

Analýza veľkosti dávky DAP (Doce Area Product) pri stomatologických pacientoch, ktorí podstupujú vyšetrenie CBCT a OPG prístrojom

Anita Zubáková¹
Martina Horváthová²
Denisa Nikodemová³
Ihor Gomola⁴

¹ Slovenská zdravotnícka univerzita v Bratislave, Fakulta verejného zdravotníctva, Oddelenie radiačnej hygieny, Limbová 12, 833 03 Bratislava; anita.zubakova@gmail.com

² Fakulta zdravotníctva a sociálnej práce TU, Katedra laboratórnych vyšetrovacích metód v zdravotníctve, Univerzitné námestie 1, 918 43, Trnava; martina.horvathova@truni.sk

³ Komisia Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky pre zabezpečenie kvality v rádiodiagnostike, radiačnej onkológii a v nukleárnej medicíne, Limbová 2, 837 52 Bratislava 37; denisa.nikodemova@gmail.com

⁴ Slovenská zdravotnícka univerzita v Bratislave, Fakulta verejného zdravotníctva, Oddelenie radiačnej hygieny, Limbová 12, 833 03 Bratislava; igor.gomola@szu.sk

Grant: 2024_135

Název grantu: MMK2024

Oborové zamčrení: FQ - Veřejné zdravotnictví, sociální lékařství

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Stomatologické vyšetrenia napriek pomerne nízkym dávkam žiarenia predstavujú určité zdravotné riziko pre pacienta. Výsledkom vývoja v poslednom období sú tzv. Cone-beam computed tomography (CBCT) zariadenia, ktorých hlavným princípom je vytvorenie 3D obrazu s využitím kužeľového zväzku žiarenia a ich veľkým prínosom je možnosť zvýšenia anatomickej presnosti polohy zobrazovanej lokality v tele pacienta. Cieľom predloženej štúdie bolo analyzovať údaje a najmä veľkosť dávky DAP pri pacientoch, ktorí podstupujú stomatologické vyšetrenie s využitím CBCT zariadenia. Porovnanie CBCT vyšetrení s doposiaľ prevládajúcimi panoramatickými stomatologickými vyšetreniami, poukázalo na zvýšené riziko ožiarenia pri CBCT. Preto je nevyhnutné dôsledne zvažovať indikácie CBCT vyšetrení, v súvislosti s ich narastajúcim počtom.

Kľúčová slova Lekárske ožiarenie, zubné lekárstvo, CBCT, OPG, DAP, pacient.

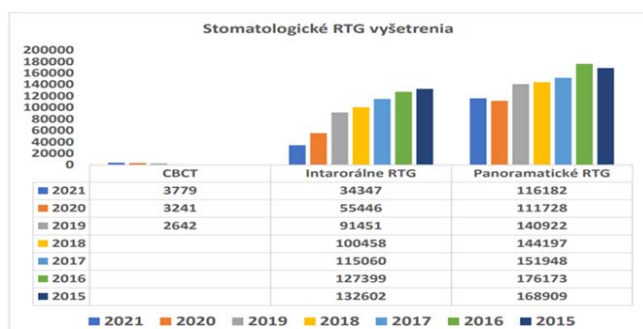
1. ÚVOD

Stomatologické vyšetrenia s využitím ionizujúceho žiarenia patria k najfrekvencovanejšiemu typom röntgenových vyšetrení, preto aj napriek pomerne nízkym dávkam žiarenia pre pacienta, predstavujú určité zdravotné riziko pre celú populáciu. Výsledkom vývoja v poslednom období sú tzv. zariadenia Cone-beam počítačová tomografia, ktorých hlavným princípom je vytvorenie 3D obrazu s využitím kužeľového zväzku žiarenia a ktorých veľkým prínosom je možnosť zvýšenia anatomickej presnosti polohy zobrazovanej lokality v tele pacienta. Cone-beam počítačová tomografia sa v dnešnej dobe využíva vo viacerých medicínskych oblastiach ako je rádioterapia, klasická a intervenčná rádiológia a stomatológia (4, 5).

