

Univerzita Karlova

Lékařská fakulta v Hradci Králové

**Dostupnost radioterapie karcinomu hrdla
dělohy v bohatých a chudých regionech
světa**

Habilitační práce

**Univerzita Karlova
Lékařská fakulta v Hradci Králové**

Habilitační práce

**Dostupnost radioterapie karcinomu hrdla
dělohy v bohatých a chudých regionech
světa**

MUDr. Igor Sirák, Ph.D.
Hradec Králové 2020

Poděkování

Děkuji tímto především profesoru MUDr. Jiřímu Peterovi, Ph.D., a primáři MUDr. Milanu Vošmikovi, Ph.D. za vedení mého vzdělávání a mé vědecké činnosti od samotného začátku mého působení ve Fakultní nemocnici v Hradci Králové. Dále děkuji všem kolegům lékařům i nelékařům, kteří mi pomáhají či pomáhali během mého působení na Klinice onkologie a Radioterapie. A v neposlední řadě děkuji své ženě Kristýně a celé rodině za podporu, trpělivost a inspiraci, kterou mi nejen během psaní této práce dopřáli.

OBSAH

Seznam zkratk	6
1. Úvod	7
2. Karcinom hrdla dělohy	11
2.1. Etiologie a epidemiologie	11
2.2. Možnosti prevence	12
2.3. Diagnostika a stagingová vyšetření	13
2.4. Staging a klinická stadia karcinomu hrdla dělohy	16
2.5. Léčba karcinomu hrdla dělohy	18
2.6. Prognóza	19
3. Bohaté a chudě regiony světa	20
4. Incidence a mortalita karcinomu hrdla dělohy ve světě a jednotlivých regionech	25
5. Zajištění potřebných služeb radioterapie v regionech světa	50
5.1. Zajištění bezpečnosti a ochrany obyvatelstva	51
5.2. Zajištění adekvátních kapacit ozařovací techniky	52
5.3. Síť center radioterapie	54
5.4. Personál a vzdělávání	56
5.5. Technická podpora a servis	56
6. Dostupnost služeb radioterapie ve světě	58
7. Skutečná dostupnost radioterapie karcinomu hrdla dělohy ve světě	69
7.1. Metodika	69
7.2. Výsledky	73
7.3. Afrika	91
7.4. Asie	97
7.5. Jižní Amerika a Karibik	104
7.6. Severní a Střední Amerika	109
7.7. Evropa	115
7.8. Oceánie	120
8. Rozdíly v dostupnosti radioterapie karcinomu hrdla dělohy v závislosti na bohatství zemí měřeném HNP	124
9. Závěry	132
10. Literatura	134
PŘÍLOHA. Seznam zemí v jednotlivých regionech s počtem obyvatel a kategorií dle HNP	

Seznam zkratek

ABS	Americká brachyterapeutická společnost
AFRONET	African Radiation Oncology Network
ART	Adaptivní radioterapie
ASCO	American Society of Clinical Oncology
ASR-W	Věkově standardizovaná incidence
BRT	Brachyterapie
C53	Karcinom hrdla dělohy
CNS	Centrální nervová soustava
CT	Výpočetní tomografie
DIRAC	The Directory of Radiotherapy Centres
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
EBRT	Zevní megavoltážní radioterapie
ESGO	Evropská společnost pro gynekologickou onkologii
ESTRO	Evropská společnost pro radioterapii a onkologii
FIGO	Mezinárodní federace gynekologů a porodníků
HDP	Hrubý domácí produkt
HDI	Index lidského rozvoje
HIV	Virus lidské imunodeficience
HNP	Hrubý národní produkt
HNŠ	Hrubé národní štěstí
HPV	Lidský papilomavirus
HSV	Herpes Simplex Virus
IACR	Mezinárodní asociace nádorových registrů
IAEA	Mezinárodní atomová agentura
ICRU	International Commission on Radiation Units
IGRT	Obrazem navigovaná radioterapie
IMRT	Radioterapie s modulovanou intenzitou záření
LF	Lékařský fyzik
MR	Magnetická rezonance
NCCN	National Comprehensive Cancer Network
OSN	Organizace spojených národů
PET/CT	Pozitronová emisní tomografie/výpočetní tomografie
PTV	Plánovací cílová objem
RO	Radiační onkologie
RT	Radioterapie
RTG	Roentgenovo vyšetření
SE	Standardní chyba průměru (Standard Error of Mean)
UICC	Union for International Cancer Control
UNSD	United Nations Statistics Division
USD	Americký dolar
UZ	Ultrazvukové vyšetření
WHO	Světová zdravotnická organizace

1. Úvod

Jako stěžejní téma své habilitační práce jsem si zvolil problematiku karcinomu hrdla dělohy a detailněji pak problematiku radioterapie, která hraje v jeho léčbě dominantní roli. Proč jsem si zvolil právě tuto, v naší republice již spíše okrajovou diagnózu, značně souvisí s mými lékařskými začátky.

Po absolvování Lékařské fakulty v Hradci Králové v roce 2006 jsem nastoupil na Klinikou onkologie a radioterapie Fakultní nemocnice v Hradci Králové a mým školitelem se stal přednosta kliniky, v té době ještě docent Jiří Petera, jehož celoživotní profesní vášní byla a je brachyterapie. V té době jsem o brachyterapii, stejně jako o radioterapii, věděl jen naprosté základy a netušil jsem, jak rychle budu muset do obou naplno proniknout. Naštěstí jsem mohl při práci na radioterapii sledovat nejen, nyní již profesora, Jiřího Peteru, ale také, nyní již docenta, Martina Doležela a profesora, a v té době primáře, Karla Odrážku, kteří se radioterapii i brachyterapii s láskou a pečlivostí věnovali.

Od samého začátku jsem vnímal, že stěžejní diagnózou pro aplikaci brachyterapie je právě karcinom hrdla dělohy, kde je brachyterapie dodnes neoddělitelnou součástí léčby časných i pokročilých stádií. Na rozdíl od řady jiných diagnóz, kde hraje důležitou a obvykle primární roli léčba chirurgická, leží osud pacientek s pokročilým karcinomem hrdla dělohy výhradně v rukách radiačního onkologa, lékařského fyzika, případně radiologických asistentů. Fakt, že můžete jen s přispěním vlastními rukou, hlavou a ionizujícím zářením vyléčit i velmi pokročilá stadia tohoto zhoubného onemocnění, které navíc postihuje převážně ženy v produktivním věku, znamená pro každého zodpovědného lékaře velikou výzvu a vyžaduje trvalou pokoru. Většinu pacientek sice můžete zcela vyléčit, ale současně musíte čelit riziku trvalých následků léčby, se kterými se může vyléčená žena po zbytek života potýkat. A právě tato tenká hranice mezi úspěchem a neúspěchem, tedy mezi vyléčenou a nevléčenou, případně spokojenou a nespokojenou pacientkou, činí tuto diagnózu krásnou a zároveň náročnou. A jelikož se trvalé nežádoucí následky radioterapie objevují zpravidla až s odstupem měsíců a let od ukončení léčby, nelze pacientky úspěšně léčit bez letitých zkušeností a bez dobrého vedení zkušeného školitele. Ze všech těchto důvodů mi radioterapie karcinomu hrdla dělohy přirostla tolik k srdci a zůstala dodnes stěžejní náplní mé klinické a potažmo i habilitační práce.

Za těch posledních 12 let, kdy se radioterapii karcinomu hrdla dělohy věnuji, se nejen na úseku radioterapie a brachyterapie ve Fakultní nemocnici v Hradci Králové, ale i na dalších

odděleních v naší republice a ve světě, odehrálo mnoho významných změn, které diagnostiku a léčbu pacientek s touto nemocí od základu změnily. Diagnostika a určování stadia nemoci se v době kolem roku 2006 zakládaly nejen na fyzikálním a gynekologickém vyšetření, ale čím dál častěji i na MR pánve, CT břicha, RTG plic, případně lymfoscintigrafii pánevních a paraaortálních uzlin. V této době jsme pacientky léčili převážně kombinací konvenční zevní radioterapie a 2D brachyterapie. Zevní radioterapie byla často plánována pouze pomocí kostěných struktur, viditelných na konvenčním RTG simulátoru, a nastavování pacientek na urychlovači se dělo pomocí zakreslení isocentra značkami na kůži pacientek s offline kontrolou nastavení portálovým zobrazením. Plánování brachyterapie se zavedenými aplikátory bylo založeno na dvou na sebe kolmých RTG snímcích z konvenčního simulátoru a k lokalizaci rekta a močového měchýře se používaly RTG kontrastní náplně. Dodnes s nostalgií vzpomínám, jak jsme na digitizéru s inženýrkou Janou Bedrošovou zadávali do RTG snímků ze simulátoru průběh aplikátoru a pravitkem hledali referenční body podle doporučení ICRU 38 z roku 1985.

Teprve v roce 2008, kdy byl instalován první CT simulátor na úsek radioterapie naší kliniky, jsme začali rutinně používat zakreslování cílových a rizikových struktur přímo do CT řezů, což vedlo k rutinnímu přechodu k 3D konformní zevní radioterapii. V témže roce byla dokončena instalace nových lineárních urychlovačů vybavených obrazem navigovanou radioterapií, což vedlo k velkému pokroku v mnohem přesnějším online nastavování pacientů a k většímu rozvoji ještě konformnější radioterapie s modulovanou intenzitou záření. V témže roce jsme díky snadné dostupnosti CT začali jako jedni z prvních koketovat s 3D brachyterapií karcinomu hrdla dělohy, což se nakonec podařilo uvést v naprostou rutinu na dalších 10 let, zejména díky improvizaci, chytrým nápadům a obětavosti inženýra Milana Zouhara, také díky kritické nesmlouvavosti a bystrosti inženýrky Lindy Kašové a v neposlední řadě i díky stabilnímu vedení a vytrvalosti vedoucího inženýra Petra Palusky.

Současně se rozvíjely i diagnostické postupy a zobrazovací techniky a světovým „up-to-date“ standardem pro staging karcinomu hrdla dělohy se stala magnetická rezonance pánve a PET/CT trupu. Magnetickou rezonanci jsme využívali v té době již rutinně, i když časová a přístrojová dostupnost tohoto vyšetření nebyla zcela bezproblémová. Velkým pokrokem a posunem v diagnostice a léčbě karcinomu hrdla dělohy se pro nás stalo PET/CT, jehož instalace na oddělení nukleární medicíny přímo v našem pavilonu v roce 2009 pro nás znamenalo dostupnost rychlého a spolehlivého vyšetření zejména k odhalení či vyloučení uzlinových a vzdálených metastáz.

Navzdory výhodám 3D brachyterapie založené na CT zobrazení, a to zejména snadné dostupnosti, rychlosti vyšetření a plánování a prakticky absenci jakýchkoliv kontraindikací ze strany pacientek, má tato metoda jeden zásadní nedostatek. Ani na kontrastním CT vyšetření nelze spolehlivě odlišit nádorový proces na děloze od zdravé tkáně dělohy, parametrií, případně okolních struktur. Takovéto rozlišení poskytuje MR vyšetření a brachyterapie založená na MR zobrazení umožňuje počítat dávku záření přímo na oblast perzistujícího nádorového postižení a přilehlých rizikových oblastí. Instalací MR přístroje pro účely plánování radioterapie přímo na oddělení brachyterapie naší kliniky v roce 2016 nám umožnilo přechod k rutinní 4D adaptivní brachyterapii karcinomu hrdla dělohy založené pouze na MR nálezu a jeho změnách v čase. Plánování brachyterapie podle MR vedla podle očekávání ke zmenšování ozařovaných objemů a ke snížení dávek na rizikové struktury, současně však přinesla nutnost mnohem většího využití intersticiální aplikace do parametrií v případech, kdy tato nebyla dostatečně pokryta intrakavitární aplikací. Aktuálně využíváme kombinované intrakavitární a intersticiální aplikace až u poloviny pacientek a k tomu nám slouží jak komerčně vyráběné aplikátory, tak i nástavce vyvinuté a vyrobené pomocí 3D tisku ve spolupráci s ústavem lékařské fyziky Lékařské fakulty v Hradci Králové.

V roce 2019 došlo k další obměně osazení lineárních urychlovačů na našem pracovišti s možností dalšího zdokonalení zevní radioterapie o obloukovou radioterapii s modulovanou intenzitou záření a zdokonalení online nastavování pacientek díky stolu s možností nastavení polohy v šesti stupních volnosti. Tyto techniky dovedou ještě lépe zpřesnit nastavení pacientek před samotným ozářením a zkrátit dobu aplikace každé frakce radioterapie, čímž se dále snižuje riziko intrafrakčních pohybů. Tyto vymoženosti moderní ozařovací techniky umožňují další redukci ozařovaných objemů díky možnosti zmenšení PTV lemů a tím i zmenšení objemu ozářených rizikových struktur, v případě radioterapie karcinomu hrdla dělohy zejména tenkého střeva a kostní dřevě.

