úleva pacienta od bolesti, aby v uctivé pozici vydržel potřebnou dobu. Fixační pomůcky řadíme mezi rentgenové příslušenství. Těchto pomůcek existuje celá řada a mají jedno společné. Všechny musí být omyvatelné a desinfikovatelné. Pomůcka před použitím pro dalšího pacienta musí být desinfikována.

Nejčastější fixační pomůckou jsou klíny. Většinou jsou vyrobeny z polystyrenu, umělohmotného nebo pěnového materiálu, který téměř nepohlcuje rentgenové záření. Existují různé tvary a velikosti klínů (např. válec, trojúhelník).



Obrázek č. 5 - Fixační pomůcky ^[27]

Pro zhotovení telerentgenového snímku lbi se používá speciální držák, který se zavěšuje na vertigraf. Zde je velmi důležitá přesně bočná pozice hlavy. Části držáku, které překrývají hlavu, jsou samozřejmě z umělohmotného materiálu, aby na snímku nebyly žádné jeho artefakty. Tento snímek je zhotovován pro stomatologii. Většinou je ovšem tento snímek proveden u zubního lékaře speciálním přístrojem ortopantomografem, který postupně nahrazuje snímkování pomocí klasického rentgenu. (Příloha č. 10)

Dříve se používaly různé kompresní pásy, popruhy a držáky lebek, ale s tím se v dnešní době již nesetkáme.

1.3.6 Stínící pomůcky

Stínící pomůcky slouží k ochraně určitých částí těla před ozářením. Jejich jádrem je stínící materiál. U pacientů se vykryvá především oblast genitálií, avšak v některých případech je to velice složité (např. při snímkování pánve u žen). Stínících pomůcek existuje celá řada.

U dětí se používají malé zástěrky, které se zavěsí kolem pasu. (Příloha č. 11)

Doprovod má na sobě vhodné ochranné pomůcky. (Příloha č. 12)

Musíme vědět, co má být na požadovaném snímku zobrazeno. Raději zvolíme menší vykrytí a když to není možné, tak snímujeme úplně bez vykrytí, než abychom snímek znehodnotili a museli jsme tak celé snímkování opakovat. Podle toho tedy necháme obléknout pacientům vhodné stínící pomůcky.

Dále existují různé stínící a ochranné límce, brýle a rukavice. Tyto stínící pomůcky jsou využívány spíše personálem při skiaskopii, kdy je přítomen v místnosti s vyšetřovaným pacientem a tím pádem i při záření. Při těchto vyšetřeních jsou nasazovány olovnaté gumové pásy na ty strany skiagrafu, kde je personál.

1.4 Rentgenové projekce

Před snímkováním si pacient odloží všechny kovové, umělohmotné předměty např. řetízky, náušnice, paruky, zubní náhrady v předpokládané oblasti snímkování. Na odložení těchto předmětů ho musí upozornit radiologický asistent. K tomu, aby byl zhotoven kvalitní snímek, se musí určit přesná poloha, ve které má být pacient snímkován.

Při snímkování platí, že se provádí většinou dvě základní projekce, které jsou na sebe kolmé. Existuje i řada speciálních projekcí.

Dalším ze základních pravidel je, že snímkováná část těla je co nejbližší ke kazetě. Např. když snímkuje vedlejší dutiny nosní, je pacient čelem k vertigrafu. U některých pacientů, kteří nejsou schopni v dané potřebné poloze vydržet, však musíme provést atypickou projekci např. snímkování na břicho raněného.

Existují různé formáty a velikosti kazet – nejmenší je formát 13 x 18 cm, který se používá například při snímkování jednotlivých prstů, nebo nosu, dále máme formáty 18 x 24 cm, 24 x 30 cm, 40 x 15 cm, 40 x 20 cm 35 x 35 cm a největší 43 x 35 cm, který se používá například na snímek pánve, žeber, nebo plic u mužů. Někdy snímkuje takzvaně „půleně“, kdy zvolíme větší kazetu a jednu polovinu zakryjeme olovnatou gumou. První projekce se provádí na nezakrytou část kazety (např. předozadní), poté olovnatou gumu přemístíme na již ozářenou část kazety a druhá projekce (např. bočná - kolmá na předchozí projekci) se provádí na druhou polovinu kazety. Snímkování je prováděno podle zvyklostí pracoviště. Rozměr kazety volíme tak, abychom na něj umístili snímek celého požadovaného objektu, a dostatečně vycloníme ozařovací pole, aby nebylo moc velké.

Rentgenka musí být ve stanovené ohniskové vzdálenosti, což je vzdálenost mezi ohniskem a filmem.

Světelné zaměření nám u rentgenu slouží k centrování. Centrální paprsek zaměříme pomocí laserových paprsků a snímkové pole vykryjeme pomocí primární clony.

Každý snímek musí být stranově označen, P nebo L. Písmenko musí být na kazetu položeno tak, aby při prohlížení na monitoru bylo správně čitelné. Písmenka se umisťují většinou do horního, nebo dolního rohu kazety. U zadopředních, bočních a šikmých projekcí se pokládají písmenka zrcadlově, u předozadních projekcí čitelně.

U lebky mají kosti mozkové části větší hutnost, tím pádem se v nich absorbuje více rentgenového záření než v obličejové části. Tyto rozdíly vyžadují odlišné způsoby snímkování a nastavení expozic. U snímkování obličejové části nedochází k sumaci s mozkovou částí, takže používáme méně pronikavé záření např. při snímkování nosu. U lebky se provádí snímkování s Bucky clonou, ale i bez ní. Záleží na snímkové části a určité projekci. Lebka se snímkuje ve dvou základních projekcích (zadopřední, boční), ale existuje i spousta speciálních projekcí, které nejsou indikovány tak často.

1.4.1 Základní projekce

- Zadopřední projekce lebky

Pacient leží na břiše. Frankfurtská horizontála (Příloha č. 13) musí být kolmá ke kazetě, takže pacient přitáhne bradu k hrudníku a čelo a nos jsou opřeny o desku stolu. Osa páteře musí být rovná. Kazeta je cca 2 cm nad horním okrajem hlavy.

Používá se kazeta 24 x 30 cm na výšku, uložená v Bucky cloně. Centrální paprsek leží ve střední rovině, vstupuje do středu týlní kosti a vystupuje nad kořenem nosu.

Na snímku je symetricky zobrazena celá lebka včetně vertexu (vrchol klenby lebeční), se švy, orbity a skalními kostmi. Dolní čelist je kompletně viditelná.

- Bočná projekce lebky

Pacient leží na břiše. Vyšetřovaná strana hlavy je v kontaktu s plochou stolu. Hlava je uložena do přesně bočné polohy, což je velmi důležité. Pro udržení této polohy se může vypočítat brada. Pacient se může zapřít o okraj stolu horní končetinou nevyšetřované strany.

Snímkuje se na kazetu 24 x 30 cm, ale tentokrát je do Bucky clony vložena na šířku. Centrální paprsek leží cca 2 cm nad vnějším zvukovodem.

Na snímku je zobrazena celá lebka včetně vertexu. Ostře jsou zobrazeny okraje kalvy, turecké sedlo a klinoideální výběžek. Kontury předních jam lebních a kloubních hlavice dolní čelisti jsou v zákrytu. Brada je zobrazena celá.

1.4.2 Speciální projekce

- Projekce na turecké sedlo (Sella turcica)

Pacient leží na břiše. Hlava je položena pravou stranou na desku stolu a nastavena do přesně bočné polohy. Bradu lze vypočítat pro fixaci hlavy. Pro zafixování celého těla se pacient zapře volnou horní končetinou o hranu vyšetřovacího stolu.

Používá se kazeta 13 x 18 cm, která je uložena v Bucky cloně na šířku. Centrální paprsek míří kolmo cca 2 cm nad vnější zvukovod. Je používán tubus.

Kritériem pro kvalitní snímek je překrytí obou stran sella turcica a klinoidních výběžků.

- Projekce na bazi lební (Townova projekce)

Pacient leží na zádech. Brada je mírně přitažena k hrudníku, takže orbito- meatální linie (Příloha č. 13) je kolmá ke kazetě.

Kazeta 24 x 30 cm je do Bucky clony uložena na výšku. Centrální paprsek je skloněn pod úhlem 45 stupňů kaudálně a prochází foramen magnum.

Na snímku jsou zobrazeny obě skalní kosti, symetricky je zobrazena týlní kost a dorzální oblouk atlasu v oblasti foramen magnum.

- Projekce na kost skalní dle Schüllera

Pacient leží na břiše. Hlava je položena vyšetřovanou stranou na plochu stolu a nastavena do přesně bočné pozice, stejně jako na bočnou projekci lebky. Horní končetinou nevyšetřované strany se pacient zapře o okraj stolu a může se vypodložit brada pro zafixování. Při provádění snímků na zhodnocení artikulace je potřeba provést dvojici snímků se zavřenými a dvojici snímků s otevřenými ústy (čelistní klouby).

Snímkování je prováděno na kazetu 13 x 18 cm orientovanou v Bucky cloně na výšku. Vnější zvukovod snímkové strany je spíše v horní třetině kazety. Používá se ušní tubus, který je nízko u hlavy. Centrální paprsek je pod úhlem 30 - 35 stupňů skloněn kaudálně, vstupuje cca 3 cm nad vnějším zvukovodem nevyšetřované strany a vychází vnějším zvukovodem vyšetřované strany.

Na snímku je dobře zobrazen zvukovod a mastoidální výběžek je uprostřed. Sluchové kůstky nejsou vidět.

- Projekce na kost skalní dle Stenverse

Pacient leží na břiše. Okraje orbity, nos i lící kosti jsou v kontaktu s deskou vyšetřovacího stolu a hlava je nakloněna 45 stupňů na vyšetřovanou stranu. Pacient se může o hranu stolu zapřít horní končetinou.

Snímkuje se na kazetu 13 x 18 cm na výšku, která je uložena v Bucky cloně. Centrální paprsek je skloněn 10 - 15 stupňů kranialně, míří na procesus mastoideus a vystupuje zevním zvukovodem vyšetřované strany.

Na snímku musí být zobrazeny skalní kosti, mastoideální výběžky a vnitřní zvukovod. Dále se podle tohoto snímku posuzují struktury hrotu pyramid a bradavčitého výběžku.

1.4.3 Projekce na obličejový skelet

- Snímek orbit

Snímkování orbit se může provádět jak ve stoje u vertigrafu, tak vleže na snímkovacím stole. Kazeta je vložena do Bucky clony. Provádí se dvě projekce.

- Zadopřední projekce

Vleže na stole - pacient leží na břiše. Hlava je v poloze, kdy se čelo a nos opírají o desku stolu. Frankfurtská horizontála je tím pádem kolmo k desce. Snímkuje se na kazetu o rozměrech 18 x 24 cm a kazeta je uložena do Bucky clony na šířku. Centrální paprsek míří na střed kazety a kořen nosu.

Vsedě u vertigrafu - pacient je posazen na židli před vertigraf čelem k němu. Musí být v klidu a čelem a nosem se opřít o desku. Orbity jsou umístěny do středu kazety.

Snímkuje se také na kazetu 18 x 24 cm vloženou do Bucky clony na šířku a s centrálním paprskem mířícím do středu kazety a kořenu nosu.

Na snímku jsou symetricky a bez překrytí zobrazeny orbity.

- Bočná projekce

Bočná projekce se může také provádět na stole vleže i vsedě nebo ve stoje u vertigrafu.

Poloha pacienta je však stejná, proto je zde popsán pouze jeden případ, a to snímkování vleže na stole.

Pacient si lehne na břicho. Hlava je nastavena do přesně bočné polohy.

Používá se kazeta formátu 13 x 18 cm a je uložena do Bucky clony na výšku. Centrální paprsek dopadá kolmo do středu kazety a cca 2 cm dorzálně od vnějšího koutku oka.

- Snímek VND - Wattersova zadopřední projekce

Tato projekce je u snímkování vedlejších nosních dutin základní a provádí se vždy. Může se snímkovat na stole vleže na břiše, nebo u vertigrafu čelem k němu. Snímkovací polohy jsou stejné. Popsáno je snímkování u vertigrafu.

Pacient sedí nebo stojí čelem k vertigrafu. Snímkování vsedě je pohodlnější a to jak pro personál, lépe se manipuluje s pacientem, tak pro pacienta, déle vydrží v požadované pozici. Pacientovi mírně zakloníme hlavu cca 15 stupňů a požádáme ho, aby otevřel ústa.

Snímkuje se na kazetu 18 x 24 cm na výšku uloženou v Bucky cloně, s otevřenými ústy, která jsou v kontaktu s plochou stěny vertigrafu, a nosem umístěným do středu

kazety. Centrální paprsek je na střední úrovni maxilárních dutin, hrotu nosu a míří do středu kazety.

Na snímku máme k dispozici symetrický pohled na dutiny a kosti skalní promítající se pod maxilární dutiny.

- Snímek VDN - Wattersova bočná projekce

Bočný snímek je považován za doplňující a provádí se pouze na žádost lékaře. Tento snímek nám podává informace hlavně o dutinách sinus sphenoidalis (kosti klínové), ale jsou zobrazeny i jiné dutiny.

Pacient je posazen k vertigrafu. Tělo je přímo proti vertigrafu a otočena je pouze hlava do přesně bočné pozice.

Snímkování se provádí také na kazetu 18 x 24 cm orientovanou v Bucky cloně na výšku. Centrální paprsek míří do poloviny vzdálenosti ucho - oko a do středu kazety.

- Nos

Snímkování nosu se opět může provádět vsedě u vertigrafu, nebo vleže na snímkovacím stole. Snímkovací polohy se od sebe ničím neliší. Popsáno je snímkování vleže na stole.

Základní je boční snímek. Pacient leží na snímkovacím stole na břiše. Hlavu uložíme do přesně bočné polohy.

Zde se používá kazeta 13 x 18 cm na výšku. Snímkuje se bez Bucky clony. Centrální paprsek je kolmý na kořen nosu a přímo do středu kazety.

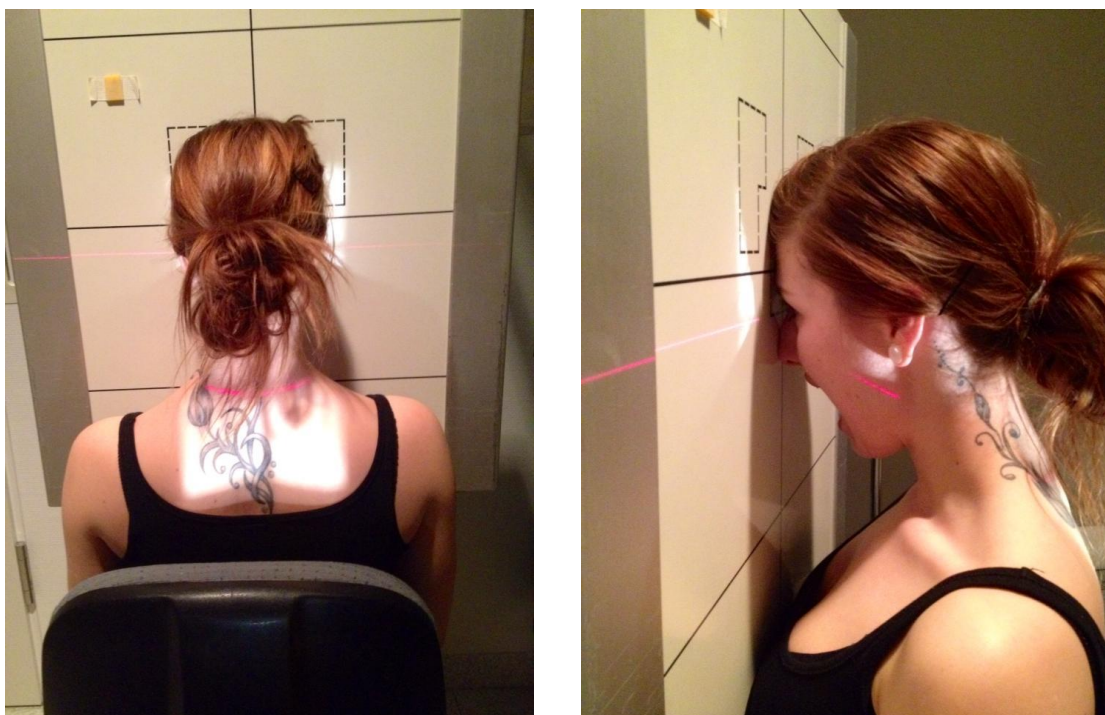
Na snímku jsou dobře zobrazeny nosní kůstky.

