

# Dávka v mléčné žláze při mamografickém vyšetření

<sup>1</sup>L. Peterková, <sup>2</sup>K. Kadlčková, <sup>3</sup>N. Bezúchová, <sup>4</sup>E. Michálková

<sup>1</sup>Wichterlovo gymnázium, Ostrava-Poruba

[lucie.peterkova@volny.cz](mailto:lucie.peterkova@volny.cz)

<sup>2</sup>Gymnázium Brno, Křenová

[klara.kadlckova@hotmail.com](mailto:klara.kadlckova@hotmail.com)

<sup>3</sup>Střední sportovní škola, Banská Bystrica

[ninabezuchova@gmail.com](mailto:ninabezuchova@gmail.com)

<sup>4</sup>Gymnázium Olgy Havlové, Ostrava-Poruba

[eva.michalkova@seznam.cz](mailto:eva.michalkova@seznam.cz)

## Abstrakt:

Náš miniprojekt se týká diagnostické metody aplikované v nemocnicích, při níž se využívá speciální RTG přístroj – mamograf. Mamografie je speciální rentgenová metoda využívající schopnost tzv. měkkého záření odlišit i jemné změny v hustotě tkáně. Oblasti se zvýšenou hustotou a nehomogenitami jsou specifické pro nádorový proces. V průběhu vyšetření pacienta dochází i k jeho ozáření, což může mít nežádoucí účinky. Pro odhad rizika plynoucího z ozáření využíváme fyzikální veličinu střední dávky v mléčné žláze. Tato dávka byla stanovena pro čtyři různé „pacientky“. Výsledky jsou zpracovány ve formě grafů a tabulky. Námi naměřené hodnoty byly vzájemně porovnány.

## 1 Úvod

Mamografie patří mezi základní radiologické screeningové a diagnostické metody vyšetření prsu. Provádí se pomocí speciálního RTG přístroje, tzv. mamografu. Od běžného RTG se mamograf liší například rentgenkou či užíváním komprese. V dnešní době se velmi často využívají techniky digitální mamografie.

Rakovina prsu je způsobena růstem rakovinných buněk v prsní tkáni a je hned po rakovině kůže nejčastěji diagnostikovaným nádorovým onemocněním. Může se objevit jak u mužů, tak u žen, ale u žen se objevuje nesrovnatelně častěji. Screening je doporučen ženám od 45 let výše s opakováním jednou za dva roky. Neustálá osvěta v posledních letech našťastí situaci kolem rakoviny prsu mění podstatně k lepšímu. Stále častěji je mnoho nádorů nalezeno v počátečních stádiích, kde je šance na úplné uzdravení téměř stoprocentní a úmrtnost na rakovinu prsu se významně snižuje.

Ozařování tkáně v průběhu vyšetření může mít nežádoucí účinky. Střední dávka v mléčné žláze  $D_G$  je veličinou vyjadřující riziko nežádoucích účinků pro mamografické vyšetření.  $D_G$  se stanovuje z dopadající kermy (bez zpětného rozptylu) na povrchu fantomu s využitím konverzního a korekčních faktorů závislých na polotloušťce.

$$D_G = K_i \cdot g \cdot s \cdot c$$

Dopadající kerma  $K_i$  je definována jako kerma ve vzduchu měřená na centrální ose svazku v místě vstupu svazku do pacienta. Započítává se však pouze dopadající záření, nikoliv zpětně rozptýlené záření. Konverzní faktor  $g$  převádí dopadající kermu na střední dávku v mléčné žláze pro prs s 50% glandularitou a použití Mo/Mo spektra rentgenky, korekční faktor  $c$  koriguje na glandularitu odlišnou od 50% glandularity a korekční faktor  $s$  koriguje na spektrum rentgenky odlišné od kombinace Mo/Mo.

Pro stanovení výsledného DG je nutné znát tloušťku komprimovaného prsu, kombinaci anoda/filtr (např. Mo/Mo), napětí a polotloušťku (HVL) pro dané nastavení parametrů.

## 2 Experimentální část

### 2.1 Materiály a pomůcky

Při měření byl použit mamografický přístroj Planmed Sophie (rentgenka s molybdenovým terčíkem i filtrem), elektrometr Standard Imaging, detektor ionizační komora Exradin typu A11 TW Standard Imaging, fantom PMMA (desky), sada Al filtrů, univerzální stojan, délkové měřidlo, tlakoměr a teploměr.