Prvá Cone-beam počítačová tomografia bola inštalovaná na oddelení angiografie v Mayo Clinic v Rochestri, v štáte New York v

roku 1982. Hlavnou diskutovanou otázkou využívania Cone-beam počítačovej tomografie je korelácia medzi prínosom a potenciálnym rizikom pri každodennom používaní v oblasti stomatológie pre pacienta. Pre optimalizáciu podmienok zobrazovania je dôležité porozumieť vzťahu medzi diagnostickým výstupom röntgenového zobrazovacieho procesu a jeho fyzikálnymi a technickými charakteristikami.

V medicíne je aktuálnou požiadavkou získať vyhovujúcu diagnostickú informáciu s najmenšou možnou dávkou pre pacienta. Preto je potrebné prehĺbenie znalostí o veľkosti aplikovanej dávky žiarenia, ktorá neprekračuje predpísané diagnostické referenčné úrovne (3, 14). Na území Slovenskej republiky podľa dostupných údajov bolo v roku 2024 98 pracovišť, ktoré využívajú registrované Cone-beam stomatologické prístroje. Počet výkonov prostredníctvom Cone-beam počítačovej tomografie v poslednej dobe narastá, s čím úzko súvisí aj väčšia radiačná záťaž pre pacienta (graf 1) (16). Diagnostické metódy v oblasti zubného lekárstva, ktoré využívajú nové technológie pomocou ionizujúceho žiarenia majú v poslednej dobe stúpajúcu tendenciu. Z tohto hľadiska je nevyhnutné venovať pozornosť radiačnej ochrane pacienta a najmä detskému pacientovi (7,11).



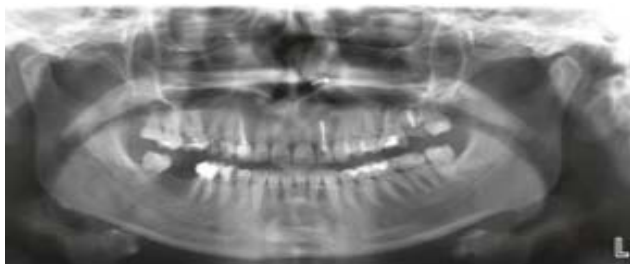
Graf 1 Počet stomatologických RTG vyšetrení za obdobie 2015 - 2021 v Slovenskej republike

Zdroj: ÚVZ SR, 2022

1.1 Zobrazovacie techniky v zubnom lekárstve

Ortopantomogram (panoramatiká snímka - OPG)

Zubné RTG vyšetrenie je možné deliť na extraorálne alebo intraorálne. Extraorálne snímky sú prevažne určené pre stomatochirurgiu. Extraorálne ortopantomografické snímky zobrazujú pri jednom vyšetrení obe zuboradia, alveolárne výbežky čeľuste aj sánky, temporomandibulárne kĺby, nosovú dutinu a čeľustné dutiny (obrázok 1) (8, 10).

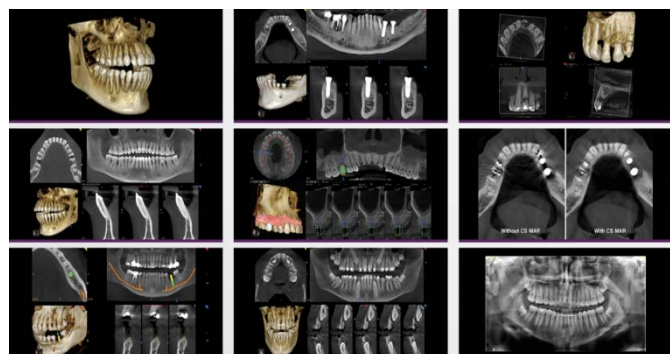


Obrázok 1 Ortopantomogram

Zdroj: Kovaľská a kol., 2005

CBCT snímkovanie

Zobrazovanie pomocou CBCT sa pomerne často využíva v ortodoncii. Najdôležitejšie získané informácie sú najmä pri údajoch o polohe zubov (Hartshorne 2014). Trojrozmerné zobrazenie zubov umožňuje pohľad na snímkovanú oblasť zo všetkých strán (obrázok 2). Pomocou 3D skenov ortodontisti zisťujú morfológiu, inklináciu, dystopiu, polohu koreňov, retinované alebo nadpočetné zuby a morfológiu ústnej dutiny (2, 7, 9).