Pokroky v léčebných postupech a moderních technologiích jsou ale finančně značně náročné. Týká se to zejména ceny přístrojového vybavení moderních pracovišť radioterapie. Značné finanční náklady s sebou nesou i randomizované studie, potvrzující nové léčebné standardy a postupy. Nemalé jsou ale i náklady na vzdělávání a práci proškoleného a zkušeného personálu. Ten se stává nedostatkovým zbožím a cena práce ve zdravotnictví ve vyspělých zemích neustále roste. Každý pokrok v radioterapii karcinomu hrdla dělohy tak vede nejen k lepším léčebným výsledkům, ale současně prohlubuje už tak propastné rozdíly mezi dostupností péče v bohatých a chudých regionech světa. Bohužel zejména v chudých regionech

světa, kde je incidence karcinomu hrdla dělohy nejvyšší, se pacientkám nedostává žádné, nebo alespoň ne adekvátní léčby zářením, ve srovnání s „up-to-date“ poznatky. Naopak ve vyspělých zemích, kde jsou centra plně vybavena moderními technologiemi a zkušeným personálem, se již s pacientkami s pokročilým karcinomem hrdla dělohy téměř nesetkáte. To brzdí i další rozvoj radioterapie v této indikaci, neboť vyspělá centra, vybavena adekvátní technikou, již nemají dostatek pacientek pro fáze III klinického testování a neobejdou se bez multicentrické a dokonce i mezinárodní spolupráce. Dostatek pacientek pro studium moderních technik radioterapie oproti tomu mají v zemích s málo vyspělým zdravotnictvím, avšak zde nelze studie provádět zejména z důvodu nedostatečného technického a personálního vybavení. S těmito do očí bijícími kontrasty v dostupnosti technologií a personálu pro jinak nenahraditelnou radioterapii karcinomu hrdla dělohy jsem se od začátku své kariéry setkal opakovaně, a to nejen na služebních cestách do zahraničí, na konferencích a stážích, ale i při podílení se na organizaci mezinárodní multicentrické studie, týkající se radioterapie s modulovanou intenzitou v léčbě právě karcinomu hrdla dělohy. Naopak čím dál tím rychlejší rozvoj radioterapie v USA a západní Evropě, a pocit méněcennosti při srovnávání se s nejbohatšími zeměmi světa, mi stále častěji vnucoval otázku, jak si na tom ve srovnání s ostatním světem reálně stojíme a kolik žen s karcinomem hrdla dělohy ve světě se k diagnostice či léčbě vůbec nedostane. Výsledkem mého dlouhodobého bádání je pak tato habilitační práce.

Cíle práce

Následující práce se snaží přehledně shrnout problematiku radioterapie zhoubných onemocnění ve světě se zaměřením na rozdíly mezi bohatými a chudými zeměmi a regiony. Cílem práce je dále posoudit možný vliv bohatství zemí na incidenci a mortalitu karcinomu hrdla dělohy, na dostupnost preventivních a diagnostických vyšetření a zejména pak na dostupnost zevní radioterapie a brachyterapie této nemoci napříč regiony světa a v neposlední řadě i na naplnění potřeb technického a personálního vybavení radioterapeutických pracovišť ve světě.

Práce se skládá z teoretického úvodu a následné vlastní investigativní práce se statistickým přehledem dostupnosti radioterapie ve světě a napříč jednotlivými kontinenty a regiony se zaměřením na bohatství zemí, měřeném hrubým národním produktem.

2. Karcinom hrdla dělohy

2.1 Etiologie a epidemiologie

Karcinom hrdla dělohy je celosvětově jednou z nejčastějších příčin úmrtí žen na zhoubné onemocnění. Ročně je ve světě diagnostikováno více než 530 tisíc nových případů tohoto onemocnění a 270 tisíc žen této nemoci ve světě ročně podlehnou. Až 85% úmrtí na toto onemocnění připadá na země s nízkým a nižším středním hrubým národním produktem, čili na země rozvojové. Ve srovnání s vyspělejšími zeměmi je úmrtnost na karcinom hrdla dělohy v rozvojových zemích až 18 krát vyšší (GLOBOCAN 2018). Musíme navíc počítat s tím, že v rozvojových zemích bude mnohem větší podíl nenahlášených případů této malignity, ve srovnání se zeměmi s vyspělým zdravotnictvím. Prakticky všechny případy karcinomu cervixu souvisí se sexuálně přenosnou infekcí lidským papilomavirem (Human Papilloma Virus, HPV), přičemž HPV DNA je možné prokázat v naprosté většině histologických vzorků.

Hrdlo dělohy je směrem do pochvy kryto dlaždicobuněčným epitelem, zatímco vnitřní kanál hrdla je vystlán žláznatým epitelem. Karcinom cervixu nejčastěji vzniká právě z epitelu dlaždicobuněčného (asi 75% případů), o něco méně pak vidáme adenokarcinomy či adenoskvamózní karcinomy, spíše vzácně pak serózní či světlobuněčné adenokarcinomy. Mezi výše zmíněnými epitely se nachází tranzitorní zóna, zvaná skvamo-kolumnální junkce. Tato zóna je na infekci HPV nejnáchylnější a zejména zde dochází při chronickém zánětu k postupným buněčným změnám ve smyslu dysplazií. Zde je nutné podotknout, že většina získaných HPV infekcí je dočasných a imunitní systém ženy je schopen se s infekcí vypořádat. Pouze u menší části žen se virus usadí dlouhodobě a začleněním části své DNA do buněk sliznice působí postupný nárůst mutací hostitelské DNA. Ústřední roli v této neogenezi pak hrají onkogeny E6 a E7.

Existuje řada přidružených faktorů, které zvyšují pravděpodobnost chronické HPV infekce. Jedná se například o kouření cigaret, dlouhodobé užívání orální antikoncepce, vícečetné porody, agresivnější formy pohlavního styku, případně koinfekce dalšími onkogenními viry, jako je zejména Herpes Simplex Virus 2 (HSV2) a Human Immunodeficiency Virus (HIV). Buněčné dysplazie způsobené HPV infekcí pozvolna přecházejí v prekancerózy typu intraepiteliální dlaždicobuněčné neoplazie, případně adenokarcinomu in situ rostoucího. Obvykle trvá roky až desetiletí, než z dysplastických změn

vznikne invazivní karcinom a medián věku žen v době diagnózy této nemoci je až kolem 47 let. Avšak až u 10% žen může tento proces kancerogeneze trvat méně než jeden rok.

Ne všechny subtypy HPV jsou kancerogenní a způsobují maligní transformaci sliznice hrdla dělohy. Nejčastějšími sérotypy HPV, které zodpovídají až za 70% karcinomů hrdla dělohy, jsou HPV 16 a 18. Dalšími sérotypy s klesajícím záchytem u karcinomu cervixu jsou HPV 45, 31, 33, 52, 58, 35, 39, 51, 56, 59, 68, 73 a 82.(1) HPV sérotypy 6 a 11 jsou zodpovědné spíše za benigní genitální bradavice, zatímco s invazivními nádory hrdla dělohy spojovány nejsou.

2.2. Možnosti prevence

Díky programům primární a sekundární prevence lze tomuto onemocnění účinně předcházet. Od 90. let 20. století jsou v rámci primární prevence dostupné vakcíny proti HPV infekci, kterými se očkují dívky ideálně ještě před zahájením pohlavního života. Vůbec první vakcína (Cervarix) byla bivalentní, účinkující proti HPV sérotypům 16 a 18. Další vakcína (Silgard) již byla kvadrivalentní, s rozšířeným působením proti HPV sérotypům 6, 11, 16 a 18. Zatím poslední vakcína (Gardasil 9) již působí proti devíti nejčastějším sérotypům HPV, tj. 6, 11, 16, 18, 31, 33, 45, 52 a 58. Ani očkování však ženám nezajistí 100% ochranu před HPV infekcí, proto zatím zůstává dominantním preventivním nástrojem screening karcinomu hrdla dělohy, který spadá pod sekundární prevenci s cílem odhalit onemocnění v časném stadiu, ideálně však již v premaligní fázi, kdy jde situaci řešit drobným chirurgickým zákrokem s odstraněním postižené oblasti hrdla. Screening spočívá v pravidelných cytologických vyšetřeních stěrů z hrdla, případně na stanovení přítomnosti rizikových sérotypů HPV. Právě dlouhodobě fungující plošné screeningové programy stojí za velmi nízkou incidencí a mortalitou tohoto onemocnění v bohatých zemích s vyspělým zdravotnictvím.

A právě absence preventivních a screeningových programů stojí za dramaticky vysokou incidencí karcinomu hrdla dělohy v centrální Africe, jižní a jihovýchodní Asii, Střední a Jižní Americe, Karibiku a některých částech východní Evropy a severní Asie. Každý den zemře na karcinom hrdla dělohy ve světě až 740 žen a většina z nich v mladém či produktivním věku. Umírání žen na pokročilý a neléčený karcinom je velice bolestivý proces, doprovázený často nemalým lidským utrpením s přítomností krvácení, potíží s močením či stolicí, výtoky, otoky a infekcí krve. Očkovací a screeningové programy jsou sice velmi důležité, ale nelze zapomínat v první řadě na ženy, které již HPV infekci mají a u kterých se onemocnění již projevuje symptomy.

2.3. Diagnostika a stagingová vyšetření

Programy primární prevence, jako je například očkování proti HPV, nebo pravidelné onkologické cytologie, dovedou efektivně snížit incidenci a absolutní počet nových invazivních případů tohoto *de facto* pohlavně přenosného onemocnění. Metody sekundární prevence, které se zaměřují na včasnou detekci onemocnění, vedou k zjištění onemocnění v časných a tudíž i lépe léčitelných stádiích onemocnění, čímž lze efektivně snížit také mortalitu. Mezi metody sekundární prevence patří gynekologické vyšetření, včetně vyšetření kolposkopického a ultrazvukového. Již na základě těchto vyšetření může gynekolog či jiný lékař stanovit FIGO stadium onemocnění, které je dodnes akceptováno právě s ohledem na nedostupnost dalších zobrazovacích metod v zemích s nízkým a nižším středním hrubým národním produktem. Karcinom hrdla dělohy tak celosvětově zůstává onemocněním, jehož stádium je převážně stanovováno prostým klinickým vyšetřením a to zejména z důvodu nedostupnosti pokročilejších zobrazovacích metod. Klinické určení stadia onemocnění podle FIGO klasifikace však může hrubě podcenit rozsah celého onemocnění, a tím ohrožit pacientky na zdraví špatně volenou metodou primární léčby.

Základní klinické vyšetření

Mezi optimální klinická vyšetření, která jsou široce dostupná i v zemích s nízkými příjmy, patří fyzikální vyšetření palpací a inspekcí s následnou kolposkopií a cílenou biopsií, či endocervikální kyretáží. Mezi další jednoduchá a široce dostupná vyšetření patří hysteroskopie, cystoskopie, rektoskopie a vylučovací urografie. S těmito vyšetřeními si bohatě vystačíme zejména u časných stádií nemoci, zejména pokud není klinické podezření na šíření nádoru mimo hrdlo dělohy.

Klinické a ultrazvukové vyšetření v rukách zkušeného gynekologa sice dokáže správně určit velikost primárního nádoru a často i správně zhodnotit rozsah jeho šíření do okolních struktur, jako jsou parametria, močový měchýř a rektum, avšak nedovede správně zhodnotit stupeň postižení lymfatických uzlin, ani vzdálených orgánů. A právě N a M stadium TNM klasifikace nejvíce určuje prognózu pacientek a vhodnou metodu jejich primární léčby.

Pacientky a jejich rodiny tak v době diagnózy dostanou často mylnou informaci nejen o prognóze onemocnění, ale navíc také doporučení k nevhodné léčbě, což je pro jejich další osud stěžejní. Hlavním důvodem je fakt, že pacientky s uzlinovým postižením a metastazujícím onemocněním již nemají z primární chirurgické léčby větší benefit a měly by být směřovány

k léčbě radioterapií, případně i chemoterapií. Primární chirurgická léčba těchto pacientek sice může dočasně řešit zdravotní potíže způsobené lokálním růstem primárního nádoru, jako je například krvácení, výtok, potíže s močením či bolesti, avšak bez naděje na dlouhodobý efekt či šance na vyléčení pacientky při volbě tohoto léčebného postupu. Volba radioterapie či chemoradioterapie jako primární léčby těchto pacientek může vést nejen k trvalé kontrole příznaků z růstu primárního nádoru dělohy, ale může mít i kurativní potenciál v případě uzlinového postižení pánevních či paraaortálních uzlin.

Rentgenové (RTG) a ultrazvukové (UZ) vyšetření

Mezi zobrazovací metody běžně dostupné i v rozvojových zemích patří rentgenové vyšetření plic, případně kostí. Tato vyšetření sice dovedou vyloučit iniciální diseminaci onemocnění do plic či skeletu, tyto nálezy jsou však v době diagnózy karcinomu hrdla dělohy spíše raritní. V rozvojových zemích již méně dostupné ultrazvukové vyšetření břicha a jater sice dokáže vyloučit větší diseminaci do jater či ascites při peritoneální diseminaci karcinomu, avšak na hodnocení případné lymfadenopatie nemá odpovídající senzitivitu. UZ břicha však dokáže snadno odhalit dilataci dutého vývodného systému ledviny při hydronefróze, což prakticky vždy znamená pokročilé pánevní onemocnění, nevhodné k chirurgické léčbě.