### 2.2 Postup měření

PMMA fantom byl umístěn na mamograf místo prsu. Do vzdálenosti přibližně 20 cm nad fantom byl připevněn detektor, který byl následně připojen k elektrometru. Byla změřena přesná vzdálenost mezi fantomem a zdrojem záření ( $d_2$ ) a mezi detektorem a zdrojem záření ( $d_1$ ). Poté byl nastaven mamografický přístroj. U všech měření byla použita clona vymežující pole 24 x 30 cm s ohniskem 0,3 mm. Celkově byla provedena čtyři měření. Pro první dvě měření bylo napětí nastaveno na 27 kV a součin proudu a času na 40 mAs. Pro další dvě měření bylo napětí nastaveno na 35 kV a součin proudu a času na 100 mAs. Dalšími měřeními se parametry byla tloušťka prsu a věk „pacientek“. Pro každé nastavení byl třikrát ozářen PMMA fantom a elektrometrem změřen náboj na detektoru. Ze tří změřených hodnot náboje byly vypočítány průměr ( $M$ ), který byl následně použit při výpočtu kermy ve vzduchu ve vzdálenosti  $d_1$  od zdroje záření.

$$K_a(d_1) = M \cdot N_{Ka} \cdot k_Q \cdot k_{TP}$$

$N_{Ka}$  se rovná kalibračnímu koeficientu, který byl pro tento přístroj stanoven na  $3,127 \times 10^7$  Gy/C pro napětí 27 kV a  $3,101 \times 10^7$  Gy/C pro napětí 35 kV. Korekční faktor na kvalitu svazku  $k_Q$  zanedbáváme a korekční faktor na teplotu a tlak  $k_{TP}$  vypočítáme podle vzorce:

$$k_{TP} = \frac{p_0(273,15 + T)}{p(273,15 + T_0)}$$

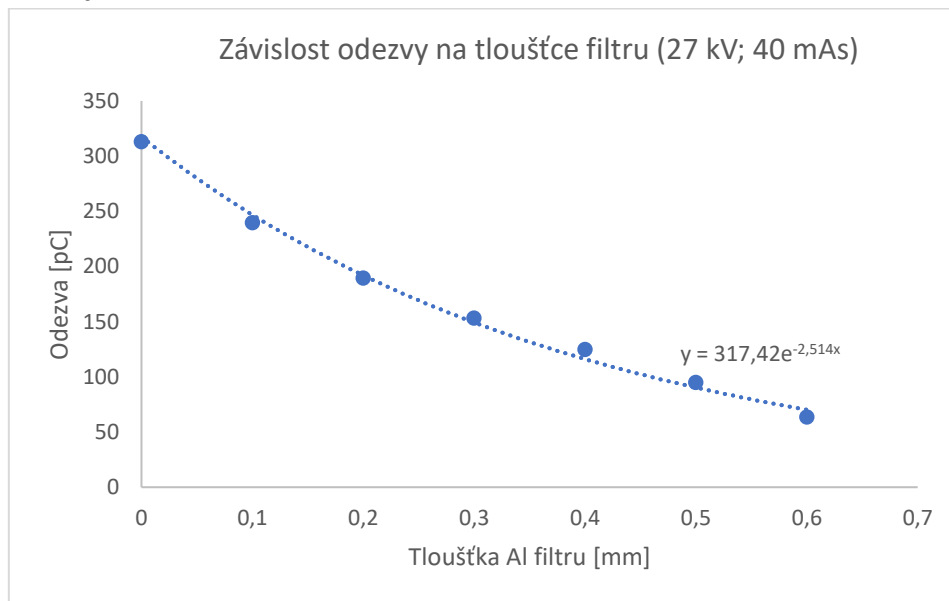
kde  $p_0$  a  $T_0$  jsou hodnoty, při kterých byl detektor kalibrován a  $p$  a  $T$  jsou hodnoty, které byly naměřeny při experimentu:  $p = 989$  hPa;  $T = 26^\circ\text{C}$ .

Dopadající kermu  $K_i$  určíme ze známých vzdáleností  $d_1$  a  $d_2$  a hodnoty  $K_a(d_1)$ :

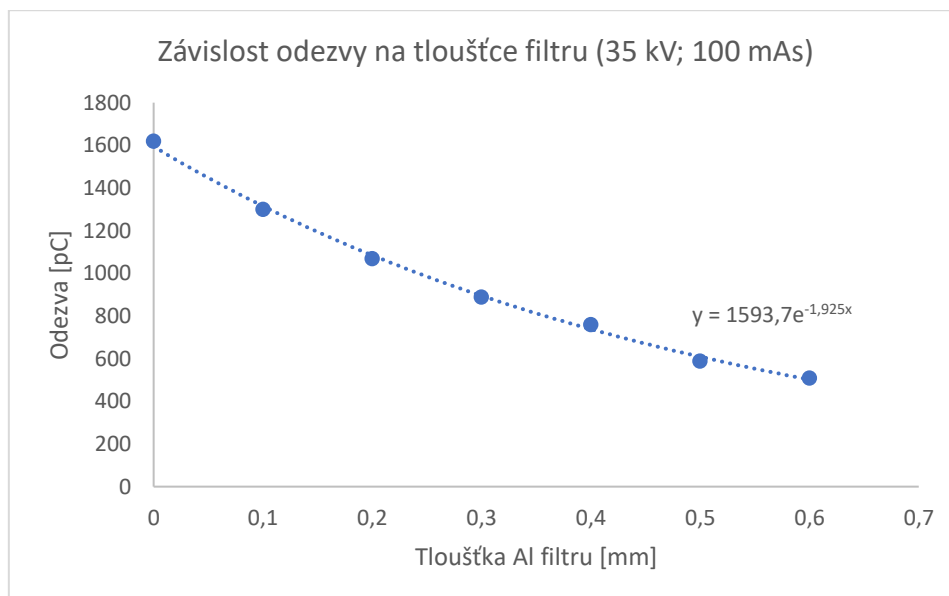
$$K_i = K_a(d_1) \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