- Dolní čelist - projekce dle Clementschitsche

Jedná se o zadopřední projekci. Pacient se uloží na snímkovací stůl na břicho, nebo posadí čelem k vertigrafu. Hlava je v poloze, kdy se čelo a nos opírá o plochu snímkovacího stolu (vertigrafu) a brada je mírně přitažena k hrudníku. Pacient otevře ústa co nejvíce může.

Kazeta 24 x 30 cm je uložena do Bucky clony na výšku. Centrální paprsek je skloněn kraniálně 30 - 35 stupňů. Ve výši zevního ústí zvukovodu míří centrální paprsek do střední čáry lebky a do středu kazety.

Na snímku jsou zobrazeny oba kloubní výběžky s celým obloukem těla mandibuly.



Obrázek č. 6, 7 - Clementschitschova projekce vsedě (Klinikum Passau)

1.5 CT vyšetření (Computed tomography)

CT vyšetření, neboli výpočetní tomografie, bylo objeveno v 70. letech 20. století. Do té doby byla používána pouze konvenční tomografie. Objev spirálního CT nám umožnil vyšetření větších objemů a provádění několika dalších vyšetření, která bychom konvenčním CT nemohli provést např. CTag, vyšetření polytraumat, velký objem v krátkém čase, synchronizace s EKG. CT lze využít dokonce i k výkonům terapeutickým. Pacienti obdrží při tomto vyšetření vyšší dávku ionizujícího záření než při skiografii.

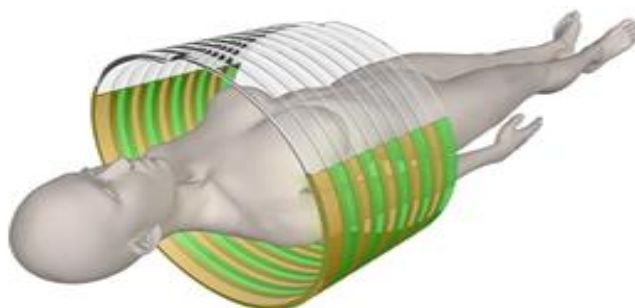
CT vyšetření je v dnešní době nepostradatelné. Téměř všechna pracoviště jsou tímto přístrojem již vybavena. Počet indikací k tomuto vyšetření se stále zvyšuje a jeho využití má širokou škálu. Mezi nejčastější indikace patří traumata lebky a páteře, poranění hrudníku a břicha a neméně často je toto vyšetření indikováno k potvrzení či vyloučení metastáz tumorů. Absolutní kontraindikace k tomuto vyšetření vlastně neexistuje. Známa je pouze relativní kontraindikace a tou je těhotenství. (Příloha č. 14)

Indikaci k CT vyšetření dětí musí lékař velmi zvážit a zhodnotit, zda není jiná možnost a alternativa s možným stejným výsledkem a bez radiační zátěže např. MR, sonografie. Princip ALARA je na prvním místě. Pokud by byla aplikována stejná dávka jako dospělému, je u dětí vyšší riziko radiační zátěže. Je - li vyšetření CT indikováno, mělo by být prováděno na nejmodernějších přístrojích s protokolem, které mají sníženou dávku radiační zátěže.

Existuje několik výrobců CT přístrojů a také několik programů, které umožňují snížit dávku záření. Dávka je optimalizována dle věku a váhy. Volba a nastavení vyšetřovacích parametrů u dětských pacientů je náročná, proto jsou vydána doporučení, jaká dávka záření by měla být pro děti použita a jaké množství KL by mělo být podáno. Doporučení jsou obvykle dodávána firmou k přístroji. (Příloha č. 15)

Programy na snížení dávky záření od různých firem jsou založeny na stejném základě a principu a každá z firem se snaží program zlepšit a nabídnout co nejvýkonnější a nejvýhodnější CT přístroj.

Firma TOSHIBA nabízí u CT přístrojů program AIDR 3D (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D), jehož cílem je zajistit automatické snížení radiační zátěže při vyšetření. Díky začlenění 3D AIDR v protokolu skenování je expozice snížena automaticky až o 75 %. Je zde také odstraňován šum až o 50 %. Další snížení dávky ionizujícího záření umožňuje aktivní kolimátor, kdy je expozice rentgenového záření eliminována pouze od začátku do konce skenovací oblasti. Odstraněním expozice, která není pro rekonstrukci obrazu potřebná, je zaručeno snížení absorbované dávky o 20 %. Je zde také prokázána modulace dávky mA přizpůsobené ve směrech x, y a z os. Další možností je snímání Dual Energy, kdy je přepínáno mezi nízkými a vysokými kV s každým otočením gantry. Expozice se automaticky zapne a vypne, když prochází přední stranou těla pacienta, kvůli ochraně citlivých orgánů, jako jsou např. prsa a oční čočka.



Obrázek č. 8 – Aplikace modelu Dual Energy na CT modelu PRIME Aquilion od firmy TOSHIBA^[39]

U firmy SIEMENS nalezneme podobné řešení šetření dávky záření v programu The Adaptive Dose Shield, kdy se dynamicky pohybujícími štíty blokuje nadbytečná dávka a adaptivní dávka záření se pohybuje v rozsahu začátku a konce spirály

vyšetřované oblasti. Umožňuje tak snížení dávky až o 25 %. Další program, který tento model nabízí, je Care Dose4D, ten umožňuje nastavení modulace dávky záření v závislosti na anatomii a poloze pacienta během skenování. ^[40]

Firma SIEMENS nabízí šetřící program IRIS, který lze využít i ke snížení dávky záření u vyšetření lebky. Kvalita obrazu je zachována i přes to, že je radiační zátěž významně snížena. Je zde využito algoritmu iterativní rekonstrukce, jejíž základ probíhá v prostoru hrubých dat. Tato rekonstrukce je postup, kdy je dopočítáváním v mnoha krocích („iteracích“) ze surových dat vytvořen finální obraz. S narůstajícím počtem iterací je potlačován i obrazový šum. ^[40]

Společnost PHILIPS nabízí soubor technik DoseWise, který snižuje dávku a zároveň poskytuje optimální kvalitu obrazu. Přístup Dual poskytuje vysokou kvalitu obrazu při nízké dávce záření a je zde také zahrnut protokol DoseRight, který umožňuje aktivní přizpůsobení dávky pro každého pacienta na základě plánovacího skenování. Technika iDose4 Premium je tvořena také na základě iterativní rekonstrukce, která zde zlepšuje prostorové rozlišení obrazu a snižuje artefakty způsobené velkými kovovými předměty, jako je např. ortopedický implantát. ^[41]

1.6 Sonografické vyšetření

Ultrazvuk je vysokofrekvenční zvukové vlnění o frekvenci vyšší než 20 kHz (20 000 kmitů za sekundu).

Diagnostické ultrasonografy produkují vlnění o velikosti 2 - 10 MHz. Ultrazvukové vlny procházejí různými tkáněmi různou rychlostí a různě se v nich chovají. Od tkání mohou být odraženy, tkáně je mohou absorbovat nebo rozptylovat. K odrazům dochází na rozhraní různě hustých tkání. Tkáně, které leží za kostmi nebo plynem např. ve střevech, nebo v plicích, nemůžeme vyšetřit, protože mají značnou akustickou impedanci, vlnový odpor, na kterém závisí síla odrazu (hustota tkáně*rychlost ultrazvuku). Zde je výjimkou vyšetřování hlavních kmenů mozkových tepen, kdy díky vyšší intenzitě projde ultrazvuk přes šupinu temporální kosti a tepny jsou tak vyšetřitelné - samozřejmě v dopplerovské ultrasonografii.

Odražené ultrazvukové vlny jsou zesilovány ultrasonografem. Po odražení vlny jde signál do měniče. Informace jsou ukládány do počítače a zobrazeny na monitoru. Je potřeba dosahovat přibližně stejných intenzit obrazu z tkání hluboko uložených a tkání pod kožním povchem. Intenzita odrazů je větší, čím větší je rozdíl impedancí (na rozhraní různě hustých tkání).

V sonografii je využíváno Dopplerova jevu, kde podmínkou pro detekci pohybu v cévách jsou korpuskule (krvinky, destičky), od kterých se ultrazvukové vlny odráží. Díky tomu můžeme znázornit a změřit krevní proud. Rychlost pohybu je dána průsvitem cévy.

„Dopplerův jev je změna frekvence vlnění, způsobená vzájemným pohybem pozorovatele a zdroje odrazů. Změna frekvence vlnění je úměrná rychlosti pohybu.“^[14]

Díky barevnému dopplerovskému vyšetření můžeme zobrazit i rozdílné rychlosti proudění různými barvami.

Při popisování ultrazvukových obrazů se používají termíny, které vyjadřují echogenitu. Tyto výrazy jsou však pouze relativní a nejčastěji se vztahují k normální echogenitě tkání a orgánů. Používají se výrazy: *hypoechogenní* (na obraze tmavší, nízká echogenita), *hyperechogenní* (na obraze světlejší, vysoká echogenita), *izoechogenní* (stejná echogenita), *anechogenní* (na obraze černé, např. tekutina).^[15]

1.6.1 UZ sondy

Existuje několik druhů ultrazvukových vyšetřovacích sond (Příloha č. 16):

Lineární - vytváří pravoúhlý obraz díky vysílaným paralelním vlnám. Výhodou této sondy je dobré prostorové rozlišení na malé vzdálenosti. Je používána ve vyšším frevenčním pásmu.

Sektorová - obraz této sondy je velmi úzký a směrem do hloubky se stále rozšiřuje, je tedy tzv. vějířovitý. Tento typ sondy se používá u nižších frekvencí, ty umožňují zobrazování hloubkových struktur.

Konvexní - je smíšený typ sondy obou předchozích. Má tedy dobré rozlišení na malou vzdálenost a zároveň i dobré rozlišení na vzdálenost větší.

Dále existují ještě další *speciální druhy sond*, které se využívají například u endosonografických vyšetření. Těmito sondami se provádí například transvaginální, transrektální, transezofageální vyšetření a spousta dalších. Tyto speciální sondy se zavádějí přímo do lumina orgánů.

Sondy obsahují různý počet měničů, které vysílají a přijímají signály. Každá sonda vysílá jiný tvar a velikost ultrazvukových paprsků, na které má vliv také generátor. Vyšetřovací sonda je nejdražší součástí přístroje.^[15]

Každá sonda má určitou fokusaci. Ultrazvukový paprsek se zaměří do určité hloubky, která je z klinického hlediska nejvhodnější, a zároveň tak, aby byla zlepšena rozlišovací schopnost. Tohoto účelu můžeme dosáhnout elektronicky, nebo se mohou přidat čočky k vyšetřovací sondě. To znamená, že pro různé účely používáme rozdílné vyšetřovací sondy.

V pediatrii při vyšetření dětí se používají sondy s frekvencí 5 MHz se zaměřením 5 - 7 cm a pro vyšetření mozku sondy sektorové s vyšší frekvencí 7,5 MHz s fokusací 4 - 5 cm. ^[15]

1.6.2 Vyšetření novorozence

K optimálním vyšetřovacím podmínkám při sonografii novorozenců a malých dětí patří klidné prostředí, vlídný přístup lékaře i přítomnost blízké osoby.

Mezi indikace k sonografickému vyšetření novorozence patří podezření na anomálie hlavy, břicha a kyčlí.

Indikacemi pro vyšetření hlavy novorozence jsou: hydrocefalus, intrakraniální krvácení, hypoxemické poškození mozku, meningokél a jiné vrozené anomálie, křeče, mikrocefalus, vyklenující se fontanely při zvýšeném nitrolebečním tlaku, úraz, nitroděložní infekce a k vyloučení stenózy nebo jiných následků po proběhlé meningitidě.

Vyšetření se provádí nejčastěji přes velkou fontanelu, která se uzavírá přibližně v roce a půl. (Příloha č. 17)

Vyšetřuje se v několika rovinách - pomalými kývavými pohyby:

Sagitální rovina (podélná) - sonda je umístěna na střed velké fontanely tak, že rovina zobrazení probíhá dlouhou osou hlavičky. Při náklonu sondy doprava se zobrazí pravá postranní komora a naopak. V sagitálním zobrazení jsou tedy zobrazeny obě

postranní komory a pod nimi thalamus a nucleus caudatus. Zobrazení této oblasti je velmi důležité, protože zde často dochází ke krvácení. Skláněním sondy pod různými úhly můžeme vyšetřit celý komorový systém mozku.

Koronární rovina (frontální) - sonda je otočená o 90 stupňů tak, že rovina zobrazení probíhá kolmo k dlouhé ose hlavičky. Sonda se sklání dopředu a dozadu. Koronární zobrazení se používá ke zobrazení komorového systému a přilehlých oblastí mozku. Je zde vyžadováno vyšetření s větším počtem šikmých rovin. Pro určitou část mozku zvolíme tedy určitý sklon sondy.

Axiální rovina (příčná) - sonda je položena těsně nad ucho a paprsek se sklání dolů k bazi lební a nahoru ke klenbě lební. Tento postup se provádí na obou stranách hlavičky. V nejnižší axiální rovině se dají zobrazit pedikly, které mají srdčitý tvar a dále pulzující tepny Willisova okruhu. Výše vedená rovina zobrazí thalamus.

Ultrazvukovým vyšetřením se snadno zjistí asymetrie mozkových komor nebo jejich dilatace. Jedna z nejčastějších příčin dilatace komor je vrozená stenóza akveduktu.

Nad hydrocefalem přemýšlíme tehdy, pokud je poměr mezi průměrem komor a hemisférou větší než 1:3. Příčinou hydrocefalu může být ageneze, vrozené chybění orgánu, nebo jeho části, corpus callosum. Následkem je posunutí postranních mozkových komor a vysunutí třetí mozkové komory vzhůru. ^[11]

1.7 Magnetická rezonance

Rozsah indikací k tomuto vyšetření je také velmi rozsáhlý, podobně jako indikace k CT vyšetření. Nejčastěji je MR využívána v neuroradiologii, při zobrazování muskuloskeletárního systému a často se zde vyšetřuje např. i krk, hrudník, pánev. Oproti CT vyšetření jsou zde mnohem lépe zobrazeny měkké tkáně. Naopak plicní tkáň je zobrazena lépe na CT. Těhotenství je pouze relativní kontraindikací. Mezi absolutní kontraindikace patří pacemarkery, elektronické implantáty např. kochleární implantát, cizí kovová tělesa v oku a stenty, svorky na cévách, protože hrozí zahřátí a posun. Dalším problémem při tomto vyšetření může být klaustrofobie. ^[8]

1.7.1 Výhody a nevýhody MR

Výhody MR:

- výborné zobrazení měkkých tkání,
- žádná radiační zátěž,
- vynikající rozlišení tekutin a bílé/ šedé hmoty mozku.

Nevýhody MR:

- vyšší náklady než CT,
- delší doba vyšetření,
- špatné rozlišení plicní tkáně.