Expertní ultrazvuk versus magnetická rezonance

Zlatým standardem pro hodnocení rozsahu postižení dělohy a okolních struktur u karcinomu hrdla dělohy je magnetická rezonance. Ta má výhodu bezkonkurenčního rozlišení měkkých tkání a je zatížena menším rizikem rozdílného subjektivního hodnocení, podle zkušeností odečítajícího odborníka. MR dokáže velmi spolehlivě vyloučit či potvrdit šíření karcinomu hrdla dělohy do stromatu hrdla, těla dělohy, pochvy, parametrií, pánevní stěny, močového měchýře, rekta, sigmoidea či adnex. Výhodou rezonance je také možnost snazší archivace kompletní obrazové dokumentace pro pozdější hodnocení či následné srovnávání. Velikou nevýhodou MR však jsou vysoké pořizovací a provozní náklady, kvůli kterým je tato metoda v rozvojových zemích velmi málo dostupná. Mnohem dostupnější metodou pro hodnocení lokálního rozsahu onemocnění hrdla dělohy je gynekologický ultrazvuk. Jedná se o vůbec první zobrazovací metodu používanou v gynekologii, dostupnou už od 70. let 20. století. Většina gynekologů s UZ umí zacházet, avšak jen velmi málo gynekologů dokáže pomocí UZ správně hodnotit rozsah karcinomu hrdla ve vztahu k okolním tkáním. Aby byl staging pomocí

UZ adekvátní MR vyšetření, musí mít vyšetřující dostatek zkušeností a znalostí, a proto je UZ zatížen značným subjektivním rizikem zkresleného hodnocení. Takzvaný expertní UZ, kombinující vaginální a transrektální vyšetření, v rukách zkušeného gynekologa však dokáže zcela nahradit vyšetření magnetickou rezonancí v hodnocení hloubky postižení stromatu hrdla a parametrií, dělohy, adnex, pochvy, vesikovaginálního septa a močového měchýře, či septa rektovaginálního a rekta.(2) Velkou výhodou UZ je také dynamické zobrazení v reálném čase, kdy si může gynekolog natáčením roviny zobrazení lépe zhodnotit fixaci nádoru k okolním strukturám v pohybu. Čím je nádor pokročilejší, tím ale senzitivita ultrazvuku ve srovnání s MR klesá. Navzdory svým nevýhodám je UZ rychlou, levnou a dostupnou metodou pro lokální staging karcinomu hrdla dělohy. Jedná se tak o atraktivní vyšetření pro země s nízkým a nižším středním HNP a s trochou expertního vedení zkušenými odborníky by mohla pro pacientky z rozvojových zemí znamenat velikou naději vedoucí k adekvátnímu stagingu a léčbě.

Výpočetní tomografie (CT)

Velmi důležitým a dalo by se říct i zlatým standardem vstupního vyšetření pacientek s lokálně pokročilým karcinomem hrdla dělohy je CT vyšetření pánve a břicha, které se stává i v zemích s nízkými příjmy čím dál víc dostupným. CT vyšetření dokáže odhalit zejména postižení lymfatických uzlin, dilataci dutého systému ledvin, případně vzdálenou orgánovou diseminaci. Tyto nálezy by pak měly odradit lékaře od chirurgické léčby pacientek, které by měly být automaticky směřovány k radioterapii, či chemoterapii. Dostupnost trojrozměrného vyšetření cílových objemů pomocí CT či MR je samozřejmě velmi důležitá i pro samotné plánování léčby zevní radioterapií, či brachyterapií. Ani kontrastní CT vyšetření však nenahradí MR či expertní UZ v hodnocení rozsahu primárního onemocnění dělohy. Pokud se jedná o hodnocení postižení lymfatických uzlin, dosahuje hybridní PET/CT vyšetření o něco vyšší senzitivity i specifity, než samotné kontrastní CT.

Dostupnost CT však stále není ani zdaleka dostatečná a většina žen s karcinomem hrdla dělohy v rozvojových zemích CT vyšetření stále nepodstoupí. Jelikož se jedná o vyšetření s velkým potenciálem nasměrovat pacientku ke správné léčbě, je CT vyšetření zahrnuto mezi iniciační vyšetřovací metody i v mezinárodních ASCO (American Society of Clinical Oncology) a NCCN (National Comprehensive Cancer Network) doporučeních.(3,4) Tato doporučení jsou sice stratifikována na základě možností a úrovně zdravotnictví v jednotlivých regionech, ale trojrozměrné zobrazení k vyloučení uzlinových a vzdálených metastáz je silně doporučeno i pro země s nízkým a nižším středním HNP. Realizace těchto doporučení však

v chudých regionech značně pokulhává za očekáváním odborných společností. Jednou z příčin je i absence možnosti nasměrovat pacientku v případě uzlinového či vzdáleného postižení na pracoviště, které by bylo schopno radioterapii či chemoterapii poskytnout.

2.4. Staging a klinická stadia karcinomu hrdla dělohy

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 8. vydání 2017, česká verze 2017, ÚZIS, Praha, 2018). Stadia TNM jsou založena na klinickém a/nebo patologickém stagingu; stadia FIGO vycházejí z chirurgického stagingu.

T – Primární nádor

TX	primární nádor nelze hodnotit	
T0	bez známek primárního nádoru	
Tis	karcinom in situ (preinvazivní karcinom)	
T1 ¹⁾	nádor omezen na hrdlo (šíření na tělo deložní by nemělo být zohledněno)	FIGO I
T1a	invazivní karcinom diagnostikovaný pouze mikroskopicky	FIGO IA
T1a1	- stromální invaze ≤ 3 mm do hloubky a horizontální šíření ≤ 7 mm	FIGO IA1
T1a2	- stromální invaze 3-5 mm do hloubky a horizontální šíření ≤ 7 mm	FIGO IA2
T1b	klinicky zřetelná léze nebo mikroskopická léze větší než T1a2	FIGO IB
T1b1	- klinicky zřetelná léze 4 cm nebo méně v největším rozměru	FIGO IB1
T1b2	- klinicky zřetelná léze větší než 4 cm v největším rozměru	FIGO IB2
T2	šíření mimo dělohu, ale ne až ke stěně pánevní a ne do dolní třetiny pochvy	FIGO II
T2a	nádor bez šíření do parametria	FIGO IIA
T2a1	- klinicky zřetelná léze ne větší než 4 cm	FIGO IIA1
T2a2	- klinicky zřetelná léze větší než 4 cm	FIGO IIA2
T2b	- nádor se šířením do parametrií	FIGO IIB
T3	nádor se šíří ke stěně pánevní a/nebo se šíří na dolní třetinu pochvy	
	a/nebo způsobuje hydronefrózu či afunkci ledviny	FIGO III
T3a	- nádor postihuje dolní třetinu pochvy, bez šíření ke stěně pánevní	FIGO IIIA

T3b	- nádor se šíří ke stěně pánevní a/nebo způsobuje hydronefrózu či afunkci	FIGO IIIB
T4 ^{2,3)}	nádor postihuje sliznici měchýře nebo rekta a/nebo se šíří mimo malou pánev	FIGO IVA

Pozn.

- 1) Všechny makroskopicky viditelné léze, byť jen s povrchovou invazí, jsou T1b/IB.
- 2) Bulózní edém sliznice močového měchýře nepostačuje ke klasifikaci nádoru jako T4.
- 3) Podle FIGO by mělo být postižení sliznice močového měchýře či rekta biopticky ověřeno.

N – Regionální mízní uzliny

Regionálními mízními uzlinami jsou uzliny paracervikální, parametriální, hypogastrické (vnitřní ilické, obturatorní), společné a zevní ilické, presakrální a laterální sakrální uzliny. Uzliny paraaortální a inguinální nejsou regionální.

NX	regionální mízní uzliny nelze hodnotit
N0	regionální mízní uzliny bez metastáz
N1	metastázy v regionálních mízních uzlinách

M – Vzdálené metastázy

MX	vzdálené metastázy nelze hodnotit
M0	nejsou vzdálené metastázy
M1	přítomnost vzdálených metastáz (včetně uzlin paraaortálních, inguinálních) FIGO IVB Vyloučeny jsou metastázy pochvy, pánevní serózy a adnex.

pTNM patologické klasifikace

Kategorie pT, pN, pM odpovídají kategoriím T, N, M

pN – Histologické vyšetření vzorků z pánevní lymfadenektomie má zahrnovat 10 a více mízních uzlin. Jsou-li mízní uzliny negativní, ale nebylo dosaženo standardně vyšetřovaného počtu, klasifikuje se jako pN0. (FIGO považuje tyto případy za pNX)

2.5. Léčba karcinomu hrdla dělohy

Standardní léčbou časného karcinomu hrdla dělohy je léčba chirurgická. Ve stadiu IA1 stačí jednoduchá konizace, trachelektomie, případně prostá hysterektomie. Radikální hysterektomie u stadia IA1 je naopak považovaná za zbytečný „overtreatment“. Ve stadiu IA2 je již upřednostňovaná prostá hysterektomie či konizace s případným chirurgickým stagingem uzlin, kdy zejména u nádorů s lymfangioinvazí preferujeme vyšetření sentinelové uzliny před systematickou lymfadenektomií. U nádorů stadia IA2 bez lymfangioinvaze však není chirurgický staging uzlin vyžadován. Ve stadiu IB1 a IIA1 je již standardním rozsahem operativy radikální hysterektomie se systematickou lymfadenektomií. Chirurgický staging uzlin s případným perioperačním vyhodnocením je ideální provádět před samotnou radikální hysterektomií, kterou lze v případě positivity uzlin vynechat. Pokud je v definitivním resekátu nalezena hluboká invaze nádoru do stromatu, lymfangioinvaze, nebo nádor dosahuje větších rozměrů, zvažujeme pooperační zajištění radioterapií pánve s případnou vaginální brachyterapií. Pokud je však pooperačně histologicky zastižena pozitivita parametrií, resekčních okrajů, či lymfatických uzlin, zvažujeme vždy adjuvantní chemoradioterapii. Alternativou chirurgické léčby u stadia IB1 či IIA1 je definitivní radioterapie, či dokonce chemoradioterapie, pro jejíž použití však máme k dispozici jen retrospektivní data.

Stadia IB2, IIA2, IIB, IIIA/B, IVA a IVB s příznivým rozsahem vzdálené diseminace do lymfatických uzlin retroperitonea již léčíme primárně definitivní chemoradioterapií s kurativním záměrem. Stadia IVB s nepříznivou lymfatickou a orgánovou diseminací léčíme zpravidla paliativní systémovou léčbou v kombinaci s paliativní radioterapií.(5)

Kurativní chemoradioterapie lokálně a regionálně pokročilých karcinomů sestává z kombinace zevní radioterapie s brachyterapií a konkomitantní chemoterapií, obvykle týdenní cisplatinou. Brachyterapie je nutnou součástí kurativní radioterapie a její nahrazování zevní radioterapií, radioterapií s modulovanou intenzitou, či stereotaktickou radioterapií snižuje kurativní potenciál léčby více, než vynechání konkomitantní chemoterapie.(6) Celková doba léčby chemoradioterapií by neměla přesáhnout 8 týdnů, respektive 55 dní, neboť s každým dnem navíc ztrácíme přibližně 1% šance na dlouhodobou kontrolu onemocnění.(7)

Odborné společnosti jsou si vědomy faktu, že se naprostá většina případů karcinomu hrdla dělohy vyskytuje v regionech bez rozvinutého zdravotního zázemí. Proto jsou i léčebná doporučení společností jako je ASCO, ESGO, ABS, nebo NCCS stratifikována nejen podle stadia nemoci, ale také podle dostupných léčebných modalit v daném regionu a jeho HNP.

Chirurgická léčba je často jedinou dostupnou metodou léčby v chudých regionech, pokud se pacientky k jakékoli léčbě vůbec dostanou. V zemích s dobrou dostupností chemoterapie, ale nedostupností radioterapie, lze v případě lokálně pokročilých karcinomů hrdla dělohy zvažovat aplikaci neoadjuvantní chemoterapie před samotným chirurgickým výkonem. Tento přístup, při kterém se snažíme vyhnout ozařování, je často prováděný i v zemích s dostatečným zázemím kvalitní radioterapie, avšak jen u vybraných pacientek, kde není vhodné radioterapii provést, nebo kde se snažíme o zachování fertility, která není s aplikací radioterapie pánve slučitelná.

Zevní radioterapie kobaltovým ozařovačem s použitím konvenčních polí je považována za zcela adekvátní postup v zemích, kde není dostupná 3D-konformní radioterapie či radioterapie s modulovanou intenzitou záření lineárním urychlovačem. Hypofrakcionační režimy zevní radioterapie jsou akceptovatelné, pokud je nutné zachovat co největší průchodnost radioterapie pro ostatní pacienty v regionu bez dostatečné kapacity ozařovací techniky. Pokud to je alespoň trochu možné, měla by se zevní radioterapie pánve kombinovat s intrakavitární, případně intersticiální brachyterapií a tato by neměla být automaticky nahrazována dávkovým boostem zevní radioterapií. Při malých kapacitách brachyterapie v regionu lze volit aplikaci méně frakcí brachyterapie s vyšší dávkou na frakci, než je standardně doporučených 7 Gy. Pokud je to jen trochu možné, měla by být radioterapie i brachyterapie plánována pomocí trojrozměrných zobrazovacích metod.