Obrázok 2 Zobrazenie celého zuboradia pomocou CBCT snímky

Zdroj: John G. Plummer & Associates Dental Surgeons, 2024

Vo všeobecnosti platí, že čím menší je objem skenovania, tým vyššie je priestorové rozlíšenie obrazu a tým nižšia je potrebná dávka žiarenia a čas rekonštrukcie, preto sa na diagnostiku a liečbu

v endodoncii odporúčajú malé veľkosti poľa (FOV), ktoré znižujú dávku na objem tkaniva vystaveného žiareniu a tiež znižujú rozptyl RTG žiarenia, čo priaznivo ovplyvňuje kvalitu snímok (12, 13, 15).

2. MATERIÁL A METODIKA

Údaje boli získané od poskytovateľa zdravotnej starostlivosti cez informačný systém DICOM, ktorý sa používa na celom svete na ukladanie, výmenu a prenos lekárskeho snímok. Pre naplnenie cieľa bola náhodným výberom zvolená vzorka pacientov podstupujúcich CBCT vyšetrenie (n=104) a OPG vyšetrenie (n=104) za obdobie 2022 - 2023 na vybranom pracovisku zubnej ambulancie. Pracovisko disponuje CBCT prístrojom SIRONA (obrázok 3).



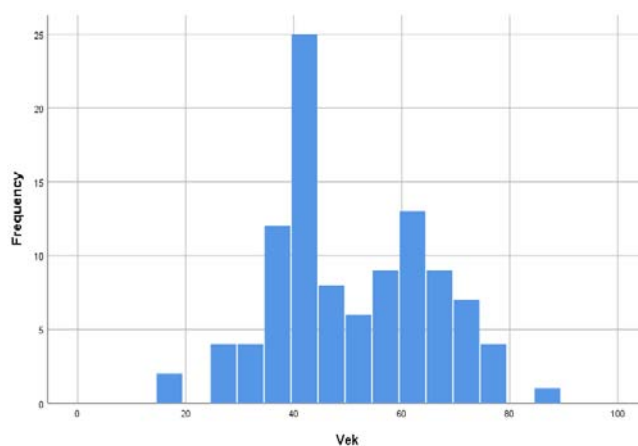
Obrázok 3 CBCT prístroj použitý počas štúdie

Zdroj: primatemedical, 2024

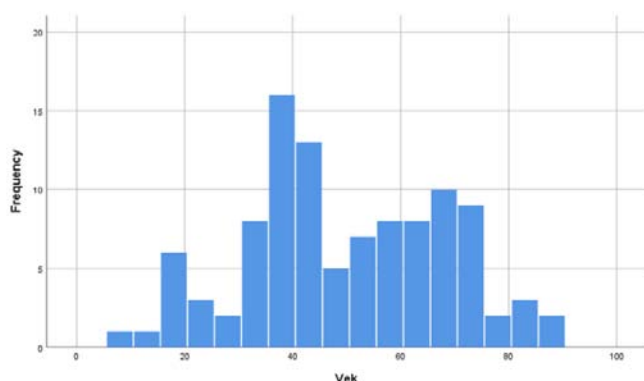
3. VÝSLEDKY

Vekové rozdelenie pacientov vyšetrených CBCT – OPG prístrojom

Priemerný vek pacientov podstupujúcich CBCT vyšetrenie bol 45 rokov a pacientov podstupujúcich OPG vyšetrenie bol 40 rokov. Priemerný vek pacientov podstupujúcich OPG a CBCT vyšetrenie bol v rozpätí 35 - 45 rokov. (grafy 2 a 3).



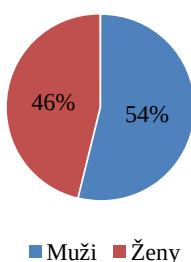
Graf 2 Vekové rozdelenie pacientov podstupujúcich CBCT vyšetrenie



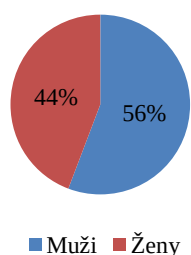
Graf 3 Vekové rozdelenie pacientov podstupujúcich OPG vyšetrenie

Rozdelenie pacientov podstupujúcich CBCT - OPG vyšetrenie podľa pohlavia

Z našich výsledkov vyplýva, že diagnostické vyšetrenia v oblasti zubného lekárstva postupuje vo vyššej miere viac žien (55 %) ako mužov (45 %). CBCT vyšetrenie podstúpilo 46 % mužov oproti 54 % ženám. OPG vyšetrenie podstúpilo 44 % mužských a 56 % ženských pacientov (graf 4 a 5).