Pro získání kvalitního výsledného obrazu musí být přijímací cívky uloženy co nejbližší k vyšetřované oblasti. Pro různé části těla je využíváno různých přijímacích cívek. Existují také tři gradientní cívky (x, y, z), pomocí kterých můžeme rozdělit velký objem na menší a po potřebné úpravě magnetického pole získáme informaci o místě, ze

kterého signál vychází, protože po nastavení určité frekvence rezonují pouze určité protony. ^[13]

1.7.2 Techniky MR

V medicíně se využívá několik technik MR a podle toho jsou pojmenovány jejich zkratky:

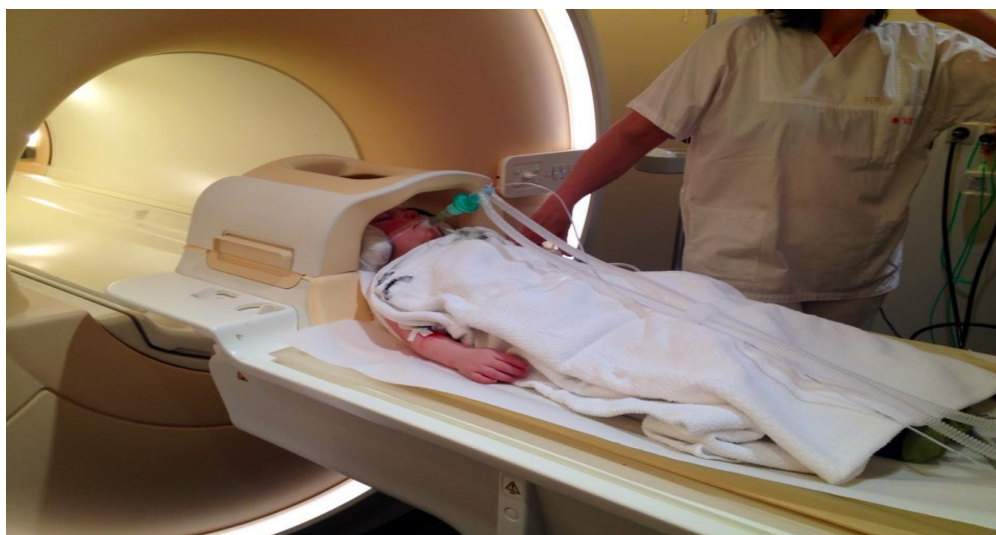
MR - klasické MR zobrazení

MRS - MR spektroskopie - bez odebrání vzorku zjišťuje biochemické složení tkáně

MRA - MR angiografie - bez podání KL se sledují vodíkové protony, tedy to, co se rychle pohybuje, a ostatní ne, tím pádem jsou vidět cévy, protože neobsahují protony

fMRI - funkční MR - vyšetření, které umožňuje funkční zobrazení mozku, tzn. že je zkoumána reakce na podněty, lze rozpoznat aktivnější části mozku od méně aktivních

DWI - difúzní zobrazování MR - touto metodou se dá zjistit pohyb molekul H_2O .



Obrázek č. 5 - Vyšetření hlavy u 1,5 ročního dítěte na MR (Klinikum Passau)

2. Výzkumná otázka a metodika výzkumu

2.1 Cíle práce

Jedním z cílů první části bylo popsání anatomických poměrů lebky, postupný vývoj růstu lebky a s ním spojené změny. Popsání jednotlivých rentgenových projekcí jak základních, tak speciálních.

Cílem druhé části je porovnání zobrazovacích modalit indikovaných k vyšetření lebky (hlavy) na Klinikum Passau v letech 2008 - 2013. Tato data porovnat v závislosti na: zobrazovací modalitě, věku a pohlaví.

Dalším cílem druhé části je získat celkové počty vyšetření lebky u dětí v jednotlivých letech a získání celkových počtů vyšetření lebky u dětí rozdělených dle jednotlivých vyšetřovacích modalit.

2.2 Výzkumná otázka

Výzkumné otázky byly položeny dvě.

Jsou stále indikovány speciální skiagrafické projekce lebky u dětí i při dostupnosti CT? Stoupá počet indikací k vyšetření magnetickou rezonancí u dětí?

2.3 Metodika

První část mé práce byla zpracovávána na základě analýzy literatury.

Tato část byla věnována popsání anatomických poměrů lebky, pohlavním rozdílům lebky, popsání novorozenecké lebky a jejím anomáliím a vývojovým vadám obličeje. Dále byly v první části popsány jednotlivé radiodiagnostické zobrazovací modalitty - rentgen, CT, magnetická rezonance a sonografické vyšetření. Základní i speciální rentgenové projekce lebky jsou popsány v samostatné kapitole.

Ve druhé části jsem se věnovala porovnávání jednotlivých hodnot četností vyšetření, která byla provedena na radiodiagnostickém pracovišti Klinikum Passau v letech 2008 – 2013.

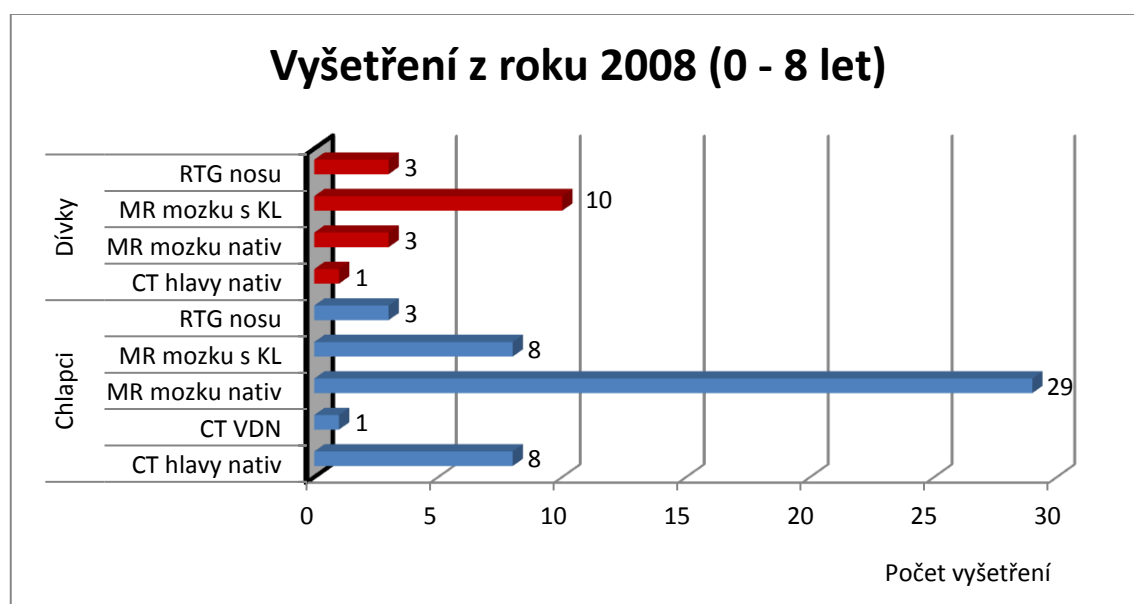
Ve výzkumném šetření jsem zpracovávala celkové počty vyšetření v jednotlivých letech, která byla provedena. Analýza dat je zpracována v závislosti na druhu zobrazovací metody, pohlaví a věku, který byl rozdělen do dvou kategorií a to 0 - 8 let a 9 - 18 let.

K vyhodnocování a předložení výsledků jsem použila grafy a tabulky. Veškerá data jsem zpracovávala v programech Microsoft Office Excel 2010 a Microsoft Office Word 2010.

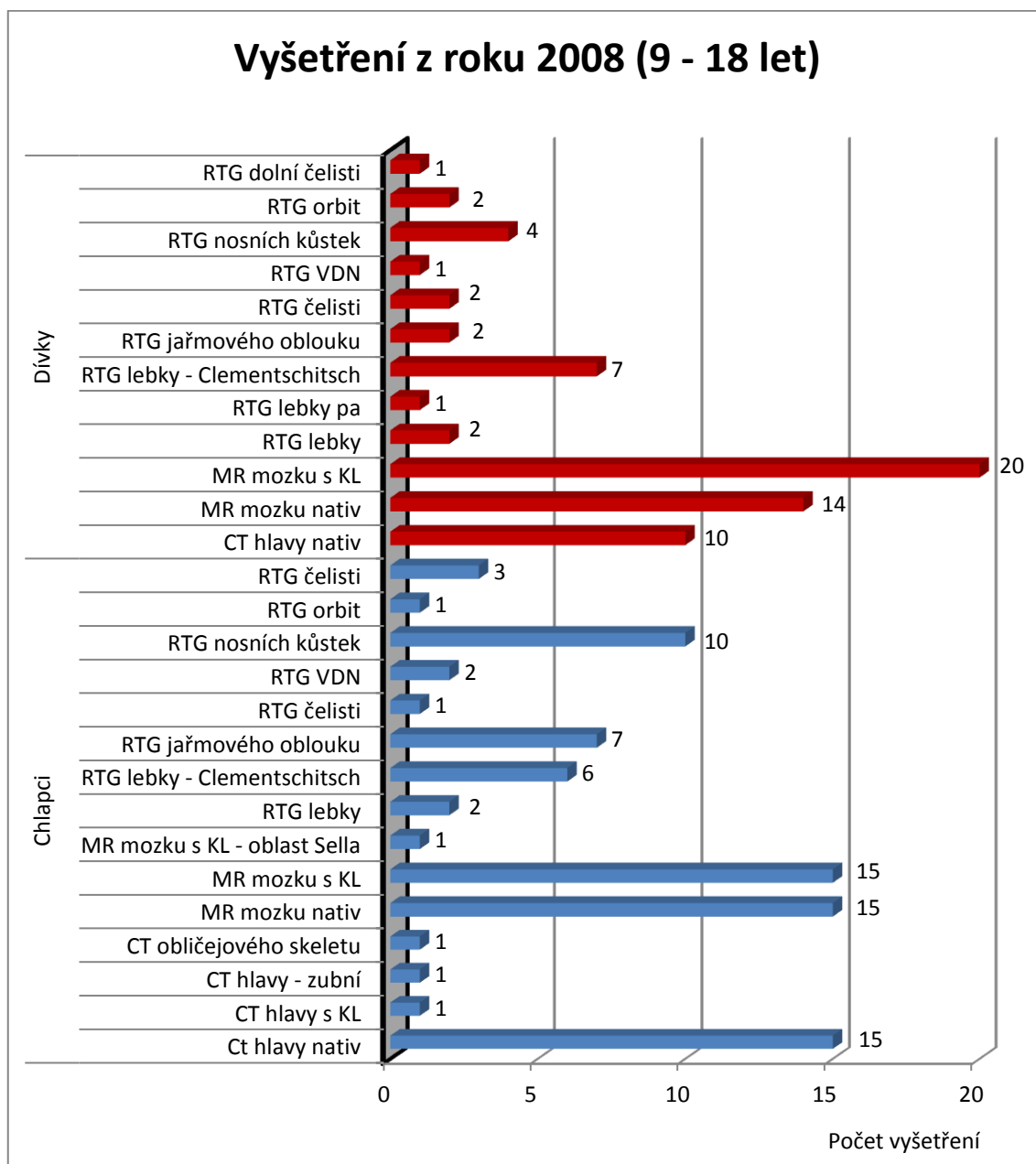
Pozn.: Jednotlivé počty jsou ovlivněny tím, že je v Pasově dětská klinika samostatná a snímkování si mohou provádět i tam. V mé práci jsou zpracovávána data z radiologického oddělení Klinikum Passau.

3. Výsledky

V prvním analyzovaném souboru jsou zahrnuty děti ve věku 0 - 8 let. Druhý zkoumaný soubor obsahuje děti ve věku 9 - 18 let, které byly vyšetřeny na radiodiagnostickém oddělení na Klinikum Passau v období uplynulých let 2008 - 2013. Jsou zde zahrnuta veškerá vyšetření lebky, která byla provedena. Na CT i magnetické rezonanci byla vyšetření prováděna nativně (bez KL), ale i s podáním KL. U rentgenu byly indikovány jak základní, tak i speciální projekce.



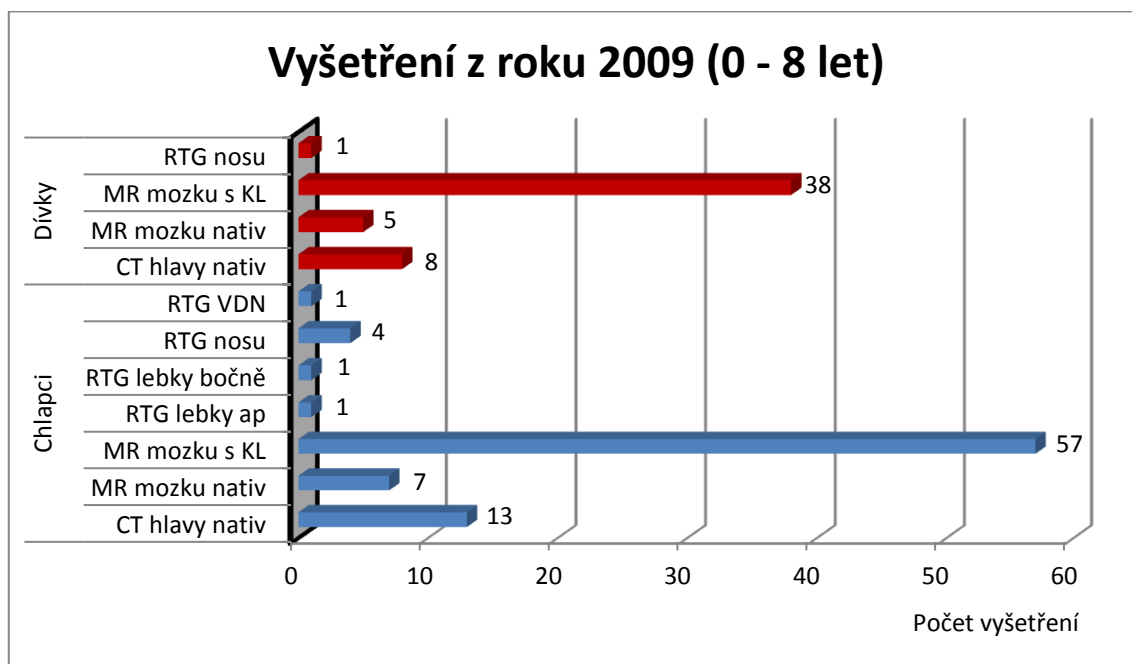
Graf 1: Vyšetření za rok 2008 dětí ve věku 0 - 8 let