Pro výpočet dávky je potřebná znalost polotloušťky HVL, protože právě na ní závisí hodnoty konverzního faktoru  $g$  a korekčního faktoru  $c$ . HVL charakterizuje kvalitu svazku a je udávána v mm Al. Byla sestavena aparatura tak, že přibližně 40 cm od zdroje záření byl umístěn detektor. Ten byl následně ozářen a na elektrometru byla přečtena hodnota náboje. Následně byl nad detektor umístěn Al filtr o tloušťce 0,1 mm. Poté byl detektor znovu ozářen a byla přečtena hodnota náboje. Podobným způsobem jsme pokračovali, dokud nebyla nad detektorem vrstva silná 0,6 mm. Z naměřených hodnot byly vytvořeny grafy (Graf 1, Graf 2) a zjištěny předpisy funkcí.

### 3 Výsledky



Graf 1: Závislost odezvy na tloušťce filtru při 27 kV a 40 mAs



Graf 2: Závislost odezvy na tloušťce filtru při 35 kV a 100 mAs

Maximální náboj při 35 kV činil 1620 pC, zatímco při 27 kV činil 313 pC. Polotloušťka při 35 kV činila 0,352 mm Al a při 27 kV činila 0,281 mm Al. Ze známé polotloušťky a hodnoty dopadající kermy byla rovněž určena střední dávka v mléčné žláze  $D_G$ . Tento výpočet byl proveden pro čtyři různé „pacientky“. Vstupní i výstupní parametry jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 1).

H [cm]	U [kV]	$P_{It}$ [mAs]	věk	HVL [mm Al]	c [-]	s [-]	g [-]	$K_i$ [mGy]	$D_G$ [mGy]
6	27	40	43	0,281	1,083	1	0,126	6,402	0,874
6	35	100	48	0,352	1,076	1	0,154	32,715	5,421
10	27	40	53	0,281	1,311	1	0,071	6,905	0,645
10	35	100	58	0,352	1,299	1	0,087	34,71	3,936

Tabulka 1: Vstupní a výstupní parametry použité při měření dávky v mléčné žláze, H je tloušťka komprimovaného prsu,  $P_{It}$  je součin proudu a času

## 4 Závěr

Lze tedy usoudit, že výsledná dávka závisí na konverzních a korekčních faktorech. Dávka při stejném nastavení přístroje je pro větší prs nižší, neboť stejné množství záření se rozptýlí ve větším prostředí. Dávka také závisí na korekčním faktoru  $c$ , který se liší dle věku pacientky. S rostoucím věkem pacientky roste i velikost dávky záření. Snižováním hodnot napětí a součinu proudu a času na přístroji se dávka výrazně sníží. Získaný obraz už však nemusí být dostatečně kvalitní. Z důvodu jiného nastavení přístroje (materiálu anody či filtru) a kvůli různému stavu přístrojů nemůžeme porovnávat námi naměřenou dávku s dávkou u reálných pacientek.

## Poděkování

Tímto bychom chtěly poděkovat Ing. Barboře Drškové za pomoc a podporu při práci na tomto miniprojektu. Velké díky patří také všem organizátorům Týdne vědy 2019.

## Reference:

- [1] KOZUBÍKOVÁ, P., STEINER, M., VESELSKÝ, T.: *Stanovení střední dávky v mléčné žláze*, Siemens, 2013, s. 3–6.
- [2] INSTITUT BIOSTATIKY A ANALÝZ: *Mamo.cz* : Mamografický screening [online]. ©2015. [cit. 2019-06-18]
- [3] OPPELT, A.: *Imaging Systems for Medical Diagnostic*, Siemens, 2005, S. 393–404.
- [4] DROBÍLKOVÁ, D.: *Hodnocení radiační zátěže pacienta při diagnostických výkonech*, 1. lékařská fakulta UK, 2011, s. 36–39