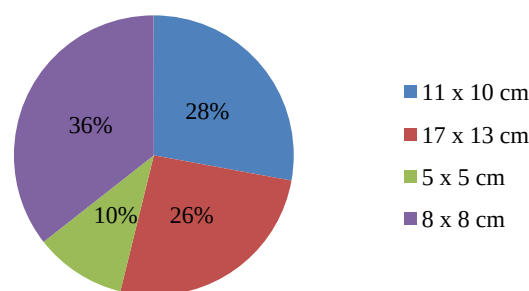
Graf 4 Rozdelenie pacientov podstupujúcich CBCT vyšetrenie podľa pohlavia



Graf 5 Rozdelenie pacientov podstupujúcich OPG vyšetrenie podľa pohlavia

Veľkosť poľa (FOV) pri pacientoch podstupujúcich CBCT vyšetrenie

Z výsledkov vyplýva, že najčastejšie FOV používané pri CBCT bolo 8 x 8 cm, ktoré sa využíva v 35,58 %. Druhá najčastejšie využívaná veľkosť poľa bola 11 x 10 cm. FOV 5 x 5 cm, ktorá sa využíva pri exponovaní malého poľa - jeden zub, sa využívala iba v 10,5 %, čo napovedá, že vo väčšine prípadov sa v zubnom lekárstve využíva CBCT na zobrazenie väčšieho objemu (graf 6).

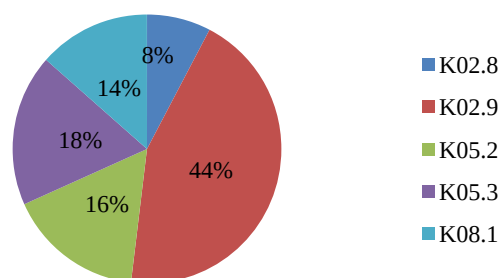


Graf 6 Percentuálne rozdelenie FOV v cm pri CBCT vyšetreniach

Najčastejšie používané diagnózy pri pacientoch podstupujúcich CBCT vyšetrenie

Najčastejšie použité diagnózy (Dg.), ktoré boli zadane jednotlivými pracoviskami v DICOM pre indikáciu CBCT vyšetrenia boli:

- **K02.8** – Iný zubný kaz
- **K02.9** – Zubný kaz, bližšie neurčený
- **K05.2** – Akútna parodontitída
- **K05.3** – Chronická parodontitída
- **K08.1** – Strata zubov zapríčinená úrazom, extrakciou alebo lokálnou chorobou paradontu (MKCH-10; 2024).

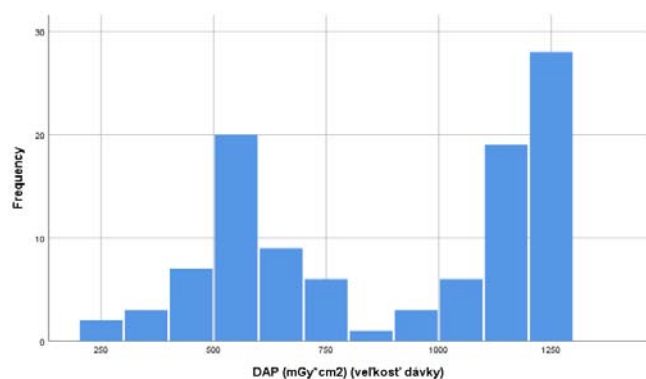


Graf 7 Porovnanie najčastejšie používaných diagnóz pri pacientoch podstupujúcich CBCT vyšetrenie