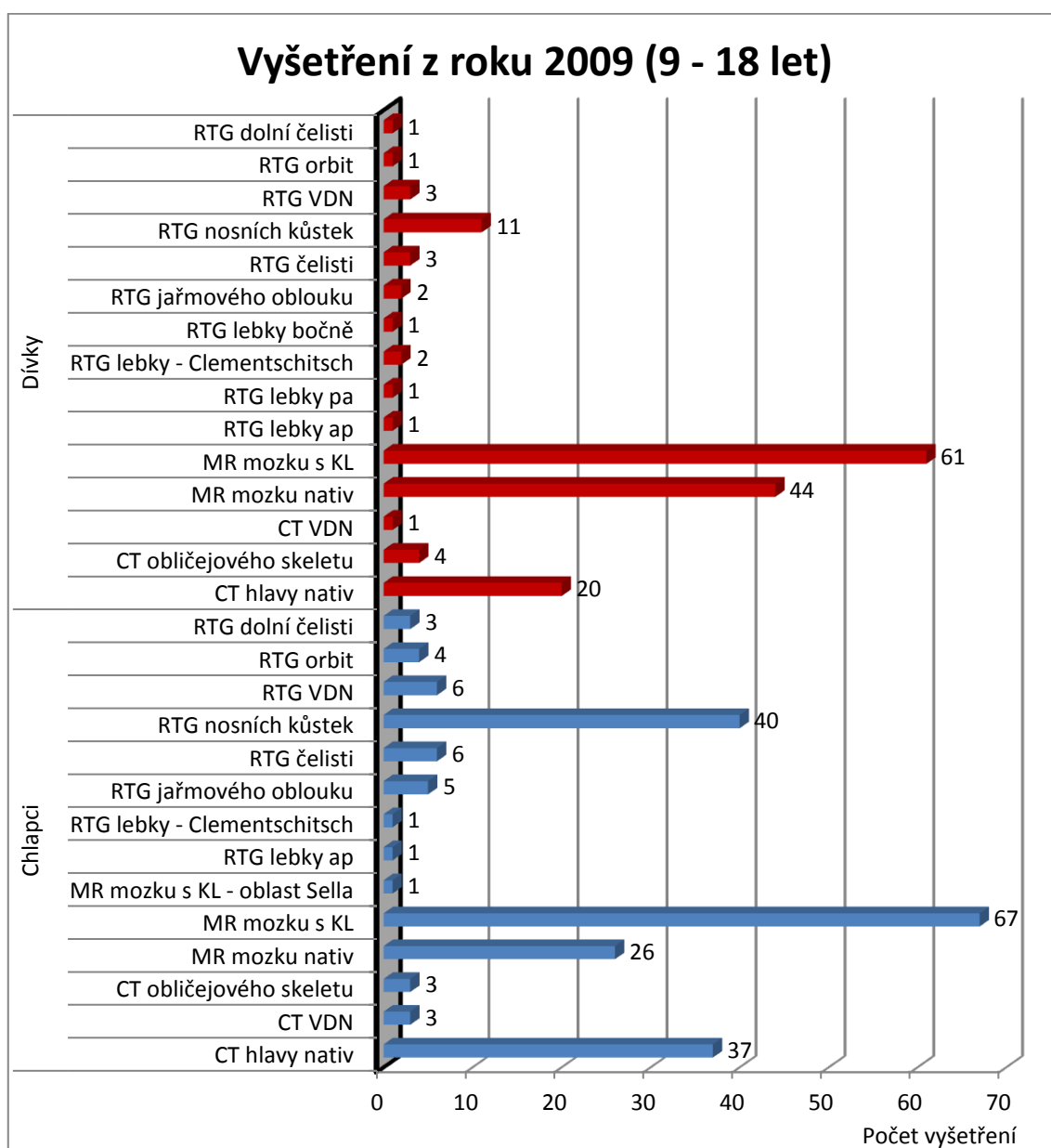
Graf 2: Vyšetření za rok 2008 dětí ve věku 9 - 18 let

Z grafů 1 a 2 vyplývá, že v roce 2008 bylo nejčastějším vyšetřením u dívek vyšetření mozku na magnetické rezonanci s podáním KL. U chlapců vyšetření mozku na magnetické rezonanci, ovšem nativně (bez podání KL). U chlapců mezi 9 - 18 rokem

se počet vyšetření na magnetické rezonanci bez podání KL rovná počtu vyšetření s podáním KL a nativnímu vyšetření hlavy na CT. Celkový počet vyšetřených chlapců mezi 0 - 8 rokem je vyšší než počet vyšetřených dívek. Ve věku 9 - 18 bylo vyšetřeno více dívek. U dětí od 9. do 18. roku bylo provedeno více vyšetření než u dětí mladších. V tomto roce byla indikována i speciální Clementschitschova projekce na čelistní klouby.



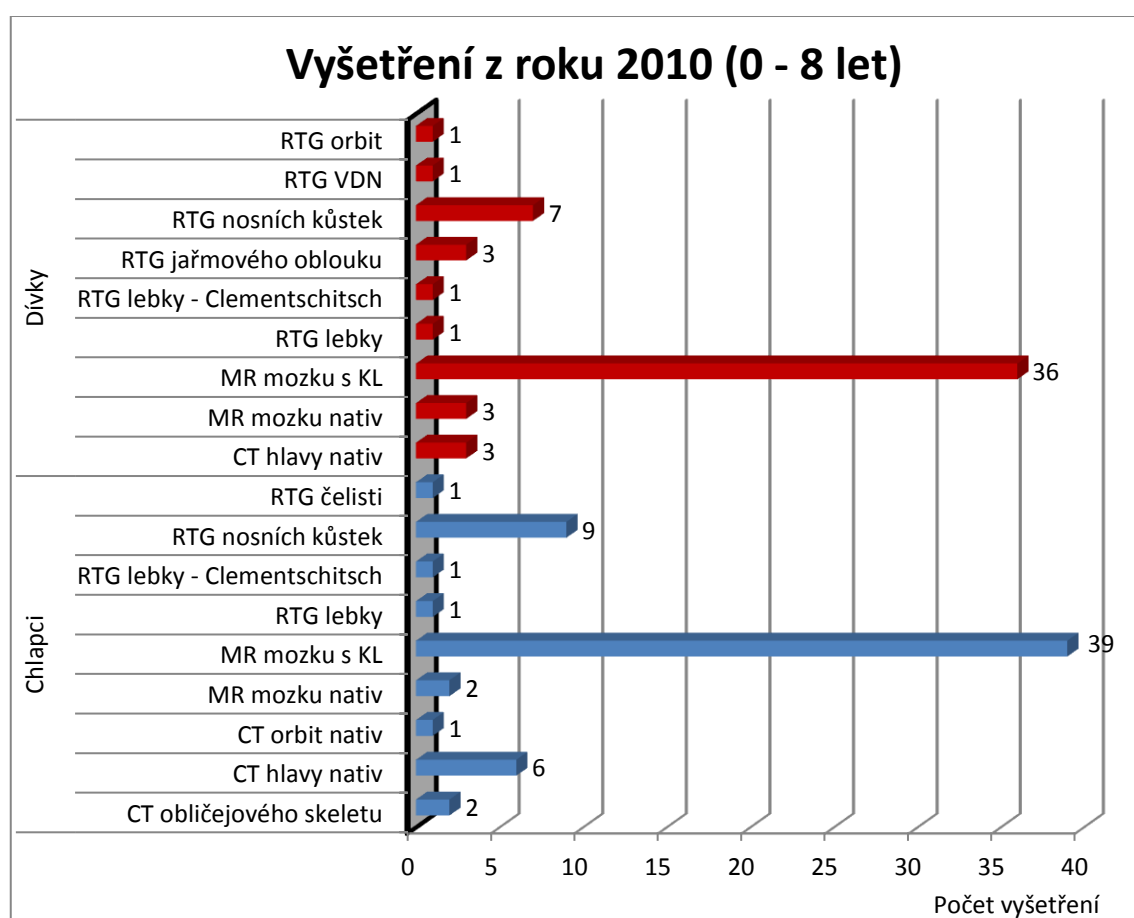
Graf 3: Vyšetření za rok 2009 dětí ve věku 0 - 8 let



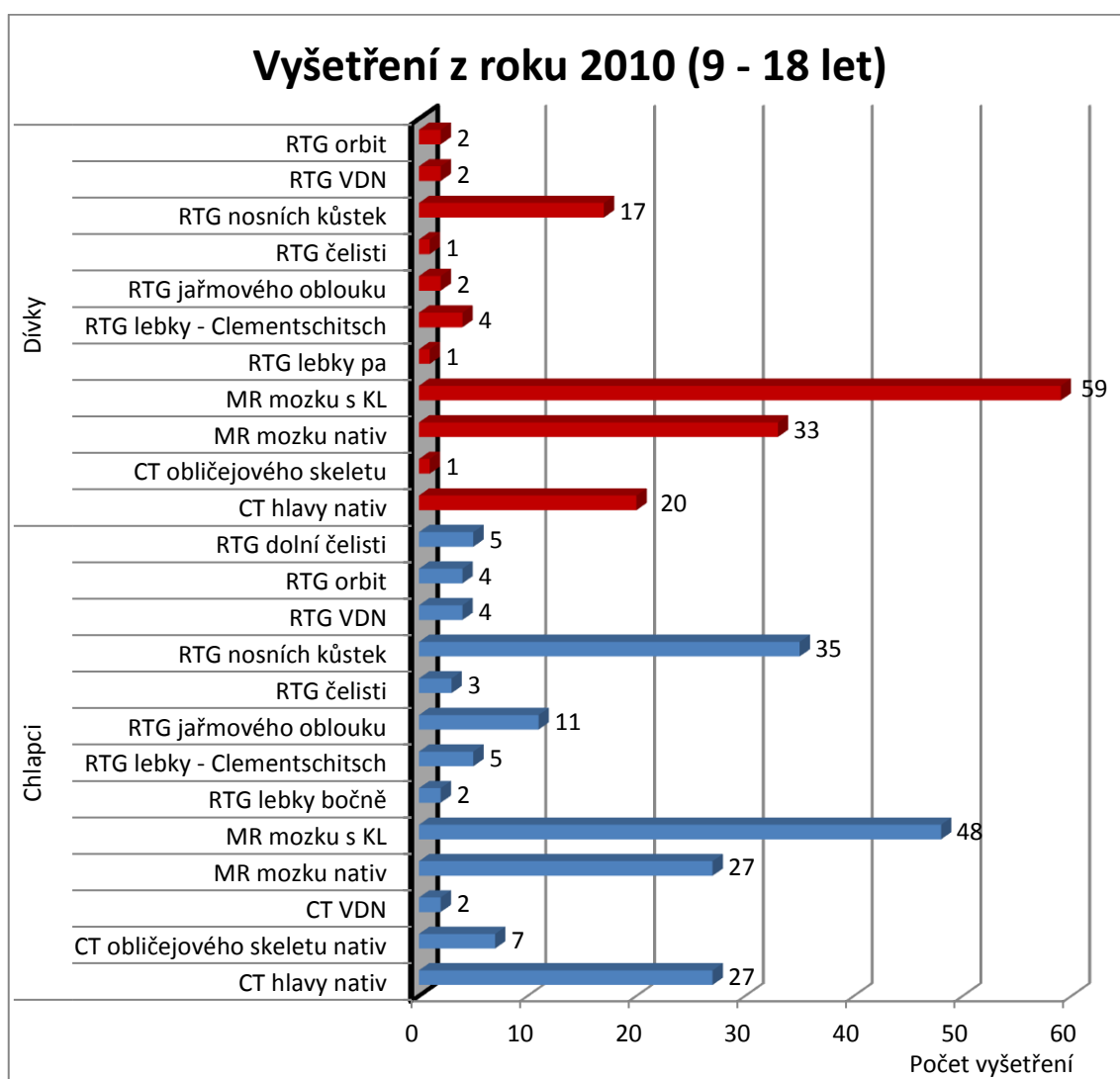
Graf 4: Vyšetření za rok 2009 dětí 9 - 18 let

Výsledky z druhé sady grafů nám ukazují, že v roce 2009 bylo u chlapců i dívek nejčastějším provedeným vyšetřením vyšetření mozku na magnetické rezonanci s podáním KL. Jako druhé nejvyšší hodnoty se u chlapců i dívek ve věku 0 - 8 let a u starších 9 - 18 let dívek se objevují u nativního vyšetření hlavy na CT. U starších

chlapců v rozmezí mezi 9. - 18. rokem je druhá nejvyšší hodnota vykazována u rentgenu nosních kůstek, potom také u nativního CT vyšetření hlavy. Grafy ukazují, že u starších dětí bylo v roce 2009 provedeno rozhodně více druhů vyšetření než u dětí mladších. V tomto roce indikace speciální Clementschitschovy projekce ustoupila.