2.6. Prognóza

Prognóza pacientek s karcinomem hrdla dělohy závisí zejména na pokročilosti onemocnění, celkovém stavu pacientky, ale také na dostupných metodách léčby. S dostupnou léčbou podle doporučených „state of the art“ standardů lze dosáhnout pánevní kontroly onemocnění ve třech letech od léčby až u 87-95% pacientek s časným karcinomem, případně 74-85% u pacientek s lokálně či regionálně pokročilým karcinomem.(8) Takových výsledků dosáhneme ale jedině při dobrém diagnostickém a léčebném technickém vybavení pracoviště, stejně jako s dostatečně zkušeným zdravotnickým personálem. Při absenci léčebných možností v rozvojových zemích se však prognóza pacientek rapidně zhoršuje, s lokální kontrolou nemoci v pánvi pod 50% napříč všemi stadii.(9)

3. Bohaté a chudé regiony světa

Dělením světa na regiony se zabývá geografická vědní disciplína s názvem „regionální geografie“. Ta si klade za úkol podávat výstižný a ucelený obraz pozorované oblasti po stránce přírodní i společenské. Navíc má v sobě slučovat výsledky fyzické i socioekonomické geografie, a kromě toho ještě vyjádřit podstatné rysy společenského vývoje a zvláštnosti obyvatelstva v jednotlivých regionech. Dělení světa na regiony (makroregiony, subregiony, oblasti, země, kraje, atd.) pak rozlišuje zásadní přírodní a společenské atributy jako kritéria pro vymezení, ohraničení a lokalizaci daných regionů. Regionální geografie lokalizuje na mapách jednotlivé světadíly, oceány a makroregiony světa podle zvolených kritérií, srovnává jejich postavení, porovnává a přiměřeně hodnotí polohu, rozlohu, přírodní, kulturní, společenské, politické a hospodářské poměry, zvláštnosti a podobnosti, potenciál a bariéry jednotlivých světadílů, oceánů, vybraných makroregionů světa či vybraných států. (10)

Obrázek 1: Mapa regionů světa podle United Nations Statistics Division (UNSD)

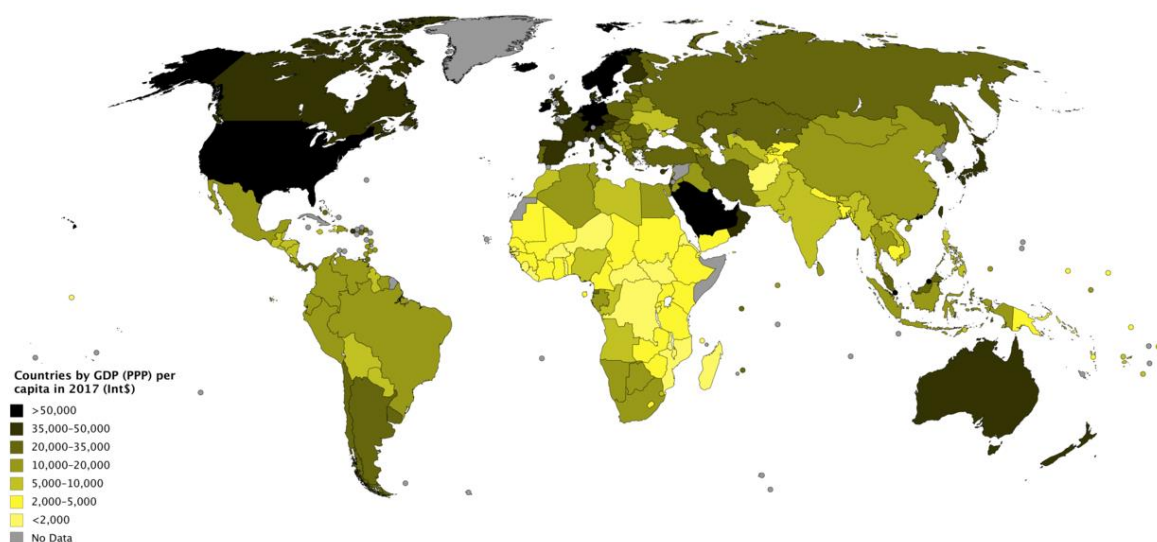


https://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_geoscheme

Je velice těžké najít ukazatel, který by přesně, spolehlivě a hlavně spravedlivě určil rozdíly mezi chudobou a bohatstvím jednotlivých regionů a jejich států. Dovolím si zde uvést výčet těch nejpoužívanějších, s krátkou definicí a diskuzí.

Hrubý domácí produkt (HDP) je celková peněžní hodnota statků a služeb vytvořená za dané období na určitém území. Tento ukazatel se běžně používá v makroekonomii pro určování výkonnosti ekonomiky jednotlivých států a to obvykle za časové období jednoho roku. V mezinárodních srovnáních se také používá pojem HDP na obyvatele (HDP na hlavu). HDP je klíčovým ukazatelem vývoje národního hospodářství a měří především výkonnost ekonomiky. Jde o ukazatel shrnující nově vytvořené hodnoty, který slouží k odhadu ekonomického rozvoje země. Produkt se udává v penězích za určité časové období. Na rozdíl od bohatství, které představuje stav, představuje HDP přírůstek bohatství. HDP nutně nevyjadřuje kvalitu života a bohatství občanů v daném státě. Stal se oblíbenou veličinou jak mezi ekonomy, tak mezi laickou veřejností, protože díky němu lze elegantně jediným číslem popsat a porovnávat stav jednotlivých ekonomik. (11)

Obrázek 2: Mapa světa podle HDP (anglicky GDP, Gross Domestic Product)



[https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:Countries_by_GDP_\(PPP\)_per_capita_in_2017.png](https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:Countries_by_GDP_(PPP)_per_capita_in_2017.png)

Hrubý národní produkt (HNP) je celková peněžní hodnota statků a služeb vytvořená za dané období občany daného státu (jak na území tohoto státu, tak v cizině). Ukazatel HNP je postaven na národním principu a používají jej zejména země, které mají mnoho zahraničních investic. (12)

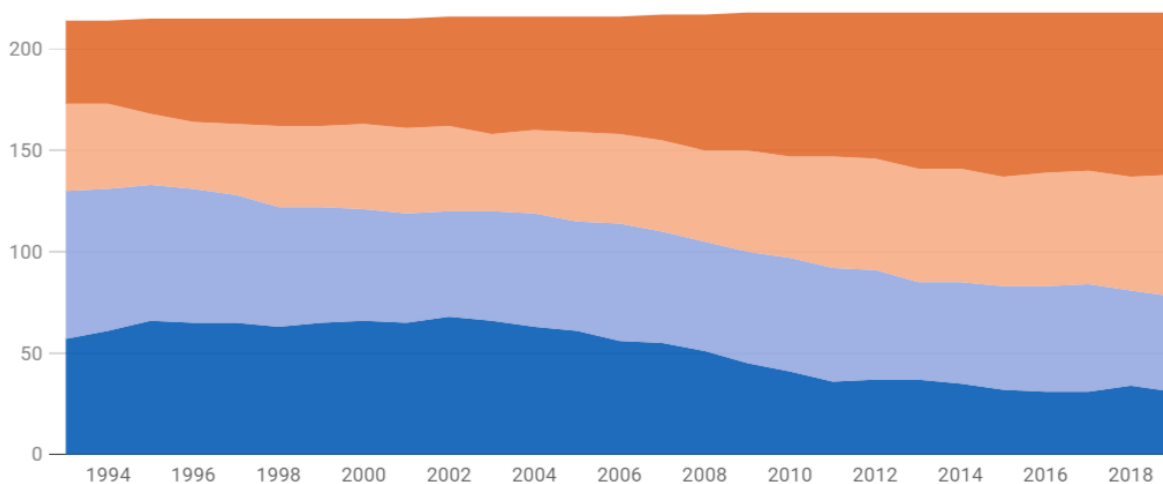
Index HNP bude pro celou moji následující práci stěžejní, protože právě podle něj bude srovnávána incidence karcinomu hrdla dělohy, úroveň dostupné zdravotní péče, dostupnost

radioterapie a celkové léčebné výsledky spojené s mortalitou. Proto bude i následné dělení zemí a regionů podle HNP klíčové pro celou práci.

Světová banka rozděluje jednotlivé státy světa podle hrubého národního produktu na hlavu do jedné z následujících čtyř ekonomických kategorií: 1) státy s vysokým HNP (více než 12376 USD na hlavu); 2) státy s vyšším středním HNP (3996-12375 USD na hlavu); 3) státy s nižším středním HNP (1026-3995 USD na hlavu); a 4) státy s nízkým HNP (méně než 1025 USD na hlavu).

Toto rozdělení světové banky je platné k roku 2019, ale každoročně jsou seznamy států a úrovně hodnocení aktualizovány podle aktuálních makroekonomických dat. Tak například v kategorii zemí s vysokým HNP je aktuálně 80 zemí světa, zatímco v 90. letech 20. století jich v této kategorii bylo pouze 50. Naopak počet zemí s nízkým HNP se za posledních 30 let výrazně zmenšil, z přibližně 65 v 90. letech na aktuálních 31 v roce 2019. Počet zemí se středním HNP je dlouhodobě stabilní, ale narůstá počet zemí s vyšším středním HNP na úkor počtu zemí s nižším středním HNP (obrázek č.3).

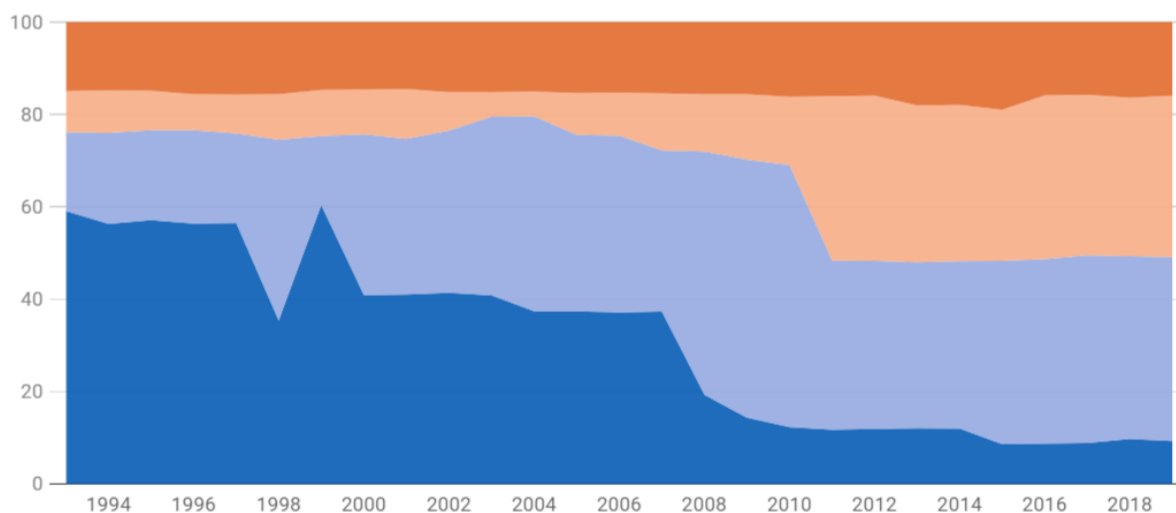
Obrázek 3: Vývoje počtu zemí dle HNP v čase. Oranžová = vysoký HNP; bledě oranžová = vyšší střední HNP; bledě modrá = nižší střední HNP; modrá = nízký HNP.



<https://datatopics.worldbank.org/>

K dnešnímu datu žije stále naprostá většina lidí (asi 75% světové populace) v zemích s nižším středním a vyšším středním HNP. Zatímco v 90. letech 20. století žilo 6 z 10 lidí světa v zemích s nízkým HNP, v roce 2019 to byl už jen 1 člověk z 10 (obrázek č.4).

Obrázek 4: Vývoje počtu obyvatelstva dle HNP v čase. Oranžová = vysoký HNP; bledě oranžová = vyšší střední HNP; bledě modrá = nižší střední HNP; modrá = nízký HNP.



<https://datatopics.worldbank.org/>

Ke skokovým posunům počtu lidí žijících v zemích s nízkým HNP do zemí s nižším středním HNP (v prvním desetiletí 21. století) a posléze ze zemí s nižším středním HNP do zemí s vyšším středním HNP (v druhém desetiletí 21. století) došlo vzhledem k bohatnutí velkých makroekonomik Číny a Indie, které se přesunuly za posledních 20 let z nízké kategorie do vyšší střední kategorie. Díky lidnatosti těchto zemí tak došlo i k dramatickému posunu v počtu lidí, žijících v takto kategorizovaných regionech.