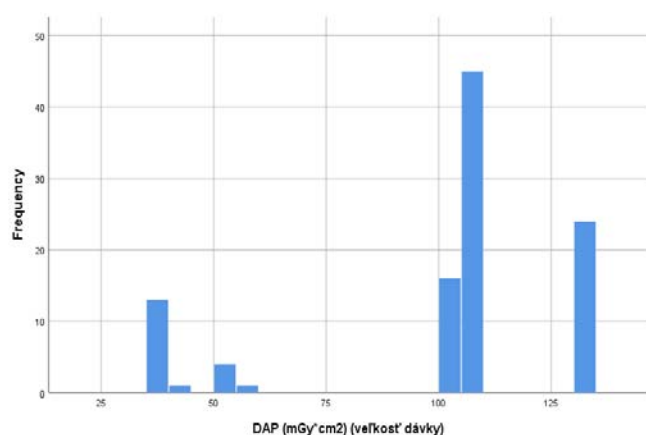
Najčastejšie sa na indikáciu vyšetrenia použila Dg. K02.9 - Zubný kaz, bližšie neurčený a to až v 44 %. Najmenej zadávaná diagnóza pri indikácii bola diagnóza K02.8 - Iný zubný kaz pri 8 % vyšetrení. Ostatné diagnózy K05.2, K05.3 a K08.1 sa používali na indikáciu vyšetrenia v rozpätí 14 - 18 % (graf 7).

Dávka (Dose area product - DAP) aplikovaná pacientom pri vyšetreniach CBCT a OPG

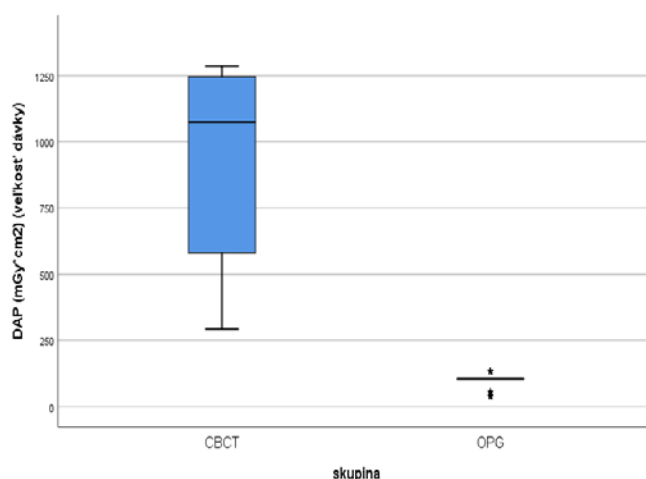
V ďalšej časti našej štúdie sme analyzovali veľkosť dávok (DAP) aplikovaných pri CBCT a OPG vyšetrení. Podľa zistených výsledkov sme dospeli k záveru, že pacienti, ktorí podstupujú vyšetrenie pomocou OPG majú podstatne nižšiu radiačnú záťaž ako pacienti podstupujúci vyšetrenie CBCT. DAP pri CBCT vyšetreniach sa pohybovala v rozpätí 150 - 1250 mGy.cm2 a pri OPG vyšetreniach bola táto hodnota 30 - 135 mGy.cm2. Maximálna veľkosť DAP pri CBCT vyšetreniach bola 1250 mGy.cm2 čo predstavuje nárast v dávke o cca 10 násobok oproti maximálnej dávke DAP pri OPG vyšetreniach 104 mGy.cm2 (graf 8, 9, 10).



Graf 8 Veľkosť dávky - DAP pri CBCT vyšetreniach



Graf 9 Veľkosť dávky - DAP pri OPG vyšetreniach



Graf 10 Porovnanie veľkosti dávky - DAP pri CBCT a OPG vyšetreniach

Napriek tejto skutočnosti je nevyhnutné skonštatovať, že v prípade ak je CBCT opodstatnené a diagnostický prínos presahuje možné riziko vyššej dávky ionizujúceho žiarenia je dôležité, aby sa dané vyšetrenie indikovalo. Vyšetrenie prostredníctvom CBCT má vyššiu výpovednú hodnotu ako OPG hlavne v oblasti ortodoncie a pri extrakcii zubov.

4. DISKUSIA

Distefano a kol. (2023) v svojej publikácii uvádzajú, že počítačová tomografia s nízkymi dávkami a ultranízкими dávkami kužeľového

lúča má niekoľko výhod v porovnaní s konvenčnými 3D rádiologickými metódami. Primárnou výhodou je nižšia radiačná expozícia pacienta, čo je obzvlášť dôležité pre mladších pacientov a tých, ktorí vyžadujú viacnásobné vyšetrenia.