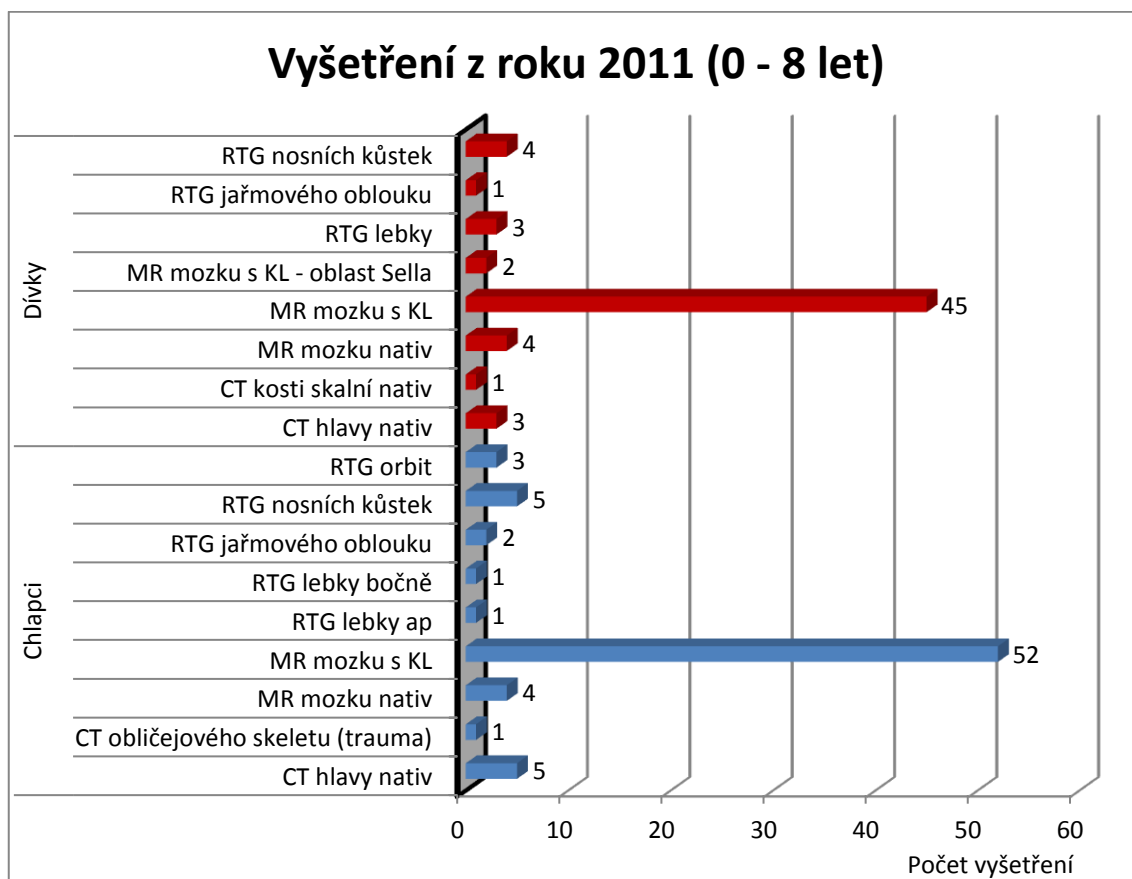


Graf 5: Vyšetření za rok 2010 dětí ve věku 0 - 8 let

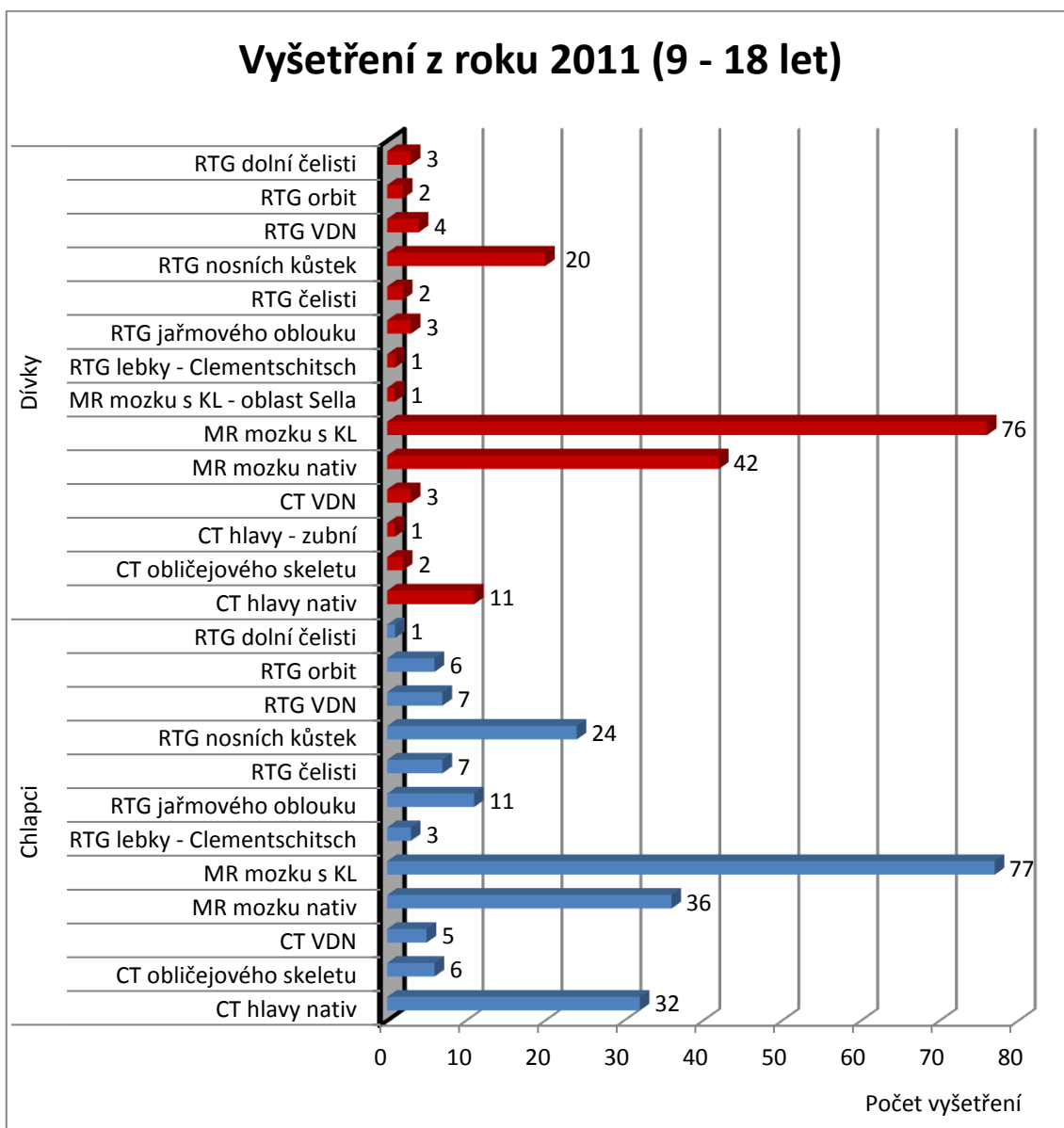


Graf 6: Vyšetření za rok 2010 dětí ve věku 9 - 18 let

Jak ukazují grafy 5 a 6, v roce 2010 bylo opět indikováno vyšetření mozku na magnetické rezonanci a to jak u chlapců, tak u dívek v obou věkových kategoriích nejčastěji. U dětí ve věku 9 - 18 let jsou i další vyšetření s vyšším počtem - rentgen nosních kůstek, vyšetření mozku na MR nativně a také vyšetření hlavy na CT. Počty ostatních vyšetření nejsou tak četné. Jak graf potvrdil, i v roce 2010 bylo u starších dětí provedeno více druhů vyšetření. Indikace na Clementschitschovu projekci se opět zvýšila, ovšem počet indikací nebyl tak vysoký jako v roce 2008.



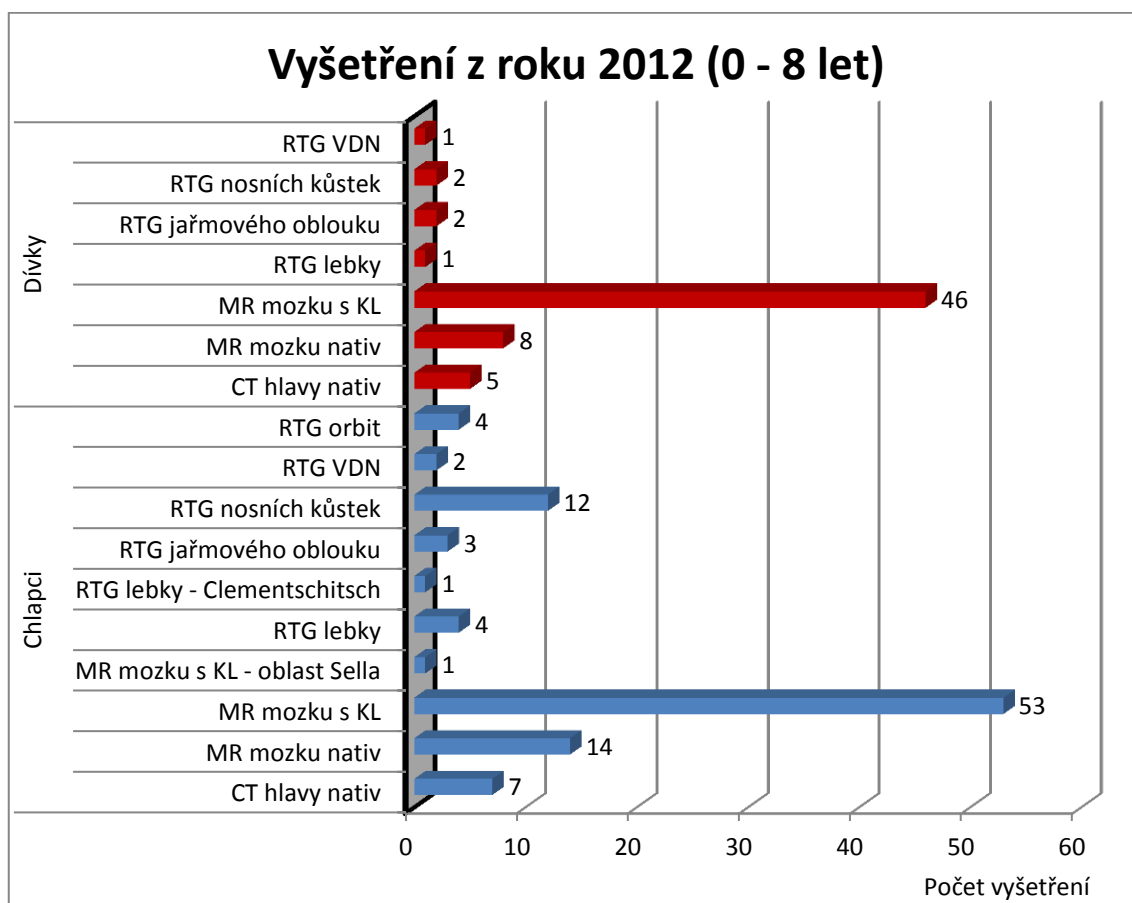
Graf 7: Vyšetření za rok 2011 dětí ve věku 0 - 8 let



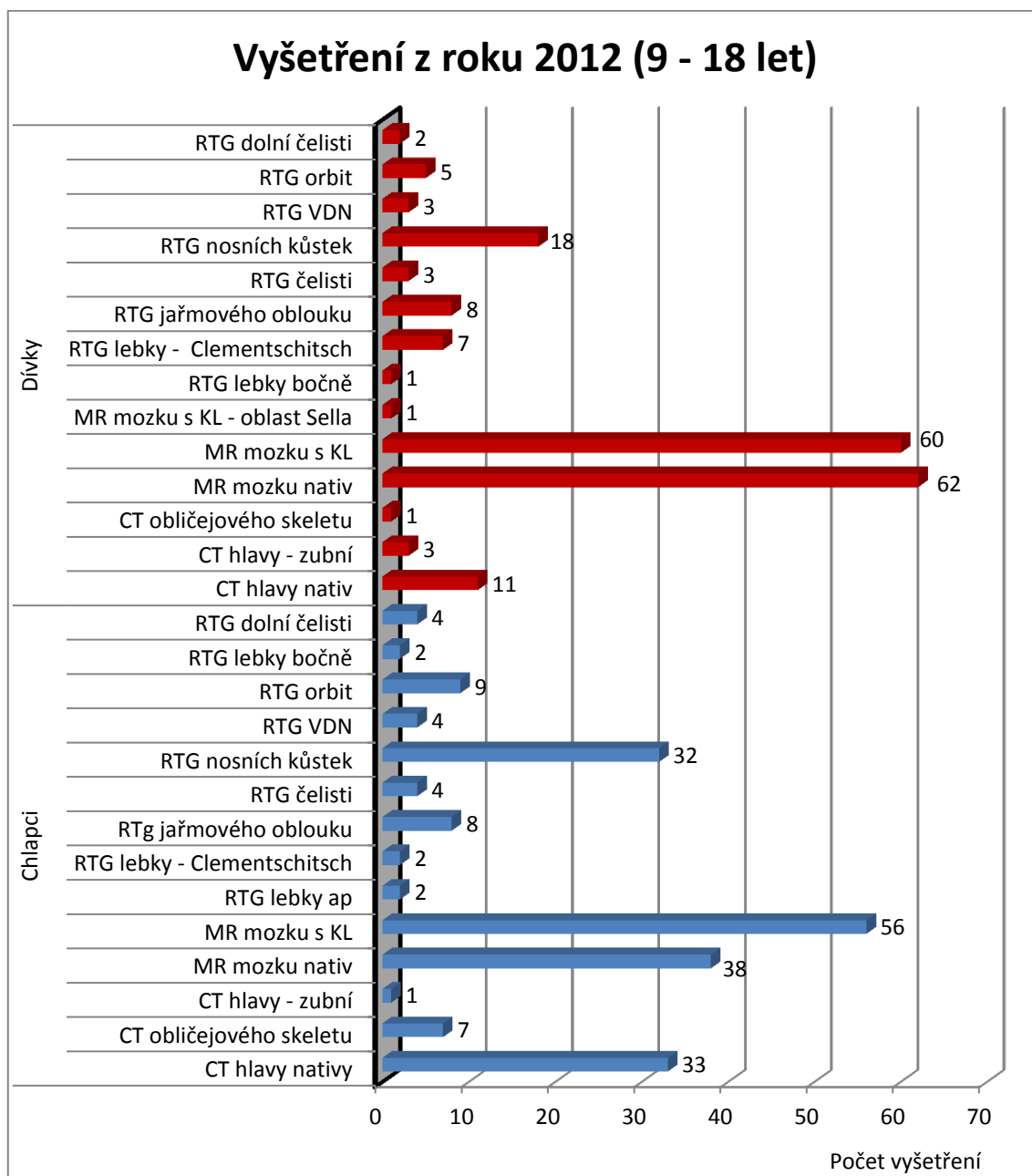
Graf 8: Vyšetření z roku 2011 dětí ve věku 9 - 18 let

Grafy z roku 2011 opět potvrzují nejčastější indikaci k vyšetření mozku na magnetické rezonanci s podáním KL. U dětí ve věku 0 - 8 let nejsou počty u dalších vyšetření vysoké. U dětí věkové kategorie 9 - 18 let bylo provedeno podstatně více vyšetření. Na druhém místě byla prováděna vyšetření na MR bez podání KL, dále rentgen nosních kůstek a nativní vyšetření hlavy na CT. U chlapců byl prováděn rentgen

jařmového oblouku vícekrát než u dıvek. Ostatní vyšetření nebyla prováděna tak často. U starších dıvek i chlapců 9 - 18 let byla indikována speciální rentgenová projekce dle Clementschitsche méně než v roce 2010.



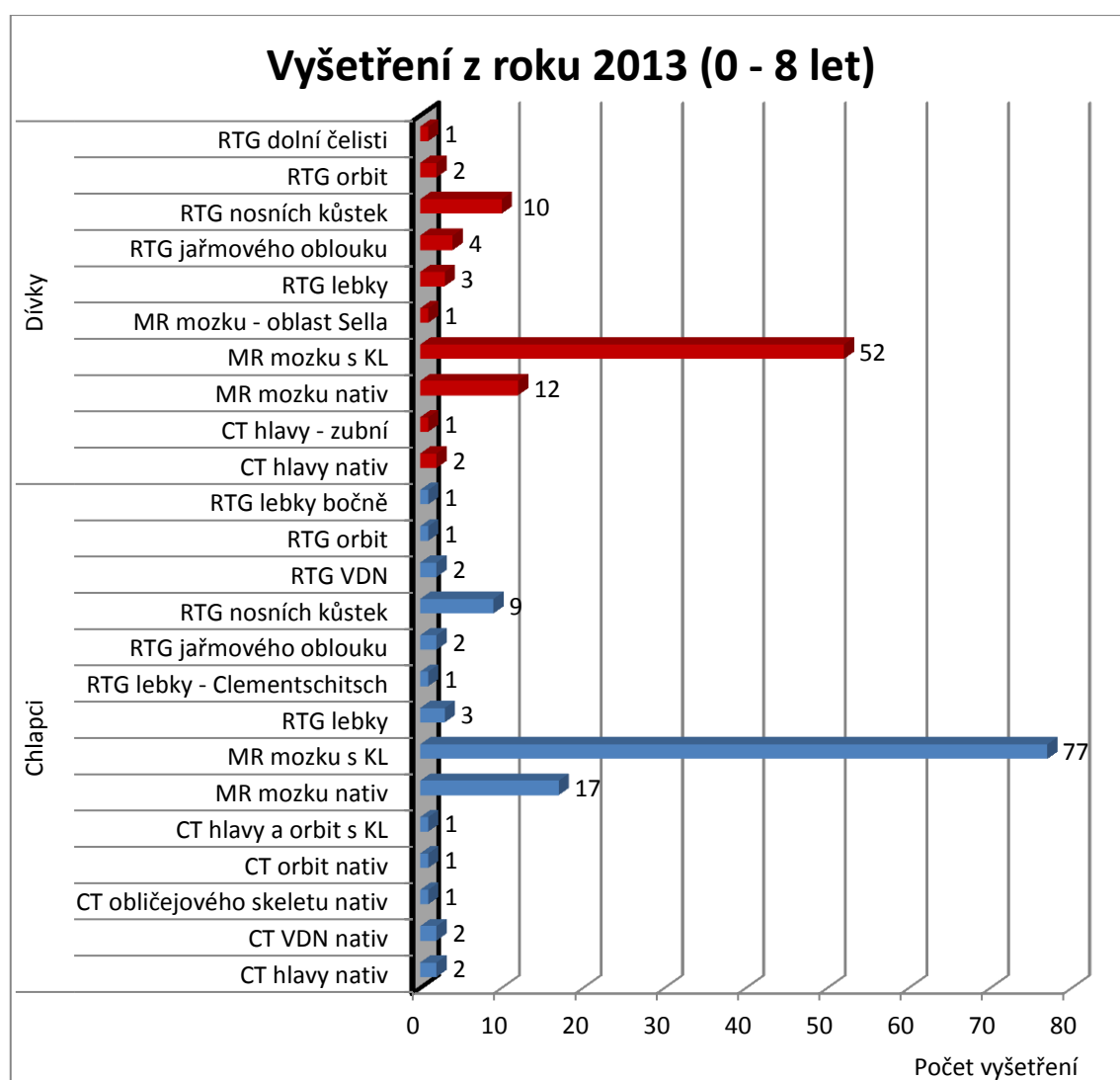
Graf 9: Vyšetření za rok 2012 dětí ve věku 0 - 8 let