Index lidského rozvoje (*Human development index*, **HDI**) je prostředek pro srovnání klíčových rozměrů lidského rozvoje, mezi které patří: dlouhý a zdravý život, přístup ke vzdělání a životní standard. Jedná se tedy o ukazatel životní úrovně. Pro výpočet HDI se používá vzorec, který k výpočtu využívá tyto rozměry: střední délku života, gramotnost dospělé populace, poměr hrubého zápisu do škol a hrubý domácí produkt v dolarech na hlavu. HDI je geometrický průměr z indexů, které vyjadřují každý z těchto rozměrů. Index udává číslo od 0 do 1, čímž se státy zařadí do jednoho ze čtyř stupňů rozvoje. Index lidského rozvoje částečně reflektuje také kvalitu zdravotní péče dané země či regionu, neboť vychází mimo jiné i z rozměru střední délky života a z míry kojenecké úmrtnosti.⁽¹³⁾ Nicméně pro účely srovnání bohatství zemí a regionů, a s tím spojenou vyspělostí zdravotnictví není index HDI lepší, než HNP.

Pro úplný přehled indexů, které se používají k mezinárodnímu srovnávání dosažené úrovně vyspělosti, uvádím ještě tzv. **Hrubé národní štěstí** (HNŠ). Jedná se o koncept, který se snaží vyjádřit míru kvality lidského života a rozvoje společnosti pomocí obecnějšího ukazatele, než jakým je ukazatel bohatství v podobě hrubého národního produktu. První zemí, která si dala hrubé národní štěstí za hlavní cíl před hrubý národní produkt, byl Bhútán. Vysoká úroveň HNŠ však neznamená automaticky dosažení národního bohatství, ani dobrou dostupnost a kvalitu zdravotní péče. V roce 2011 Valné shromáždění OSN schválilo nezávaznou rezoluci, ve které naléhalo na jednotlivé členské státy, aby začaly s měřením míry štěstí a kvality lidského života. Štěstí bylo označeno za „základní lidský cíl“. (14) Tento parametr se pro účely mé práce zcela nehodí, neboť nereflektuje skutečnou dostupnost zdravotní péče, ani neumožňuje srovnávat výsledky prevence a léčby karcinomu hrdla dělohy mezi regiony.

4. Incidence a mortalita karcinomu hrdla dělohy ve světě a v jednotlivých regionech

Podle statistik GLOBOCAN 2018 je karcinom hrdla dělohy celosvětově 4. nejčastější malignitou u žen co do absolutní incidence, kdy touto zákeřnou chorobou onemocní až 570 tisíc žen ročně. Stejně tak mu patří i 4. příčka v absolutní světové mortalitě, kdy ročně na karcinom hrdla dělohy zemře podle statistik z roku 2018 až 311 tisíc žen. (Tabulka 1,2)

Tabulka 1.: Odhadovaný absolutní počet nových případů a úmrtí u žen celosvětově v roce 2018 ve všech věkových kategoriích (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	2 088 849	626 679
Kolorektum	823 303	396 568
Plíce	725 352	576 060
Hrdlo dělohy	569 847	311 365
Štítná žláza	436 344	25 514
Tělo děložní	382 069	89 929
Žaludek	349 947	269 130
Vaječníky	295 414	184 799
Játra	244 506	233 256
Non-Hodgkinský lymfom	224 877	102 755

Tabulka 2: Odhadovaná věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 tisíc žen celosvětově v roce 2018 ve všech věkových kategoriích (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	46,3	13,0
Kolorektum	16,3	7,2
Plíce	14,6	11,2
Hrdlo dělohy	13,1	6,9
Štítná žláza	10,2	0,49

Tělo děložní	8,4	1,8
Žaludek	7,0	5,2
Vaječníky	6,6	3,9
Játra	4,9	4,6
Non-Hodgkinský lymfom	4,7	2,0

Nejčastějším nádorem u žen celosvětově zůstává karcinom prsu, což je onemocnění typicky žen vyššího a vysokého věku. Podobně karcinom tlustého střeva a karcinom plic, které jsou ve světě na 2. a 3. místě, jsou typicky spíše nemocemi vyšších věkových kategorií. Pokud se tak zaměříme pouze na ženy v produktivním věku (0 - 64 let), stane se karcinom hrdla dělohy celosvětově 2. nejčastější malignitou a 2. nejčastějším zabijákem žen, hned po karcinomu prsu (Tabulky 3, 4). Ročně tak na karcinom hrdla dělohy zemře celosvětově až 210 tisíc žen v produktivním věku.

Tabulka 3: Odhadovaný absolutní počet nových případů a úmrtí u žen celosvětově ve věku 0-64 let v roce 2018 (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	1 422 584	343 616
Kolorektum	454 980	209 263
Plíce	363 083	8 284
Hrdlo dělohy	319 461	113 266
Štítná žláza	269 353	186 275
Tělo děložní	233 905	34 479
Žaludek	198 262	99 250
Vaječníky	143 803	96 607
Játra	115 405	70 330
Non-Hodgkinský lymfom	113 993	39 930

Tabulka 4: Odhadovaná věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 tisíc žen celosvětově ve věku 0-64 let v roce 2018 (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
-------------------	-----------	-----------

Prs	36,4	8,8
Kolorektum	11,7	5,4
Plíce	9,4	0,22
Hrdlo dělohy	8,2	2,9
Štítná žláza	6,9	4,8
Tělo děložní	6,0	0,88
Žaludek	5,1	2,6
Vaječníky	3,7	2,5
Játra	3,3	2,0
Non-Hodgkinský lymfom	3,0	1,0

Na rozdíl od karcinomu prsu, který trápí převážně ženy ve vyspělém světě, je karcinom hrdla dělohy převážně záležitostí zemí rozvojových. Velice zajímavé je se podívat na statistiky tohoto onemocnění v závislosti na vyspělosti regionu, měřené pomocí hrubého národního produktu (HNP).

V zemích s vysokým indexem HNP se karcinom hrdla dělohy nevyskytuje ani v „top 10“ žebříčku absolutní incidence či mortality zhoubných onemocnění žen (tabulka 5) a patří mu až 11. místo jak v incidenci, tak v mortalitě. Po přepočtu na světový věkový standard (ASRW) na 100 tisíc žen mu však stále patří 7. místo v incidenci a v mortalitě dokonce místo šesté (Tabulka 6).

Tabulka 5: Odhadovaný absolutní počet nových případů a úmrtí u žen celosvětově ve všech věkových kategoriích v roce 2018 v zemích s vysokým HNP (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	912 469	205 616
Kolorektum	407 754	177 616
Plíce	339 293	240 670
Tělo dělohy	202 742	44 212
Štítná žláza	169 829	7 302
Pankreas	119 240	111 572
Žaludek	113 035	65 483

Kožní melanom	112 074	16 192
Non-Hodgkinský lymfom	110 210	40 615
Vaječníky	107 657	66 847
Hrdlo dělohy	92 705	37 400
Ledvina	87 062	29 243
Močový měchýř	74 271	25 679
Leukémie	74 212	44 436
Játra	60 666	56 631

Tabulka 6: Odhadovaná věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 tisíc žen celosvětově ve všech věkových kategoriích v roce 2018 v zemích s vysokým HNP (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	75,2	13,1
Kolorektum	25,0	8,9
Plíce	21,4	14,0
Štítná žláza	18,2	0,36
Tělo dělohy	15,7	2,6
Kožní melanom	9,6	1,0
Hrdlo dělohy	9,4	3,0
Vaječníky	8,6	4,3
Non-Hodgkinský lymfom	7,7	2,0
Žaludek	6,6	3,3

S klesajícím indexem HNP pak stoupá karcinom hrdla dělohy v žebříčku incidence a mortality rychle vzhůru. V zemích s vyšším středním HNP mu pak v absolutní incidenci i mortalitě patří již slušné 6. místo (tabulka 7). Po přepočtu na světový věkový standard a 100 tisíc žen dokonce místo páté. (Tabulka 8).

Tabulka 7: Odhadovaný absolutní počet nových případů a úmrtí u žen celosvětově ve všech věkových kategoriích v roce 2018 v zemích s vyšším středním HNP (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	666 731	184 014
Kolorektum	323 209	159 551
Plíce	315 285	270 612
Štítná žláza	214 130	9 741
Žaludek	171 438	154 206
Hrdlo dělohy	180 877	85 419
Játra	129 778	124 490
Tělo dělohy	128 197	26 925
Jícen	103 615	93 166
Vaječníky	95 259	55 461

Tabulka 8: Odhadovaná věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 tisíc žen celosvětově ve všech věkových kategoriích v roce 2018 v zemích s vyšším středním HNP (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	40,1	10,3
Kolorektum	17,8	8,3
Plíce	17,4	14,6
Štítná žláza	13,8	0,53
Hrdlo dělohy	11,1	4,9
Žaludek	10,1	8,3
Tělo dělohy	7,6	1,5
Játra	7,2	6,8
Vaječníky	5,8	3,2
Jícen	5,7	5,0

V zemích s nižším středním HNP se karcinom hrdla dělohy dostává skokem již na 2. místo v absolutní incidenci i mortalitě, hned za jinak dosud suverénním karcinomem prsu

(tabulka 9). Tato příčka mu patří i po přepočtu incidence a mortality podle věkového světového standardu na 100 tisíc žen. (Tabulka 10.)

Tabulka 9: Odhadovaný absolutní počet nových případů a úmrtí u žen celosvětově ve všech věkových kategoriích v roce 2018 v zemích s nižším středním HNP (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	402 800	183 827
Hrdlo dělohy	206 052	122 773
Vaječníky	77 626	50 732
Kolorektum	72 378	45 424
Plíce	64 415	58 818
Rty, dutina ústní	45 862	33 703
Štítná žláza	45 251	7 040
Žaludek	45 152	39 490
Tělo dělohy	42 464	14 522
Játra	41 671	40 132

Tabulka 10: Odhadovaná věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 tisíc žen celosvětově ve všech věkových kategoriích v roce 2018 v zemích s nižším středním HNP (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	30,7	14,3
Hrdlo dělohy	15,6	9,5
Vaječníky	5,9	4,0
Kolorektum	5,7	3,5
Plíce	5,1	4,7
Rty, dutina ústní	3,6	2,7
Žaludek	3,5	3,1
Štítná žláza	3,3	0,54
Tělo dělohy	3,3	1,2
Játra	3,3	3,2

Zajímavé je, že v zemích s nízkým HNP zůstává karcinom hrdla dělohy svou absolutní i věkově standardizovanou relativní incidencí stále na 2. místě, velice těsně za karcinomem prsu. Zatímco v mortalitě se již dostává na poměrně suverénní 1. místo právě před karcinom mléčné žlázy (Tabulka 11, 12).

Tabulka 11: Odhadovaný absolutní počet nových případů a úmrtí u žen celosvětově ve všech věkových kategoriích v roce 2018 v zemích s nízkým HNP (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	105 620	52 846
Hrdlo dělohy	89 937	65 614
Kolorektum	19 556	13 798
Vaječníky	14 744	11 664
Non-Hodgkinský lymfom	12 380	7 895
Játra	12 309	11 920
Žaludek	10 231	9 880
Leukémie	9 771	8 669
Jícen	9 227	8 960
Kaposiho sarkom	9 070	4 983

Tabulka 12: Odhadovaná věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 tisíc žen celosvětově ve všech věkových kategoriích v roce 2018 v zemích s nízkým HNP (Globocan 2018).

Nádorová lokalita	Incidence	Mortalita
Prs	32,8	17,1
Hrdlo dělohy	29,8	23,0
Kolorektum	7,0	5,1
Vaječníky	4,6	4,8
Játra	4,3	4,2
Žaludek	3,7	3,7
Jícen	3,4	3,4
Non-Hodgkinský lymfom	3,4	2,4

Tělo dělohy	3,1	1,6
Leukémie	2,7	2,5

Tomuto zjištění se pak nabízí dvě možná vysvětlení. Zaprvé, že karcinom hrdla dělohy je v zemích s nízkou životní úrovní diagnostikován ve více pokročilých (tj. nevléčitelných stádiích), než je tomu u karcinomu prsu. Druhým vysvětlením by bylo, že se pacientkám s karcinomem hrdla dělohy nedostává v zemích s nízkým indexem HNP srovnatelně kvalitní léčby, jako pacientkám s karcinomem prsu. Skutečné vysvětlení pak bude pravděpodobně výsledkem kombinace obou uvedených faktorů.

V roce 2018 bylo dle statistik GLOBOCAN ve světě diagnostikováno celkem 18 078 957 zhoubných nádorových onemocnění. Z toho bylo karcinomů hrdla dělohy 569 847, což činí 3,15 % všech nádorů u obou pohlaví dohromady. Ve stejném roce došlo dle stejných statistik ve světě k 9 555 027 úmrtím na nádorové onemocnění. Případů karcinomu hrdla dělohy z toho činilo 311 365, což je prakticky shodných 3,26 %. Dalo by se tak říct, že procentuální poměr incidence a mortality tohoto onemocnění k celosvětové incidenci a mortalitě je 1:1, přesně pak 1:1,034. Následující tabulka ukazuje, jak se tento poměr liší v závislosti na HNP.

Tabulka 13: Podíly absolutní incidence a absolutní mortality na karcinom hrdla dělohy (C53) oproti všem malignitám celosvětově v roce 2018 a poměr těchto podílů dle hrubého národního produktu (HNP).