Ďalšou výhodou nízkych dávok a ultranízkyh dávok CBCT je, že poskytujú vysoko kvalitné a presné 3D obrazy ústnej a maxilofaciálnej oblasti. To je obzvlášť užitočné pre plánovanie ortodontickej a maxilofaciálnej chirurgie v parodontológii pre štúdium a plánovanie furkačných defektov, v klinickej a chirurgickej endodoncii, a pri hodnotení temporomandibulárneho kĺbu. Nízkodávkové a ultranízkodávkové CBCT skenery sú tiež rýchlejšie a efektívnejšie ako tradičné 3D rádiologické metódy, čím sa skracuje čas potrebný na skenovanie a analýzu. Nedávne dôkazy ukazujú, že protokoly získavania nízkych a ultranízkyh dávok sú porovnateľné v kvalite obrazu s tradičnými protokolmi CBCT. Pri riadení diagnostickej úlohy, so znížením dávky rovnajúcim sa päťnásobku a viac ako protokol CBCT, ktoré sú odporúčané výrobcami na rovnaké účely (1).

Štúdia realizovaná Moura a kol. (2023) v Belgicku v ktorej bolo celkovo analyzovaných 5 163 CBCT vyšetrení z roku 2023 s názvom Monitoring cone - beam CT radiation dose levels in a University Hospital zistila, že efektívne dávky sa pohybovali počas vyšetrenia od 35,1 do 300 μ Sv a 9,26 - 117 μ Sv pri použití prístrojov 3D Accuitomo 170 a Newtom VGI EVO, resp. vo všeobecnosti účinné dávky klesali so zvyšujúcim sa vekom a zmenšením veľkosti FOV. Efektívne úrovne dávok sa výrazne lišili v závislosti od použitého zdroja ionizujúceho žiarenia a parametrov ožarovania. Štúdia poukázala na častejšie používanie stredných a veľkých FOV. Ako odôvodnenie sa v štúdiu uvádza, že asi 2 / 3 indikácií je orientovaná na operáciu a pri tom sa často vyžadujú anatomické referenčné údaje pre virtuálne predoperačné plánovanie pacienta. Je potrebné však poznamenať, že výskumnú vzorku tvorili aj pacienti z maxilofaciálnej chirurgie, ktorí podstupujú komplexné maxilofaciálne výkony súvisiace s onkológiou a vrodenými deformitami. Záverom je možné skonštatovať, že štúdia Moura a kol. poukázala na skutočnosť, že dávky žiarenia vykazovali klesajúci trend, ktorý súvisel s vekom pacienta a zníženou veľkosťou FOV (12).

V publikovanej štúdií Kaaber a kol. (2024), sa uvádza, že protokoly nízkych dávok sú výsledkom zníženia expozičných parametrov kV, mA, rozlíšenia (prostredníctvom zvýšenej veľkosti voxelu), expozičného času a trajektórie skenovania. Použitie nízkej dávky CBCT v implantológii by sa malo považovať za záležitosť dodržiavania hlavnej zásady ALARA, keďže rovnováha dávky žiarenia a kvality diagnostického obrazu je dôležitá a prospešná tak pre pacientov, ako aj pre zubných odborníkov. Na základe výsledkov tohto systematického prehľadu by sa mala prediskutovať rovnováha dávky a kvality spolu s tým, čo skutočne predstavuje nízku dávku. Ide o veľmi dôležitú tému v dôsledku rôznych expozičných faktorov vybraných operátorom, ktoré zohrávajú veľkú úlohu pri určovaní dávky snímania a kvality obrazu a zároveň zachovávajú adekvátnu diagnostiku integrity (6).

5. ZÁVER

Stomatologické diagnostické rádiologické postupy tvoria osobitnú špecifickú časť diagnostickej rádiológie. Pri používaní stomatologických diagnostických postupov dochádza len k minimálnej radiačnej záťaži pacienta, pričom tieto diagnostické metódy vo veľkej miere prispievajú k správnej diagnostike v oblasti zubného lekárstva. Štúdia bola zameraná na zhodnotenie súčasnej situácie v oblasti radiačnej záťaže pri výkone snímokovania počas

diagnostického procesu v stomatologických ambulanciách poskytovateľov zdravotnej starostlivosti.

Z dôvodu zvýšeného nárastu vyšetrení pomocou zubného CBCT prístroja v ambulanciách poskytovateľov zdravotnej starostlivosti je potrebné zvýšiť kontrolu nad vykonávaním daných výkonov a predchádzať neopodstatneným alebo duplikátnym výkonom. Hlavné pri vyšetreniach pediatrických pacientov, čo prispieje k znižovaniu radiačnej záťaž populácie.