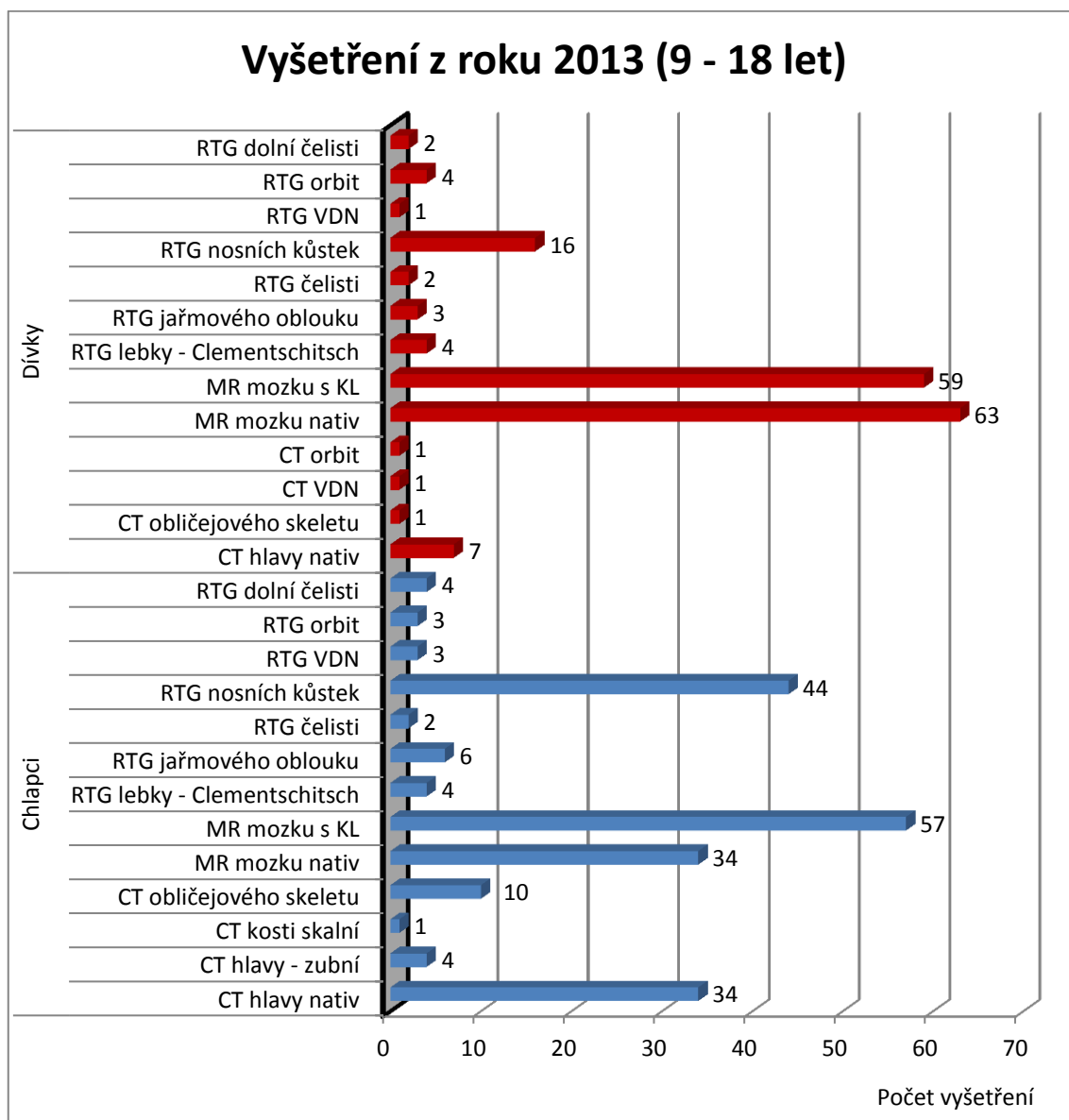
Graf 10: Vyšetření za rok 2012 dětí ve věku 9 - 18 let

Grafy z roku 2012 nám ukazují fakt, že u mladších dětí 0 - 8 let a starších 9 - 18 let chlapců byl nejčastěji vyšetřován mozek na MR s podáním KL. U starších dívek byl nejčastěji vyšetřován mozek na MR nativně a s podáním KL bylo pouze o dva případy

méně. Počet těchto vyšetření je markantně vyšší než počet všech ostatních vyšetření. V roce 2012 byla opět indikována speciální Clementschitschova projekce, ale tentokrát se prováděla vícekrát u děvčat než u chlapců 9 - 18 let. Poprvé ve zkoumaném období se objevuje tato projekce i u mladších chlapců 0 - 8 let.



Graf 11: Vyšetření za rok 2013 dětí ve věku 0 - 8 let

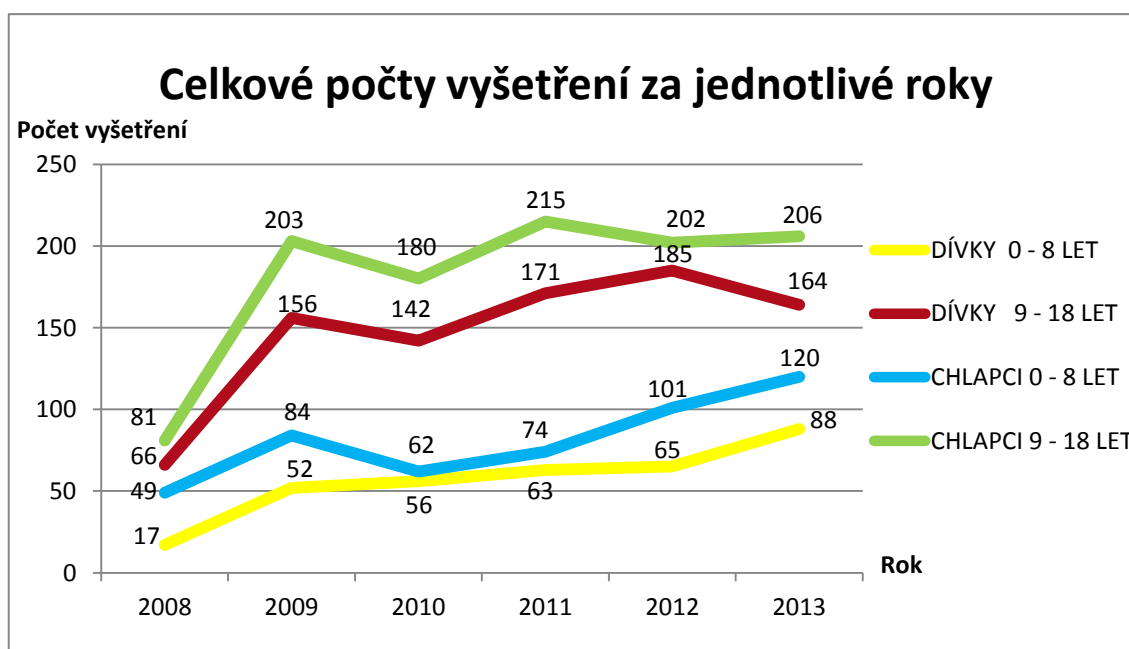


Graf 12: Vyšetření za rok 2013 dětí ve věku 9 - 18 let

Výsledky z roku 2013, jak ukazují grafy, vypovídají o nejvyšší četnosti vyšetření mozku na MR bez podání KL ve sledovaném období, výjimkou jsou starší dívky 9 - 18 let. U nich bylo nejčastěji prováděno vyšetření mozku na MR nativně, ovšem je zde opět těsný rozdíl s počty MR mozku s KL. Dále byla vysoká indikace k vyšetření na MR bez podání KL, k rentgenu nosních kůstek a nativnímu vyšetření na CT.

Tab. 1: Celkové počty vyšetření za jednotlivé roky

ROK	DÍVKY 0 - 8 LET	DÍVKY 9 - 18 LET	CHLAPCI 0 - 8 LET	CHLAPCI 9 - 18 LET	Celkem
2008	17	66	49	81	213
2009	52	156	84	203	495
2010	56	142	62	180	440
2011	63	171	74	215	523
2012	65	185	101	202	553
2013	88	164	120	206	578



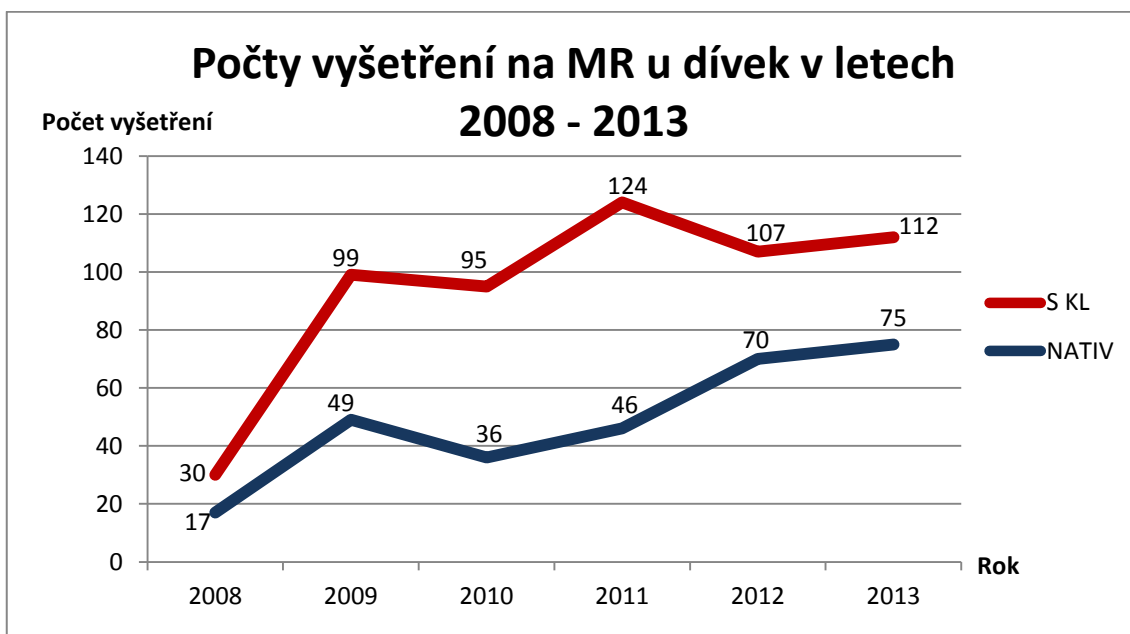
Graf 13: Celkové počty vyšetření za jednotlivé roky

Tabulka 1 a graf 13 vypovídají o tom, že počty vyšetření vzrůstají. U dětí mladší kategorie 0 - 8 let bylo provedeno vždy méně vyšetření než u starších dětí 9 - 18 let. Chlapců bylo vždy vyšetřeno více než dívek, ať už v nižším, nebo vyšším dětském věku.

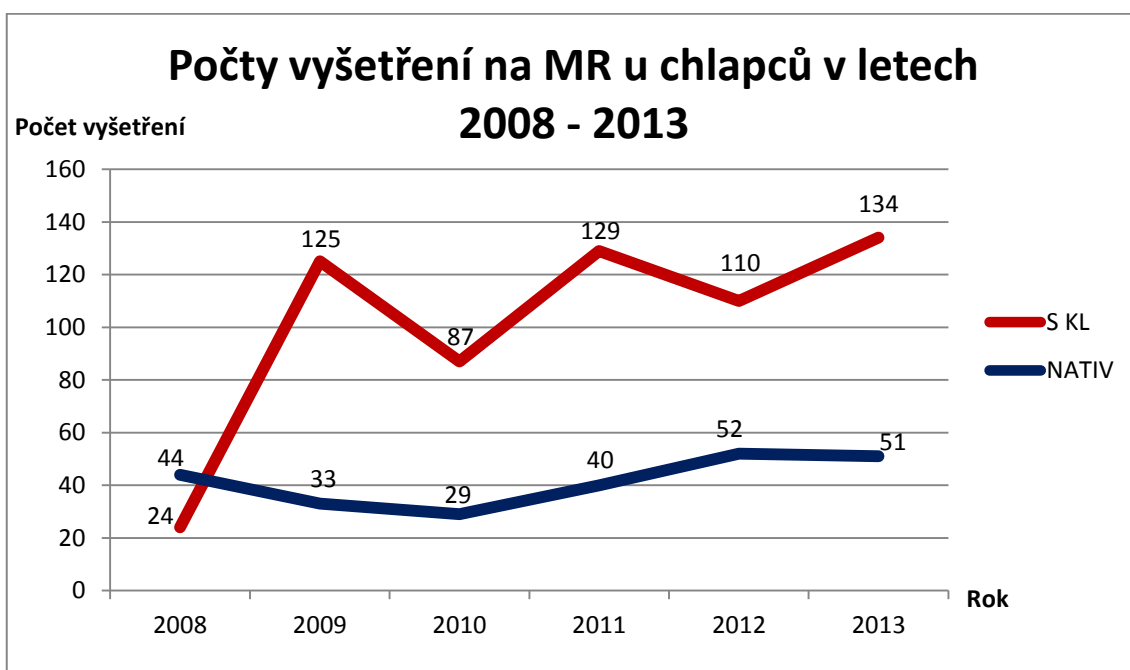
Tab. 2: Celkové počty vyšetření - rozdělení dle jednotlivých vyšetřovacích modalit

ROK	VĚK	RTG	CT	MR	CELKEM (dle věku)	CELKEM
2008	0 - 8 let	6	10	50	66	213
	9 - 18 let	54	28	65	147	
2009	0 - 8 let	8	21	107	136	495
	9 - 18 let	92	68	199	359	
2010	0 - 8 let	26	12	80	118	440
	9 - 18 let	98	57	167	322	
2011	0 - 8 let	22	10	107	139	523
	9 - 18 let	92	60	232	384	
2012	0 - 8 let	32	12	122	166	553
	9 - 18 let	114	56	217	387	
2013	0 - 8 let	39	10	159	208	578
	9 - 18 let	98	59	213	370	
CELKEM		681	403	1718		2802

Tabulka č. 2 ukazuje na fakt, že během zkoumaných šesti let byla vyšetření lebky nejvíce indikována k vyšetření MR. Rozdíl mezi počtem vyšetření na MR a RTG je markantní. Vyšetření lebky bylo z těchto tří zkoumaných vyšetřovacích modalit prováděno nejméně na CT. Dále nám tabulka ukazuje, že s počtem přibývajících let, přibývá i počet vyšetření. Pouze v roce 2009 byla hlava vyšetřena víckrát než rok následující. Starších dětí, věk 9-18 let, bylo vyšetřeno vždy více než dětí mladších. Rozdíly celkových počtů vyšetření ve dvou určených věkových kategoriích jsou poměrně vysoké.



Graf 14: Počty vyšetření na MR u dívek v letech 2008 - 2013



Graf 15: Počty vyšetření na MR u chlapců v letech 2008 - 2013

Grafy č. 14 a 15 zobrazují počty vyšetření lebky indikovaných a provedených na MR v letech 2008 - 2013. Jak dokázala tabulka č. 2, pomocí této zobrazovací metody bylo provedeno nejvíce vyšetření, a to s výrazným rozdílem od počtů jiných zobrazovacích modalit. Graf č. 14 ukazuje počty vyšetřených děvčat a graf č. 15 znázorňuje počty vyšetřených chlapců. Oba grafy obsahují dvě křivky - červená zobrazuje vyšetření s podanou KL a modrá křivka ukazuje nativní vyšetření. Až na výjimku v roce 2008 u chlapců bylo vždy provedeno více vyšetření s podáním KL. Oproti prvnímu zkoumanému roku 2008 bylo v posledním analyzovaném roce 2013 indikováno vyšetření pomocí MR několikanásobně vícrát. Je tedy patrné, že počty indikací k vyšetření pomocí MR stále stoupají. Odpověď na druhou výzkumnou otázku je tedy kladná.