HNP	Případů celkem	Případů C53	Podíl C53	Úmrtí celkem	Úmrtí na C53	Podíl C53	Poměr podílů
Nízký	556 539	89 937	16,16 %	395 575	65 614	16,59 %	1 : 1,026
Nižší střední	3 046 556	206 052	6,76 %	2 001 309	122 773	6,13 %	1 : 0,907
Vyšší střední	7 072 745	180 877	2,56 %	2 821 088	85 417	3,03 %	1 : 1,184
Vysoký	7 403 117	82 705	1,12 %	4 337 055	37 400	0,86 %	1 : 0,772
Celkem svět	18 078 957	569 847	3,15 %	9 555 027	311 365	3,26%	1 : 1,034

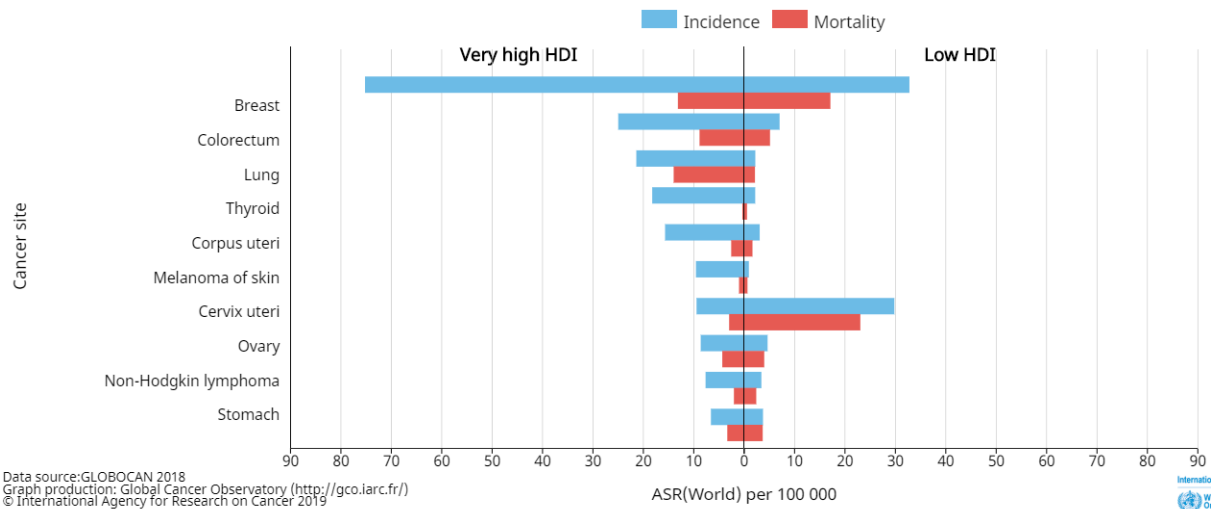
Z tabulky je tedy zřejmé, že země s vysokým HNP mají nižší relativní mortalitu na karcinom hrdla dělohy, než země s nízkým a středním HNP. Tento rozdíl však nenabývá statistické významnosti (chi-kvadrát $p = 0,15$, Mann-Whitney $p = 0,44$). Avšak ani z těchto dat nelze spolehlivě rozlišit, zda je rozdíl způsoben lepším zachytem karcinomů v časnějším

stádiích, či lepší terapií napříč stádii. Jelikož však země s vysokým HNP disponují moderní a účinnou „up-to-date“ léčbou prakticky všech zhoubných onemocnění, bude nižší relativní mortalita na karcinom hrdla dělohy nejspíše způsobena fungujícím screeningem a záchytem nemoci v časnějších a tedy i léčitelnějších stádiích.

Alarmujícím ukazatelem rozdílů v preventivně léčebných výsledcích u karcinomu hrdla dělohy v závislosti na HNP je však poměr mezi počtem nově diagnostikovaných případů a počtem úmrtí na tuto malignitu za rok. V zemích s vysokým HNP bylo v roce 2018 zjištěno 82 705 karcinomů hrdla dělohy a 37 400 žen na tuto malignitu ve stejném roce zemřelo, což je 45,2% podílu mortality a incidence. V zemích s vyšším středním HNP zemřelo ve stejném roce 85 417 žen s touto nemocí, zatímco 180 877 případů bylo nově zjištěno, což činí podíl 47,2%. V zemích s nižším středním HNP činil stejný poměr již 59,6% (206 052 zjištěných případů a 122 773 úmrtí) a v zemích s nízkým HNP dokonce závratných 73,0%, kdy připadlo na 89 937 nových případů až 65 614 úmrtí za rok. Tato lineární závislost smrtnosti karcinomu hrdla dělohy na HNP poměrně jasně poukazuje na absenci léčebných modalit a narůstající počet neadekvátně léčených pacientek v závislosti na bohatství, i v regionech bez fungujícího screeningu a prevence.

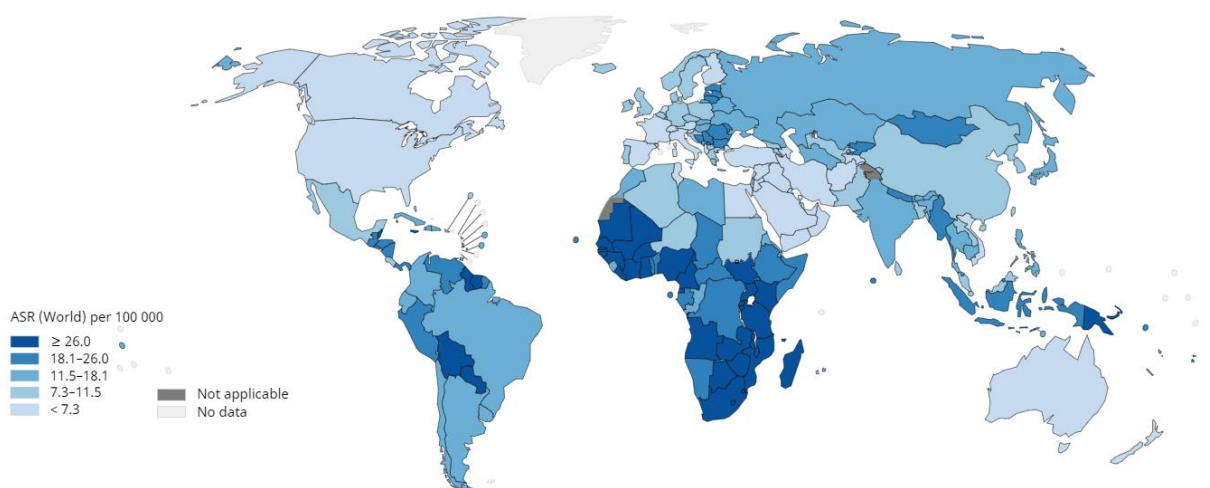
Ještě názorněji výjimečnost karcinomu hrdla dělohy v závislosti na indexu HNP znázorňuje graf. č.1., který přímo srovnává věkově standardizovanou incidenci a mortalitu nejčastějších malignit mezi regiony s vysokým a nízkým HNP. Karcinom hrdla dělohy se zde očividně vymyká jinak korelujícím trendům incidence a mortality ostatních nejčastějších malignit v daných regionech, a není jiné diagnózy, která by byla na nízkém indexu HNP tolik závislá.

Graf 1: Věkově standardizovaná incidence a mortalita nejčastějších malignit na 100 tisíc žen všech věkových kategorií v roce 2018 – srovnání mezi regiony s vysokým a nízkým HNP (Globocan 2018).

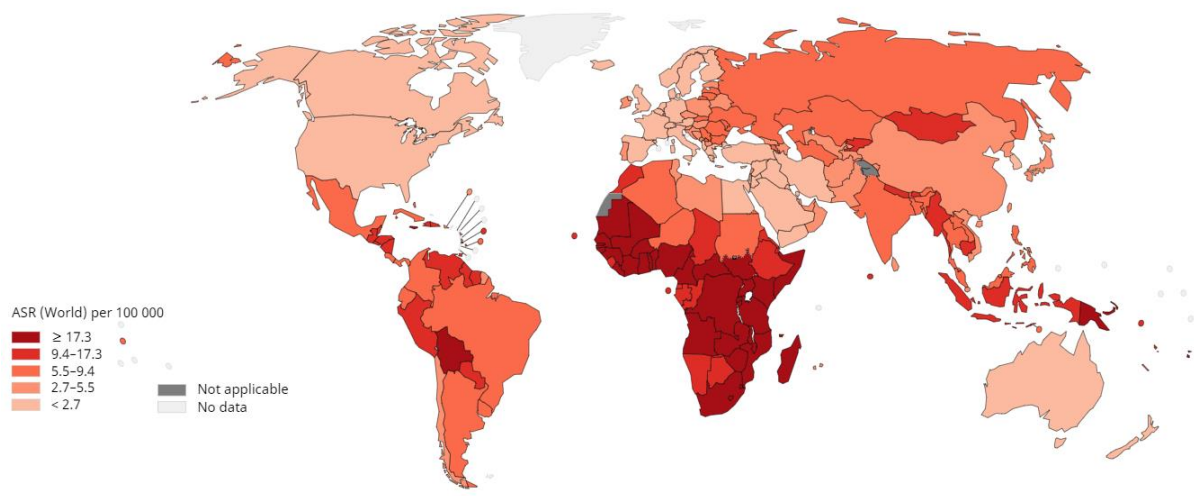


Samotný index HNP je ale geograficky těžce lokalizovatelný, proto se podíváme na incidenci a mortalitu karcinomu hrdla dělohy podle celosvětové mapy a jednotlivých makroregionů. Obrázek č.5 znázorňuje věkově standardizovanou incidenci karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen ve světě, obrázek č.6 pak odpovídající mortalitu.

Obrázek 5: Mapa světa dle věkově standardizované incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen všech věkových kategorií v roce 2018 (Globocan 2018).

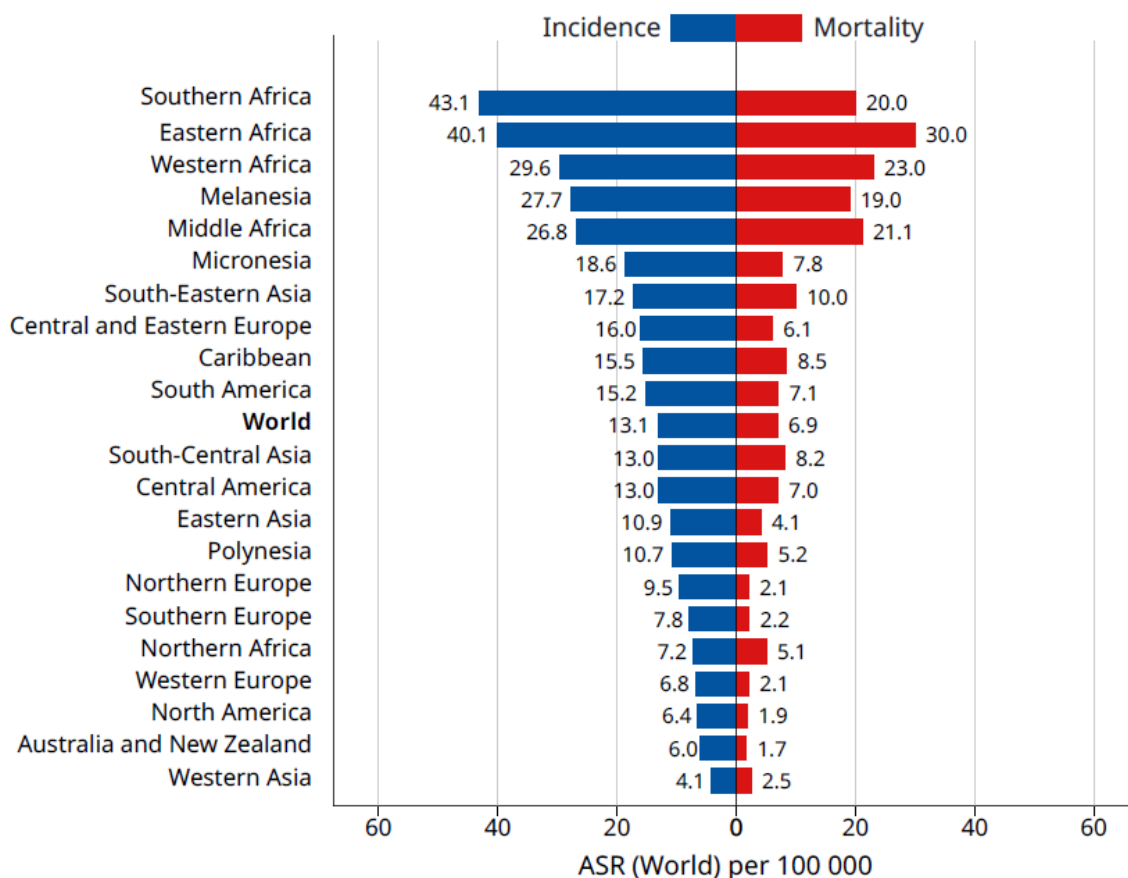


Obrázek 6: Mapa světa dle věkově standardizované mortality karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen všech věkových kategorií v roce 2018 (Globocan 2018).