Z výsledkov analýzy vyplýva, že maximálna veľkosť DAP pri CBCT vyšetreniach predstavuje nárast v dávke o približne desaťnásobok oproti maximálnej dávke DAP pri OPG vyšetreniach. Výsledky štúdie by mali prispieť k riešeniu problematiky v oblasti radiačnej ochrany na pracoviskách zubného lekárstva, ktoré používajú CBCT prístroje.

V budúcnosti je potrebné venovať osobitnú pozornosť najmä oblastiam lekárskeho ožiarenia v ktorých v Slovenskej republike neexistujú relevantné údaje pre spracovanie a publikovanie v národných a v zahraničných publikáciách. Jedná sa hlavne o oblasti počtu vyšetrení v jednotlivých vekových kategóriách v rádiológii, zistenie rozdielu vo veľkosti ožiarenia medzi detskou a dospelou populáciou, dôležitosť optimalizácie ionizujúceho žiarenia u detí, zameranie sa na dôležitosť opodstatnenia indikácie z pohľadu radiačnej ochrany, zistenie veľkosti jednotlivých dávok na kritické orgány v detskom organizme, možnosti zníženia dávok v jednotlivých kritických orgánoch a možnosti aplikovania a zavedenia zistených skutočností do praxe pre jednotlivé pracoviská, stanovenie diagnostických referenčných úrovní pre stomatologické CBCT prístroje.

Zdroje

1. Distefano, S. et al. The “dedicated” CBCT in dentistry. Italy: Int. J. Environ. Res. Public Health. 2023. s. 1 - 11. <https://doi.org/10.3390/ijerph20115954>.
2. Farsi, R. et al. Dosimetry of critical organs in maxillofacial imaging with cone-beam computed tomography. Biomed Phys Eng. 2019. s. 51 - 60. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10407597/#REF13>.
3. Higgins, Edmund S. Fifty Years Ago the First CT Scan Let Doctors See Inside a Living Skull. 2021. s. 1 - 5. Dostupné na: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/fifty-years-ago-the-first-ct-scan-let-doctors-see-inside-a-living-skull-180978792/>.
4. Horner, K. et al. CBCT Special Issue: Review Article Guidelines for clinical use of CBCT: a review. UK. 2015. s. 1 - 10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4277440/pdf/dmfr.20140225.pdf>.
5. International Commission on Radiological Protection. Radiation Protection in dental radiology. Issue N° 108. Vienna. 2022. s. 37 - 38.
6. Kaaber, L. et al. Low-dose CBCT protocols in implant dentistry: a systematic review. 2024. s. 1 - 13. <https://www.sciencedirect.com>.
7. Rozylo-Kalinowska, I. Imaging Techniques in Dental Radiology. 2020. s. 13 - 76 (eBook).
8. Kovačová, Eva a kol. Dentálna rádiografia v praxi. Interpertácia snímok v kariológii, paradontológii, dentoalveolárnej chirurgii. Akcent print. 2005. s. 7 - 77.
9. Lin, E. Y. Použití technologie Cone Beam v ortodoncii. Online. 2019. s. 24 - 29. Použití technologie Cone Beam v ortodoncii - NewsDent.cz.
10. Lorenzoni, D. C. et al. Cone-Beam Computed Tomography and Radiographs in Dentistry: Aspects Related to Radiation Dose. International Journal of Dentistry. 2012. s. 1 - 10. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2012/813768>.
11. Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu. Radiation doses in dental radiology. 2024. <https://www.iaea.org/resources/pop/healthprofessionals/dentistry/radiation-doses>.
12. Moura, D. et al. Monitoring cone-beam CT radiation dose levels in a University Hospital. UK: British Institute of Radiology. Dentomaxillofacial Radiology. 2023.
13. Ríos-Osorio, Néstor et al. Cone-beam computed tomography in endodontics: from the specific technical considerations of acquisition parameters and interpretation to advanced clinical applications. 2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10912545/#B22>. s. 1 - 11.
14. Sůkupová, Lucia. Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi. Praha. Grada Publishing. 2018. s. 23 - 219.
15. Thamman, S., et al. Radiation safety standards during 3D CBCT imaging: A review in dentistry. Journal of Dental Specialities. India. 2023. s. 8 - 11.
16. Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky. Výročná správa činnosti Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky za rok 2023. 2024. Bratislava.