4. Diskuze

K dispozici jsem měla počty vyšetření lebky dětí ve věku 0 - 18 let, která byla provedena na Klinikum Passau v letech 2008 - 2013. Na téma radiologické zobrazovací metody lebky u dětí v literatuře ani na internetu nebyl nalezen žádný odkaz, proto jsem použila k porovnání dvě bakalářské práce a dva články, jejichž témata nejsou totožná a je tedy s nimi možné porovnat pouze část mého výzkumu.

První bakalářská práce byla na téma „Radiodiagnostické zobrazovací postupy kosti skalní“ z roku 2009, jejíž autorkou je Pavla Stejskalová ^[23]. V této práci byly porovnávány počty RTG speciálních projekcí (Schüller, Stenvers) kosti skalní oproti CT vyšetření (pyramidy). Stejskalová zde porovnává počty vyšetření ze tří zahraničních a tří českých nemocnic. Jelikož tato práce byla napsána v roce 2009, mám k dispozici na porovnání s mou studií pouze rok 2008. Na Klinikum Passau v roce 2008 nebyla provedena žádná RTG speciální projekce kosti skalní a ani jedno CT pyramid. Počet vyšetření z Klinikum Passau je tedy 0 RTG speciálních snímků a 0 CT snímků zaměřených speciálně na pyramidy. Stejskalová ve své práci uvádí počty: Nemocnice Tábor, a.s. 26 RTG speciálních snímků a 13 CT vyšetření pyramid; v Nemocnici České Budějovice a.s. bylo provedeno 23 RTG speciálních snímků a 231 snímků na CT; dále ve Fakultní nemocnici Plzeň 248 RTG speciálních snímků a 64 CT snímků na pyramidy. Z uvedených zahraničních nemocnic: na Coimra's Univerzity Hospical v Portugalsku bylo v roce 2008 provedeno 35 speciálních RTG snímků a 168 CT snímků, další uvedenou nemocnicí je Inholland Univerzity Hospital v Nizozemsku, kde bylo provedeno 53 RTG speciálních projekcí a 156 CT snímků na pyramidy a poslední nemocnice je Univerzity Hospital Of Borgen v Norsku, kde bylo provedeno 0 RTG speciálních snímků, stejně jako na Klinikum Passau, a 102 CT snímků. Výsledky jsou zkrácené, protože počet vyšetření na Klinikum Passau je hodnocen pouze ve věku 0 - 18 let, kdežto Stejskalová věk nerozlišovala.

Druhá bakalářská práce, se kterou jsem měla možnost porovnat část svých výsledků, byla z roku 2010, tudíž jsem mohla porovnávat rok 2008 a 2009. Téma práce

bylo „Klasické radiodiagnostické metody a jejich náhrada moderními metodami CT, MR“. Autorkou této práce je Naděžda Štádlerová ^[24]. Štádlerová v práci uvádí počty vyšetření kostí skalní provedené na RTG (Schüller, Stenvers) a CT (pyramidy). Počty jsou uvedeny z teplické a českobudějovické nemocnice. V teplické nemocnici bylo v roce 2008 indikováno 163 RTG speciálních snímků a 56 CT snímků. V roce 2009 pak pouze 69 RTG speciálních snímků a 165 CT snímků. V Nemocnici České Budějovice a.s. bylo v roce 2008 provedeno 32 RTG speciálních snímků a 164 CT snímků. V roce 2009 bylo indikováno jen 20 RTG speciálních snímků a 110 CT snímků na pyramidy. Na Klinikum Passau nebyl v letech 2008 a 2009 proveden ani jeden speciální RTG snímek (Schüller, Stenvers) a ani jedno CT vyšetření zaměřené speciálně na pyramidy. Počty jsou opět zkráceny omezením věkové kategorie.

Na Klinikum Passau byl jeden jediný speciální snímek na CT pyramid proveden v roce 2013 a to u chlapců ve věku 9 - 18 let. Mezi indikované speciální RTG projekce patří pouze projekce Clementschitschova.

Z uvedených počtů vyplývá, že se na Klinikum Passau nejčastěji provádí vyšetření lebky pomocí MR a to s podáním KL. Toto vyšetření převládá i u dětí mladšího věku, dle mého rozdělení 0 - 8 let, což je velmi zajímavé. Lze tedy říci, že MR vyšetření s podáním KL je ve všech šesti zkoumaných letech dominantní vyšetřovací metodou lebky dětí, viz tabulka č. 2. Jak dále ukazují grafy 14 a 15, u chlapců i dívek má toto vyšetření stoupající tendenci.

Článek „Analýza úrazových dat FN v Motole a závěry pro prevenci dětských úrazů“ od A. Švancarové a V. Benešové v časopise Centrum prevence úrazů, otrav a násilí, který je veden Ústavem zdravotně sociální práce Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, ukazuje výsledky analýzy úrazových dat FN v Motole. Do tohoto výzkumu byli zahrnuti jedinci ve věku 0 - 19 let, kteří byli v roce 2010 hospitalizováni ve FN v Motole. Z výzkumu vyplynulo, že rizikovější skupinou jsou spíše chlapci než dívky, což se shoduje s mými výsledky. To potvrzuje tabulka č. 1 a graf č. 13. Jak je ve článku uvedeno, Ústav zdravotnických informací a statistiky v ČR zveřejnil, že v roce 2009 výrazně převažovaly úrazy hlavy, které činily

40 % všech úrazů. V roce 2010 bylo úrazů hlavy o polovinu méně a to 20 % všech úrazů. Na prvním místě byla nejčastější hospitalizace kvůli poranění v oblasti horních končetin 36 %. [26]

Na úzkou a velmi důležitou spolupráci mezi pediatrem a pediatrickým radiologem poukazuje S. Tůma a J. Lisý ve článku „Radiologická diagnostika při syndromu týraného dítěte“ v časopise Prevence úrazů, otrav a násilí. V tomto článku je zmíněno nebezpečí, které plyne z případného rozhodování samotných kliniků o radiologických diagnostických postupech. Je zde zmíněn syndrom týraného dítěte a Münchhausen – by-proxy syndromu, zneužívání nadbytečných vyšetření, a zdůrazněna důležitost radiologických nálezů spojených se známkami těchto syndromů. Tůma a Lisý ve svém článku poukazují na možné moderní zobrazovací metody. Zmiňují se, že jednou z výhod vyšetřovacích metod CT a MR je výborné vyobrazení mozkové tkáně díky rekonstrukčním technikám a CT je velkým přínosem pro zobrazení fraktur. Mé výsledky poukazují na to, že MR je dominantní (viz tabulka č. 2) při vyšetřování hlavy. Tyto dvě zmíněné metody (MR, CT) se doplňují při zobrazení kontuze mozkové kůry, krvácení do mozkových komor, cerebrální ischemie a při zobrazení difúzního axonálního poranění, které je způsobené rychlým pohybem a třesením dítěte, což se nazývá Shaken - child syndrom. Ovšem známky týraného dítěte může radiolog zjistit na snímcích všech zobrazovacích metod (CT, MR, RTG, UZ). V článku je upozorněno na možné a běžně doporučované kontrolní vyšetření pomocí metod bez ionizujícího záření. V první řadě se jedná o sonografii a dále pak MR. [25]

5. Závěr

Bakalářská práce je zaměřena na radiologické zobrazovací metody lebky u dětí. První část byla zpracována na základě literární rešerše. V této části se poukazuje na to, že je radiologie nepostradatelnou součástí moderní medicíny. Pediatrická radiologie je určitou částí radiologie, kde jsou vyžadovány znalosti z klinické pediatrie. V dnešní době mají lékaři na výběr z několika možností, kterou zobrazovací metodu upřednostní a indikují. Ovšem každá má své pro a proti. Jednotlivé možné zobrazovací metody zobrazení lebky byly v bakalářské práci popsány.

Smyslem této práce bylo poukázat na to, že při dostupnosti CT jsou stále indikovány speciální rentgenové projekce lebky dětí prováděné na RTG a zároveň, že počet indikací k vyšetření magnetickou rezonancí stále stoupá.

Po provedení analýzy dat z Klinikum Passau grafy a tabulky ukazují, že jsou speciální rentgenové snímky stále indikovány. Prosté snímky lebky např. nosu, VDN, jařmového oblouku atd. patří stále mezi běžné indikace. Ze speciálních projekcí je indikována pouze projekce Clementschitschova. I když počet indikací k této projekci je ve srovnání s ostatními počty téměř zanedbatelný, můžeme potvrdit fakt, že na Klinikum Passau je speciální projekce, i když pouze jedna, stále indikována. Odpověď na první výzkumnou otázku je tedy taková: speciální rentgenové snímky lebky dětí jsou stále indikovány i při dostupnosti CT.

Čísla z tabulek vypovídají o tom, že počet vyšetření lebky dětí s přibývajícím věkem stále narůstá. Počet vyšetření lebky provedených na MR několikanásobně převyšuje počty vyšetření lebky provedených na RTG a CT. Zajímavé je to, že počet vyšetření lebky na MR s podanou KL je vyšší než počet vyšetření provedených nativně. Odpověď na druhou výzkumnou otázku je také kladná: počet indikací k vyšetření magnetickou rezonancí u dětí stále stoupá.

Byla bych ráda, kdyby tato bakalářská práce mohla dále sloužit jako zdroj informací, pomocný materiál studentům a byla využita k odborným účelům.

6. Seznam informačních zdrojů

1. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. 3. Vyd. Praha; Grada Publishing a.s. 2011. 552 s. ISBN 978-80-247-3817-8
2. NAŇKA, Ondřej, ELIŠKOVÁ, Miloslava. *Přehled anatomie*. 2. Vyd. Praha; Galén 2009. 416 s. ISBN 978-80-7262-612-0
3. DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. Vyd. Praha; Grada Publishing a.s. 2009. 544 s. ISBN 978-80-247-3240-4
4. PETROVICKÝ, Pavel a spolupracovníci. *Systematická, topografická a klinická anatomie III. Pohybový aparát hlavy a trupu*. 1. Vyd. Praha 1; Karolinum 1999. 164 s. ISBN 80-7184-108-0
5. SEIDL, Zdeněk, BURGETOVÁ, Andrea, HOFFMANNOVÁ, Eva, MAŠEK, Martin, VANĚČKOVÁ, Manuela, VITÁK, Tomáš. *Radiologie pro studium a praxi*. 1. Vyd. Praha 7; Grada Publishing a.s. 2012. 368 s. ISBN 978-80-247-4108-6
6. ULLMANN, Vojtěch. *Jaderná a radiační fyzika*. 1. Vyd. Ostrava; Ostravská univerzita 2009. 289 s. ISBN 978-80-7368-669-7
7. NEUWIRTH, Jiří, BOHUTOVÁ, Josefa, VONDŘICHOVÁ, Hana, DŽUPA Valér. *Radiologické nálezy jak je psát a interpretovat*. 1. Vyd. Praha; TRITON 2001. 238 s. ISBN 80-7254-159-5
8. NEKULA, Josef, HEŘMAN, Miroslav, VOMÁČKA, Jaroslav, KÖCHER, Martin. *Radiologie*. 3. Vyd. Olomouc; TISK SERVIS Jiří Pustina 2008. 205 s. ISBN 978-80-244-1011-7
9. MARKALOUS, Bohumil, CHARVÁT, František a kol. *Zobrazení hlavy paranazální dutiny, lebni baze a obličejová část*. Vyd. Praha 4; © MAXDORF 2000. 417 s. ISBN 80-85912-20-1
10. CHUDÁČEK, Z. *Radiodiagnostika I. Část*. 1. Vyd. Brno; Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO 1995. 293 s. ISBN 80-7013-114-4
11. HOFER, Matias. *Kurz sonografie*. Překlad 4. rozš. Vyd. Praha; Grada Publishing a. s. 2005. 239 s. ISBN 80-247-0956-2

12. CHMELOVÁ, Jana, FRANEK, Martin, TŘETINOVÁ, Daniela, KORHELNÍK Karol. *Rentgenová anatomie pro bakaláře I.* 1. Vyd. Ostrava; Repronis Ostrava 2006. 104 s. ISBN 80-7368-194-3
13. NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí.* 1. Vyd. Ostrava; Repronis Ostrava 2007. 68 s. ISBN 978-80-7368-335-1
14. NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie.* 1. Vyd. Ostrava; Repronis Ostrava 2005. 98 s. ISBN 80-7368-057-2
15. P. E. S. PALMER. *Manuál ultrazvukové diagnostiky.* 1. české Vyd. Praha; Grada Publishing a.s. 2000. 376 s. ISBN 80-7169-689-7
16. ŽVÁK, Ivo, BROŽÍK, Jan, KOČÍ, Jaromír, FERKO, Alexandr. *Traumatologie ve schématech a RTG obrazech.* 1. Vyd. Praha; Grada Publishing a.s. 2006. 208 s. ISBN 80-247-1347-0
17. HRAZDIRA, I. *Stručné repetitorium ultrasonografie.* Vyd. Praha 2; Česká typografie s. r. o. 2003. 112 s.
18. ORT, Jaroslav, STRNAD, Sláva. *Radiodiagnostika II. část.* 1. Vyd. Brno; Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně 1997. 124 s. ISBN 80-7013-240-X
19. BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J., PAULOVÁ, M., RIEDLOVÁ, J., KOBZOVÁ, J., KREJČOVSKÝ, L. *Vývoj tělesných parametrů českých dětí a mládeže se zaměřením na rozměry hlavy (0-16 let).* 1. Vyd. Praha; MS Profis 1999. 282 s. ISBN 80-7071-122-1
20. BOROEVANSKÝ, Ladislav, DOSKOČIL, Milan, KOS, Jaroslav. *ANATOMIE soustava kosterní.* 2. Vyd. Praha; TRITON 1992. 79 s. ISBN 80-900904-4-3
21. MCMINNR, M. H., HUTCHINGS. *Barevný atlas anatomie člověka.* 1. české Vyd. Bratislava; Slovart 1992. 358 s. ISBN 80-7145-033-2
22. HUNDESHAGEN, Heinz. *Radiologie.* 2 Vyd. Berlin, Springer Verlag Berlin Heidelberg GmbH 2012. 456 s. ISBN 3-642-66702-3
23. STEJSKALOVÁ, Pavla. *Radiodiagnostické zobrazovací postupy kosti skalní.* Bakalářská práce. Vyd. 2009. 45 s.
24. ŠTÁDLEROVÁ, Naděžda. *Klasické radiodiagnostické metody a jejich náhrada moderními CT, MR.* Vyd. 2010. 59 s.