Nejvyšších frekvencí v incidenci i mortalitě karcinomu hrdla dělohy dosahují regiony jižní, východní, střední a západní Afriky, regiony Mikronésie a Melanésie a dále jihovýchodní Asie, východní Evropy a tropické jižní Ameriky a Karibiku. (graf č.2)

Graf 2: Věkově standardizovaná incidence a mortalita karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen všech věkových kategorií v roce 2018 sestupně podle světových regionů (Globocan 2018).

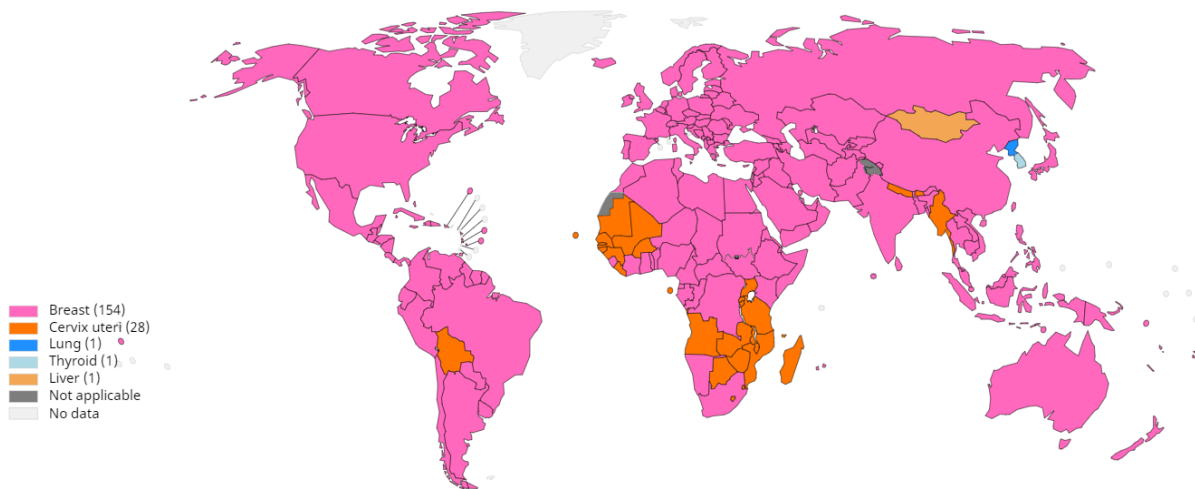


Regiony jižní a východní Asie, Střední Ameriky a Polynésie sice mají relativní incidenci a mortalitu nižší, než je celosvětový průměr, avšak ve srovnání s bohatými regiony světa, jako je severní a západní Evropa, Severní Amerika a Austrálie, jsou tato čísla stále vysoká.

Velice zajímavými regiony stran incidence karcinomu hrdla dělohy je severní Afrika a především pak Blízký Východ, které svou nízkou incidencí hravě konkurují nejbohatším regionům světa, navzdory méně vyspělému zdravotnictví. Hlavním důvodem je životní styl a odlišné vnímání sexuality muslimských národů, kdy kulturní zvyklosti nedovolují ženám více než jednoho sexuálního partnera. Muži v těchto regionech sice mohou mít vícero žen a sexuálních partnerek, tyto však obvykle neměly před sňatkem ani po něm pohlavní styk s jiným mužem. Tato kulturou vyžádaná absence sexuální promiskuity zajišťuje muslimským zemím jakýsi program primární prevence, aniž by muselo zdravotnictví organizovat primární prevenci vakcinací, případně sekundární prevenci screeningem. Na druhou stranu pokud žena v daném regionu navzdory všemu karcinomem hrdla dělohy onemocní, její prognóza bude mnohem horší, než kdyby onemocněla v zemi s neomezenými léčebnými možnostmi. Právě díky tomu zůstává relativní poměr mezi mortalitou a incidencí v severní Africe a na Blízkém Východě nesrovnatelně vyšší, než je tomu v západní Evropě a Severní Americe. I z těchto dat je patrné, že dostupnost léčebných metod může značně ovlivnit mortalitu na karcinom hrdla dělohy v daném regionu.

Pro úplné dokreslení situace zde ještě prezentuji obrázek č.7, který znázorňuje mapu světa a vybarvuje jednotlivé státy naší planety podle nejčastější malignity, kterou ženy v dané zemi onemocní. Z obrázku je tak jasně patrné, že si mapu světa rozdělily prakticky jen 2 malignity. Suverénním globálním lídrem je karcinom prsu, který je nejčastější ženskou malignitou hned ve 154 zemích světa. Ten je následován právě karcinomem hrdla dělohy, který nad karcinomem prsu pomyslně vyhrál ve 28 zemích. Ostatní diagnózy vítězí sporadicky, bez jasného trendu, který je jinak patrný u karcinomu prsu a cervixu.

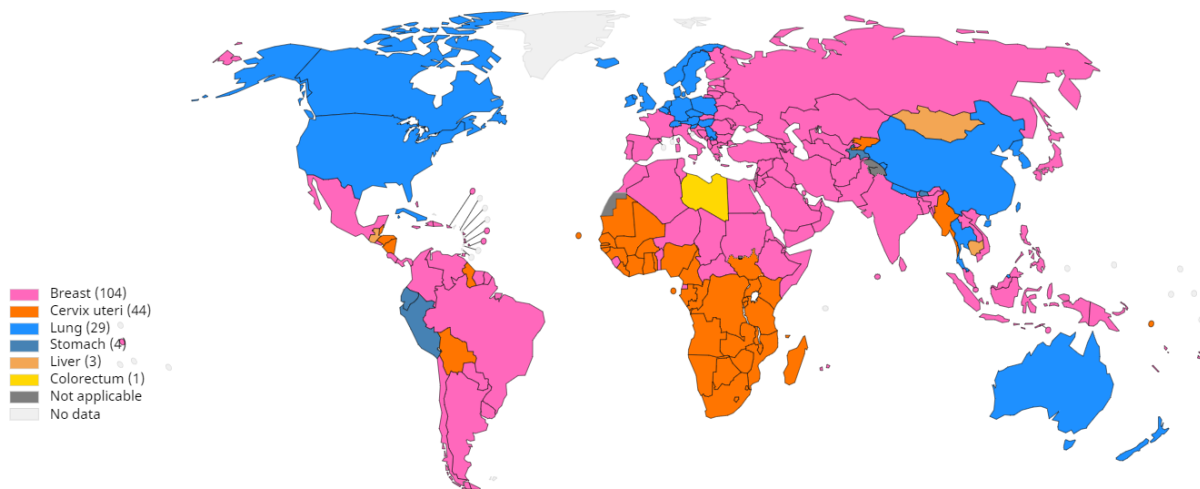
Obrázek 7: Mapa světa podle nejčastější zjištěné malignity u žen všech věkových kategorií v dané zemi v roce 2018 (Globocan 2018).



Karcinom hrdla dělohy je tak nejčastěji diagnostikovanou malignitou žen konkrétně v těchto regionech a 28 zemích: 1) západní Afrika: Mali, Mauretánie, Burkina Faso, Guinea, Guinea-Bissau, Senegal, Gambie, Kapverdy, Svatý Tomáš; 2) střední a východní Afrika: Uganda, Rwanda, Burundi, Tanzanie, Mosambik, Malawi, Zambie, Angola, Botswana, Zimbabwe, Madagaskar, Lesotho, Mauricius, Réunion, Komory; 3) jihovýchodní Asie: Bhútán, Nepál, Myanmar; 4) Jižní Amerika: Bolívie.

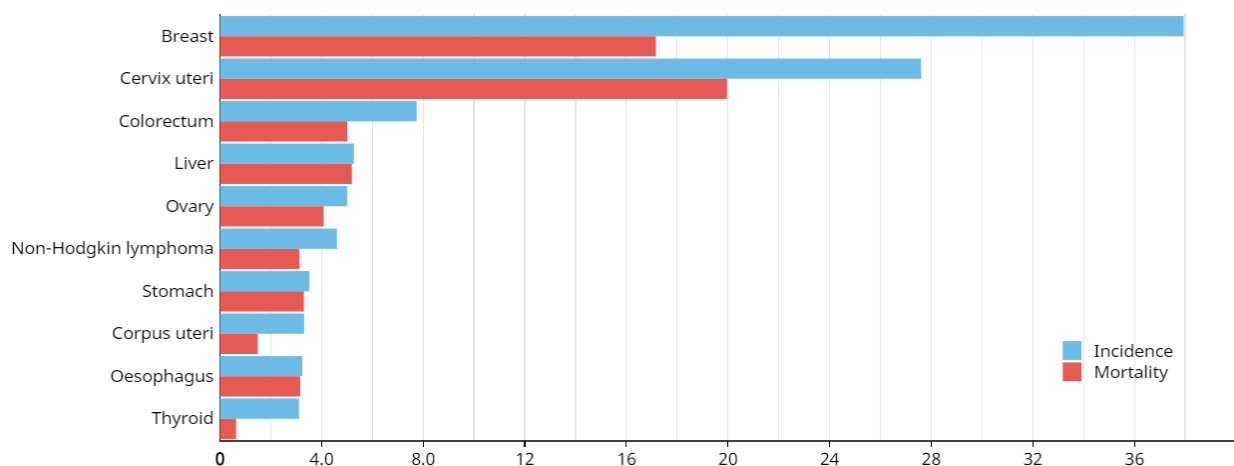
Ještě větší kus světa si karcinom hrdla dělohy nárokuje, podíváme-li se na mapu zemí podle nejčastější mortality na zhoubné onemocnění žen v daném státě (obrázek 8). Značnou část planety si pro sebe na úkor karcinomu prsu usurpuje v mortalitě karcinom plic, který vytlačuje karcinom prsu zejména ve vyspělých částech zeměkoule. Karcinom hrdla dělohy však zůstává nejčastější příčinou úmrtí žen na malignitu hned ve 44 zemích světa, kdy poráží karcinom prsu zejména v zemích s nízkým HNP a nízkou životní úrovní. Konkrétně se jedná o západní a subsaharskou Afriku, jihovýchodní Asii a Střední a Jižní Ameriku.

Obrázek 8: Mapa světa podle nejčastější příčiny úmrtí na malignitu u žen všech věkových kategorií v dané zemi v roce 2018 (Globocan 2018).



Afrika je tak jediný kontinent, na kterém je karcinom hrdla dělohy nejčastější příčinou úmrtí žen na malignitu vůbec (Graf č.3). Jen pro srovnání jednotlivých kontinentů: v Evropě, Asii, Oceánii a Jižní a Střední Americe vévodí této statistice karcinom prsu, v Severní Americe a Austrálii potom karcinom plic.

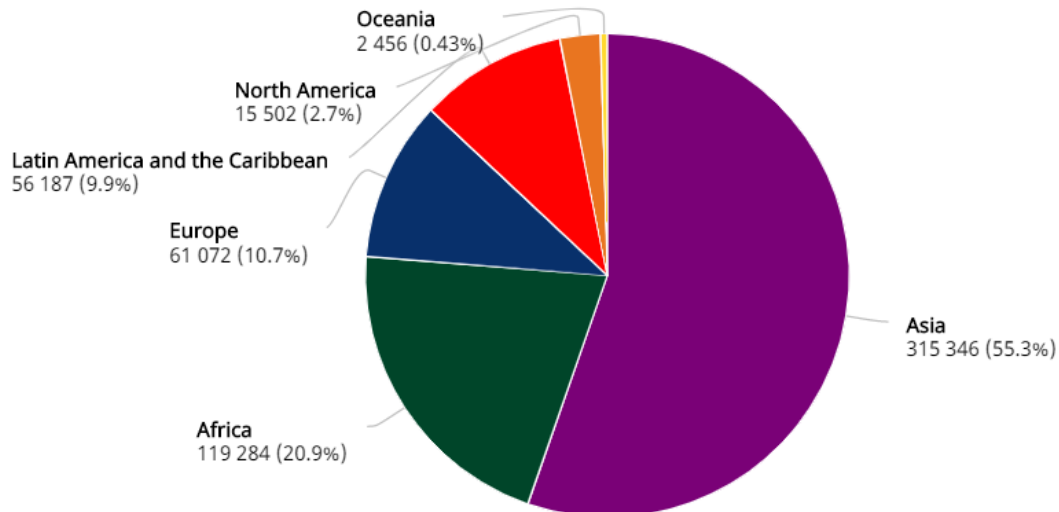
Graf 3: Věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 žen všech věkových kategorií za rok 2018 v Africe (Globocan 2018).