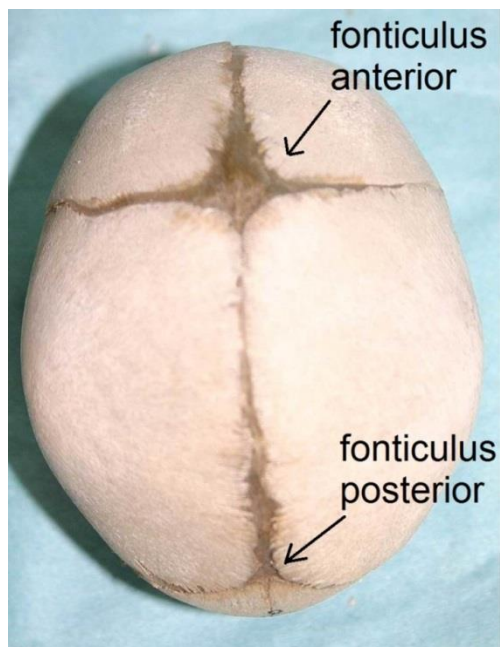
25. TŮMA, S., LISÝ, J. Radiologická diagnostika při syndromu týraného dítěte. *Prevence úrazů, otrav a násilí* [online]. 2/2008. ISSN 1804-7858. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie a toxikologie. Dostupné z: <http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/prevence-urazu-otrav-a-nasili/clanky/2-2008/31-radiologicka-diagnostika-pri-syndromu-tyraneho-ditete>
26. ŠVANCAROVÁ A., BENEŠOVÁ V. Analýza úrazových dat FN v Motole a závěry pro prevenci dětských úrazů. *Prevence úrazů, otrav a násilí* [online]. 2012. 8/2:121-130. ISSN 1804-7858. Dostupné z: <http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/prevence-urazu-otrav-a-nasili/clanky/2-2012/200-analyza-urazovych-dat-fn-v-motole-a-zavery-pro-prevenci-detskych-urazu>
27. VMK-RTG. *Fixační pomůcky* [online]. Praha: V. M. K., spol. s r.o., (C) V. M. K. 2001 – 2014. Dostupné z www.vmk-rtg.cz
28. ANAT1LF. *Lebka novorozence a dítěte* [online]. Grant FRVŠ, 2003. Dostupné z: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoC CoQF&url=http%3A%2F%2Fanat.lf1.cuni.cz%2Fmuzeum%2Fprez%2Fp06.ppt&ee=jBg8U6a0AsSQtAbTooHYBg&usg=AFQjCNG_HyUmfXol80WI-4fWYeucoNrrnA&bvm=bv.63934634,d.Yms
29. FNMOTOL. *Pediatrická výpočetní tomografie* [online]. Praha: © Fakultní nemocnice v Motole 2012. Dostupné z: <http://www.fnmotol.cz/kliniky-a-oddeleni/spolecne-vysetrovaci-a-lecebne-slozky/klinika-zobrazovacich-metod-uk-2-lf-kzm/oddeleni/pediatricka-vypocetni-tomografie/>
30. BELOVEDVITORIA. *Our beloved Vitoria de Cristo* [online]. Blogger, 2011. Dostupné z: http://belovedvitoria.blogspot.de/p/o-comeco-da-historia_25.html
31. ELGELKING SMITH, A. *Craniosynostosis Report* [online]. HELP CHARLIE HEAL, 2010. Dostupné z: http://charliesfund.blogspot.de/2010_09_01_archive.html
32. ROZŠTĚPOVÉ CENTRUM KPECH. *1. Díl- Dítě s rozštěpem obličeje* [online]. Brno: Operativa, 2014. Dostupné z: <http://operativa.cz/1-dil-dite-s-rozstepem-obliceje/>
33. VOLKERS, N. Za rozštěpy rtů novorozenců je zodpovědný alkohol a kouření matek [online]. IntelliHealth News Service [2008-09-21]. Dostupné z: <http://www.ident.cz/aktuality/za-rozstepy-rtu-novorozencu-je-zodpovedny-alkohol-a-koureni-matek.htm>
34. OPERACE. *Operace patra* [online]. Olomouc: Občanské sdružení šťastný úsměv. Dostupné z: <http://stastny-usmev.cz/operace/>

35. DENTALPLUS. *Ortopantomograph* [online]. Varšava: ORTHOPANTOMOGRAPH® – INSTRUMENTARIUM DENTAL. Dostupné z: http://www.dentalplus.waw.pl/rentgeny_op200_oc200.html#op100200
36. KOHOUTOVÁ, P. *Stavba a funkce lidského těla* [online]. Praha: Petra Kohoutová ©2000- 2011. Dostupné z: <http://petulina.webzdarma.cz/zajim/zajim2.php>
37. IK + EM. *Oddělení výpočetní tomografie, magnetické rezonance a klinické a experimentální spektroskopie* [online]. Praha: © IKEM 2006-2011. Dostupné z: <http://www.ikem.cz/www?docid=1003746>
38. KALETOVÁ, M. *Vyšetřovací metody: vyšetření cév, ultrazvuk ve vyšetření cév* [online]. Olomouc: 2013. Dostupné z: <http://pfyziolffup.upol.cz/castwiki2/?p=8679>
39. TOSHIBA. *Das komplette Low- Dose- CT Spektrum von Toshiba: Volumen- und Spiral- CT sim Überblick* [online]. © 2014 Toshiba Medical Systems GmbH. Dostupné z: <http://www.toshiba-medical.de/computertomographie/e>
40. SIEMENS. *Committed to the Right Dose in CT* [online]. 2011: ©Siemens AG 2010 – 2014. Dostupné z: <http://www.healthcare.siemens.de/computed tomography/technologies-innovations/care-right/right-dose-technology>
41. PHILIPS. *Acces to CT is now yours* [online]. 2013: © 2013 Koninklijke Philips Electronics N.V. Dostupné z: http://www.healthcare.philips.com/pwc_hc/main/products/ct/products/accessdual/452296292661_brochure_LR.pdf

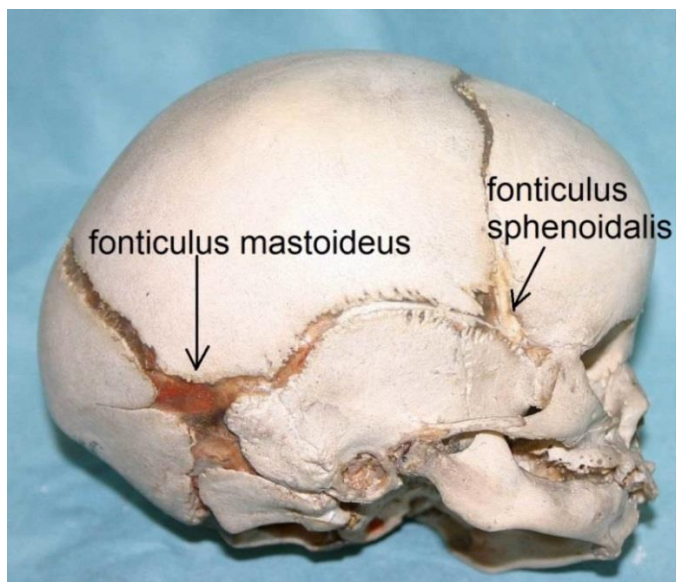
Seznam obrázků

- Obrázek č. 1 - Znázorněno neurocranium a splanchocranium na dětské lebce (s. 15) ^[28]
- Obrázek č. 2 - Porovnání rozměrů novorozenecké lebky s lebku dospělého (s. 16) ^[28]
- Obrázek č. 3 - Znázornění pohlavních rozdílů na lebce zepředu (s. 16) ^[28]
- Obrázek č. 4 - Znázornění pohlavních rozdílů na lebce z boku (s. 17) ^[28]
- Obrázek č. 5 - Fixační pomůcky (s. 28) ^[27]
- Obrázek č. 6, 7 - Clementschitschova projekce (s. 38) - Klinikum Passau
- Obrázek č. 8 - Aplikace modelu Dual Energy na CT modelu PRIME od firmy TOSHIBA (s. 40) ^[39]
- Obrázek č. 9 - Vyšetření hlavy u 1,5 ročního dítěte na MR (s. 43) - Klinikum Passau

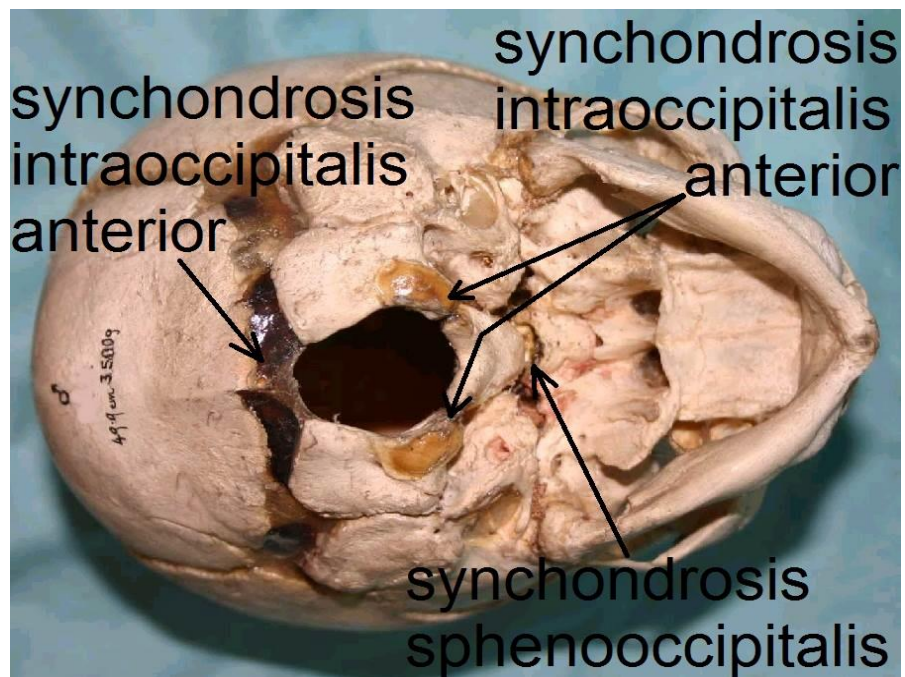
7. Přílohy



Příloha č. 1 - Zobrazení fonticulus anterior a posterior ^[28]



Příloha č. 2 - Zobrazení fonticulus sphenoidalis a mastoideus ^[28]



Příloha č. 3 - Zobrazení růstových chrupavek ^[28]



Příloha č. 4 – Acrania ^[30]



Příloha č. 5 - Craniosynostosis ^[31]



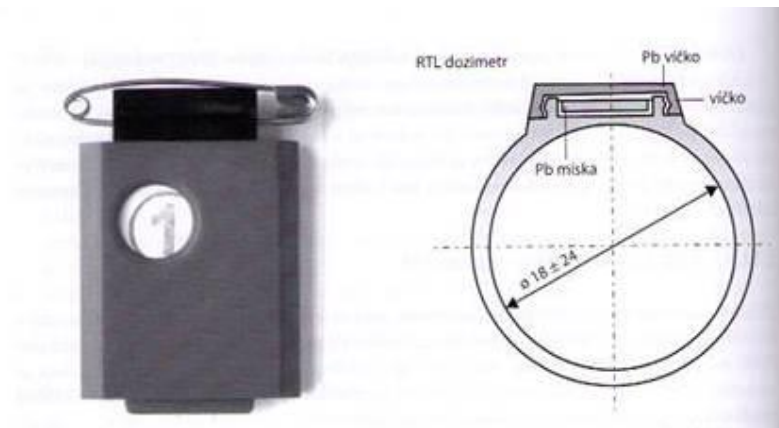
Příloha č. 6 - Rozštěp rtu (cheiloschisis) ^[32]



Příloha č. 7- Rozštěp horní čelisti a rtu ^[33]



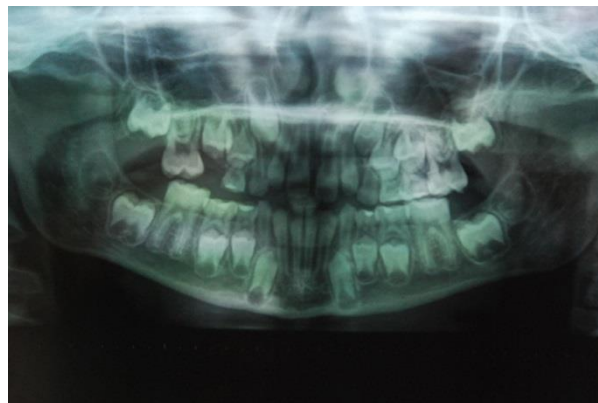
Příloha č. 8 - Rozštěp patra (Palatoschizis) ^[34]



Příloha č. 9 - Dozimetry ^[5]

a) Filmový dozimetr

b) Schéma prstového dozimetru



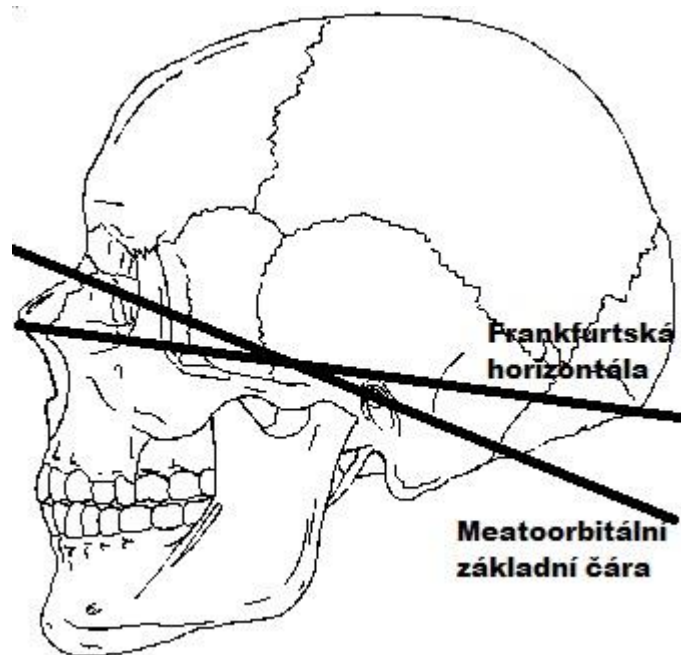
Příloha č. 10 - Ortopantomograf a snímek dětských zubů z ortopantomografu ^[35]



Příloha č. 11 - Stínící zástěra u dětí ^[27]



Příloha č 12 - Stínící pomůcky u dospělých ^[27]



Příloha č. 13- Frankfurtská horizontála a meatoorbitální čára ^[36]



Příloha č. 14 - Výpočetní tomogram

a) Normální tomogram ^[37]



b) Tomogram pro děti [29]

VYŠETŘENÍ	VĚK	CTDI _{vol-16} [mGy]	CTDI _{vol-32} [mGy]	CTDI _{vol-16} [mGy X cm]	CTDI _{vol-32} [mGy X cm]
mozková část lebky	novorozenci	27	-	300	-
	≤ 1 rok	33	-	400	-
	2 - 5 let	40	-	500	-
	6 - 10 let	50	-	650	-
	11 - 15 let	60	-	850	-
	> 15 let	65	-	950	-
obličejová část lebky	novorozenci	9	-	70	-
	≤ 1 rok	11	-	95	-
	2 - 5 let	13	-	125	-
	6 - 10 let	17	-	180	-
	11 - 15 let	20	-	230	-
	> 15 let	22	-	250	-

Dávkování - Xenetix:

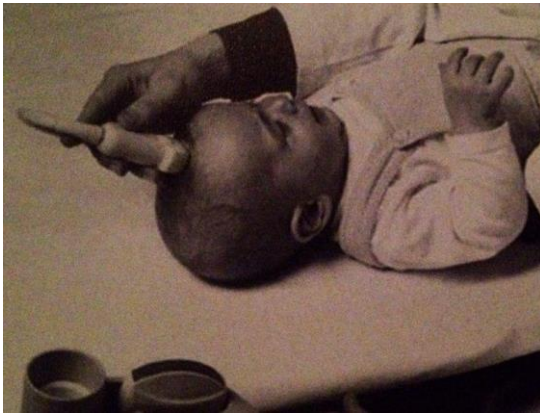
Následující doporučené dávkování vychází ze všeobecných zkušeností s neionickými kontrastními látkami, stejně tak s Xenetix®, který byl klinicky testovaný. Celkové podané množství by nemělo přesáhnout 250 ml.

Oblast	Střední dávka	Celkové množství ml (min/max)
CT lebky dospělí		50- 100 ml
Celotělové CT- dospělí		75- 175 ml
Lebka a celotělové CT- děti	1- 2,5 ml/kg	závislé na věku

Příloha č. 15- Tabulka doporučení vyšetření a dávkování KL při CT vyšetření dětí – Siemens (Klinikum Passau)



Příloha č. 16- Ultrazvukové sondy ^[38]



Příloha č. 17- UZ vyšetření lebky dítěte ^[11]