Z výše uvedených statistik by se mohlo zdát, že karcinom hrdla dělohy je vlastně problémem jen jednoho kontinentu, a to Afriky. Tyto relativní statistiky jsou ale matoucí. Mnohem větším problémem je tato malignita pro Asii, kde žije mnohem více lidí a kde se ročně diagnostikuje až 55% z celosvětového podílu tohoto onemocnění, což je 2,6x více než v celé

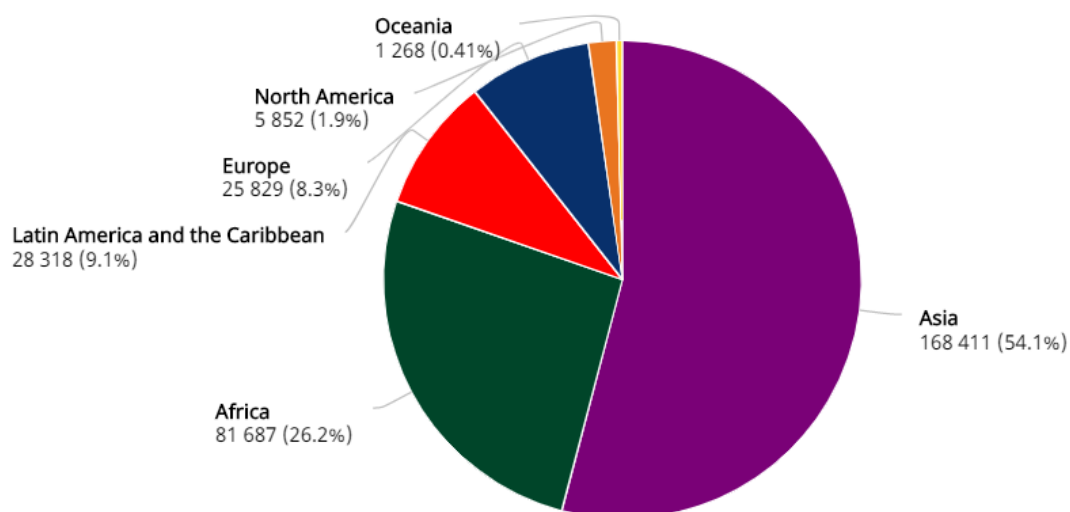
Africe. (Graf č.4). Afrika je až na 2. místě a to nikoliv před latinskou Amerikou, ale před Evropou. Naopak podíl incidence tohoto onemocnění představovaný Severní Amerikou, je jen neuvěřitelných 2,7%.

Graf 4: Počet nově zjištěných případů karcinomu hrdla dělohy ve všech věkových kategoriích za rok 2018 (celkem 569 847 případů celosvětově) napříč kontinenty (Globocan 2018).



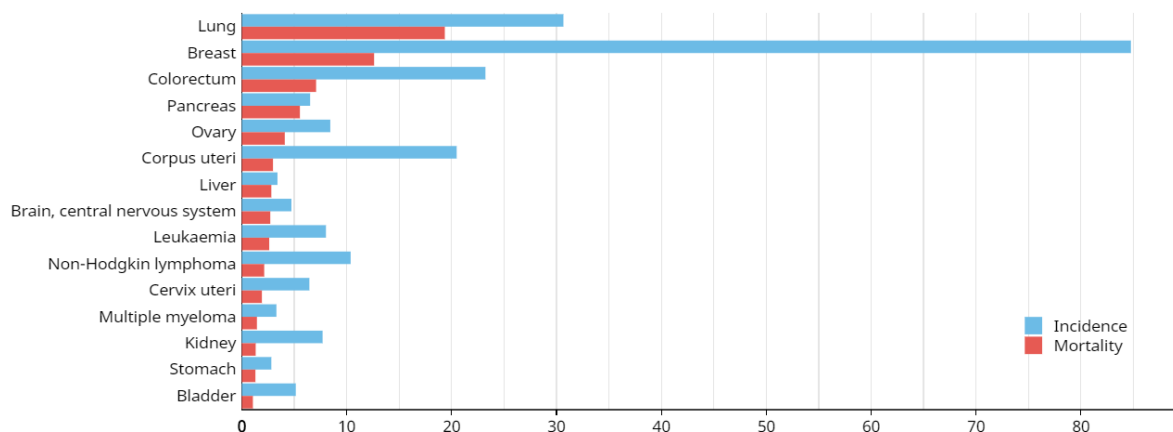
Ještě zajímavější je podíl jednotlivých kontinentů na celosvětové mortalitě na karcinom hrdla dělohy (Graf č.5). Vedoucí pozici si zde zcela suverénně uchovává i nadále Asie, zatímco Afrika posiluje a to na úkor ostatních a vyspělejších regionů. Evropa se dostává až na 4. místo za latinskou Ameriku a Severní Amerika oslabuje na pouhých 1,9% z celosvětových případů úmrtí na karcinom hrdla dělohy.

Graf 5: Počet úmrtí na karcinom hrdla dělohy ve všech věkových kategoriích za rok 2018 (celkem 311 365 případů celosvětově) napříč kontinenty (Globocan 2018).



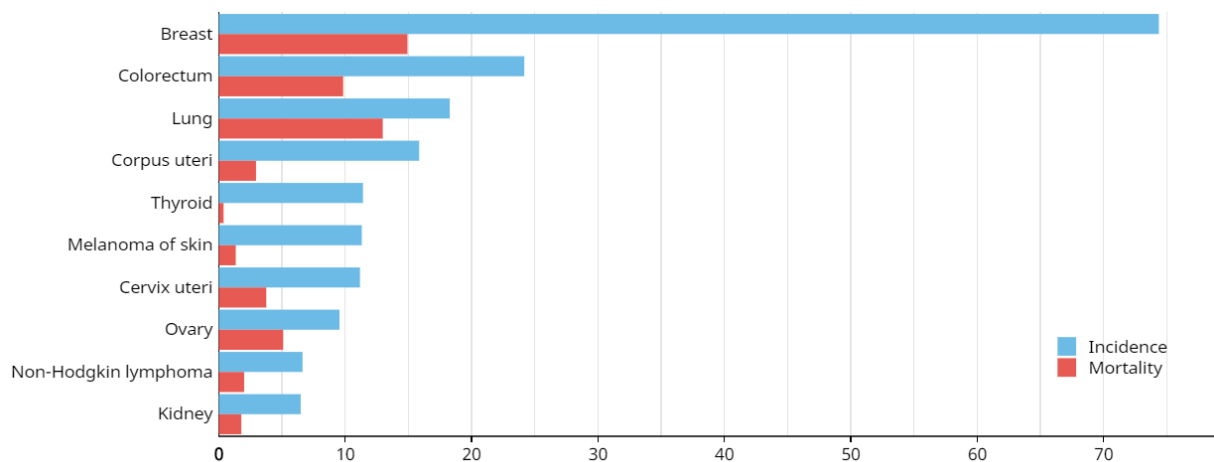
Tyto statistiky jasně dokazují, že dostupnost moderních preventivních, diagnostických a léčebných postupů, kterými dominují vyspělé země s vyspělým zdravotnictvím, dokáže snížit jak incidenci, tak mortalitu, na toto celosvětově velice rozšířené onemocnění. Ve Spojených Státech Amerických a v Kanadě se podařilo incidenci a mortalitu zhoubného karcinomu hrdla dělohy díky preventivním, screeningovým a léčebným programům snížit na minimum a karcinom hrdla dělohy se v Severní Americe stal u žen bez nadsázky téměř raritním onemocněním, s menší věkově standardizovanou incidencí na 100 tisíc žen, než má karcinom jater, nádory CNS, leukémie, či non-Hodgkinský lymfom.

Graf 6: Věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 tisíc žen všech věkových kategorií za rok 2018 v Severní Americe (Globocan 2018).



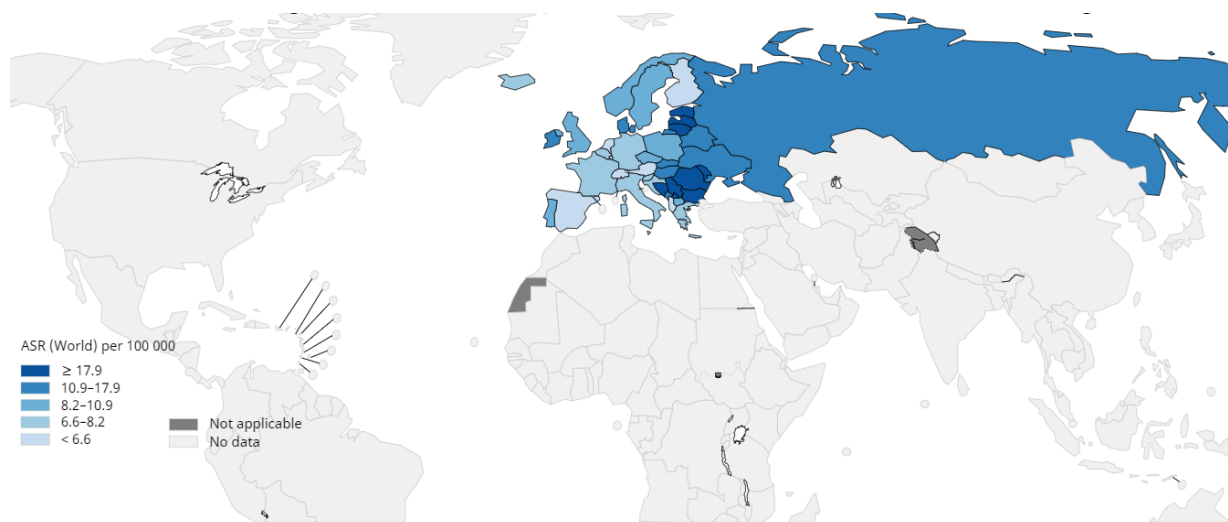
Co se týká Evropy, je situace značně složitější. Karcinom hrdla dělohy je zde incidencí na 7. místě a mortalitou na 5. místě (Graf. č. 7).

Graf 7: Věkově standardizovaná incidence a mortalita na 100 tisíc žen všech věkových kategorií za rok 2018 v Evropě (Globocan 2018).

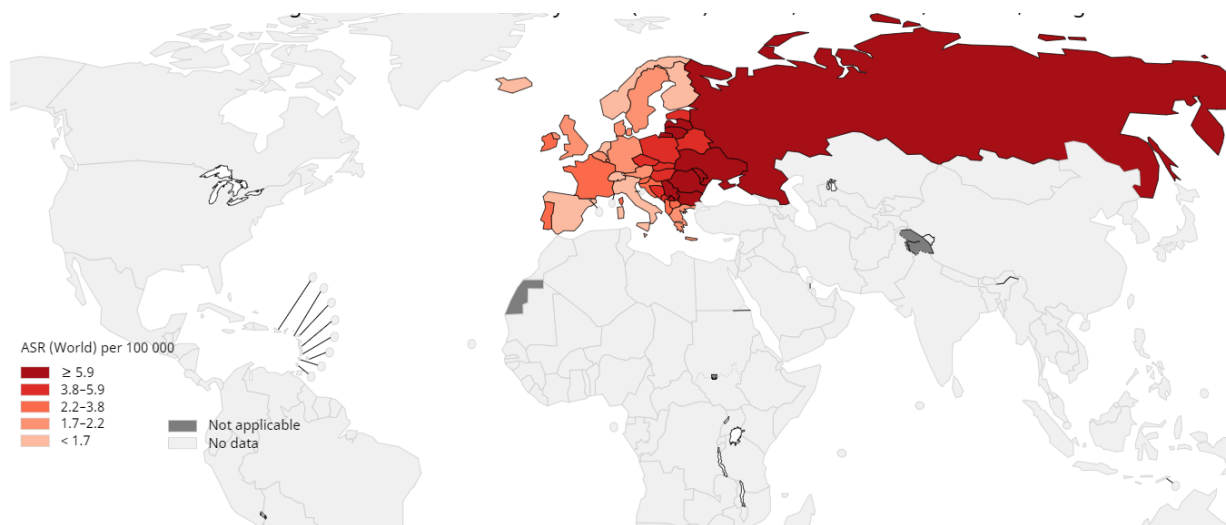


Jsou zde však jasně patrné rozdíly v jednotlivých regionech Evropy podle příjmů a dosažené úrovně rozvoje (obrázky č 9. a 10.). Nejvyšší incidenci a mortalitu na karcinom hrdla dělohy hlásí země jihovýchodní Evropy a pobaltské republiky (Tabulka č.14), nejnižší naopak země západní a jižní Evropy (Tabulka č.15).

Obrázek 9: Věkově standardizovaná incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen všech věkových kategorií v roce 2018 v Evropě a severní Asii (Globocan 2018).



Obrázek 10: Věkově standardizovaná mortalita na karcinom hrdla dělohy na 100 tisíc žen všech věkových kategorií v roce 2018 v Evropě a severní Asii (Globocan 2018).



Tabulka 14: Evropské země s nevyšší incidencí zhoubného karcinomu hrdla dělohy v roce 2018 (přepočítané na světový věkový standard na 100 tisíc žen).

Pořadí	Země	Incidence	Mortalita
1.	Lotyšsko	25.0	6.5
2.	Bosna a Hercegovina	23.9	4.7
3.	Estonsko	22.5	4.3
4.	Moldavsko	21.4	7.9
5.	Srbsko	20.3	7.0
6.	Bulharsko	20.3	7.4
7.	Rumunsko	19.5	8.9
8.	Litva	18.9	7.2
9.	Maďarsko	17.2	5.1
10.	Rusko	17.0	6.2
19.	Česká republika	9.9	4.0

Tabulka 15: Evropské země s nejnižší incidencí zhoubného karcinomu hrdla dělohy v roce 2018 (přepočítané na světový věkový standard na 100 tisíc žen).

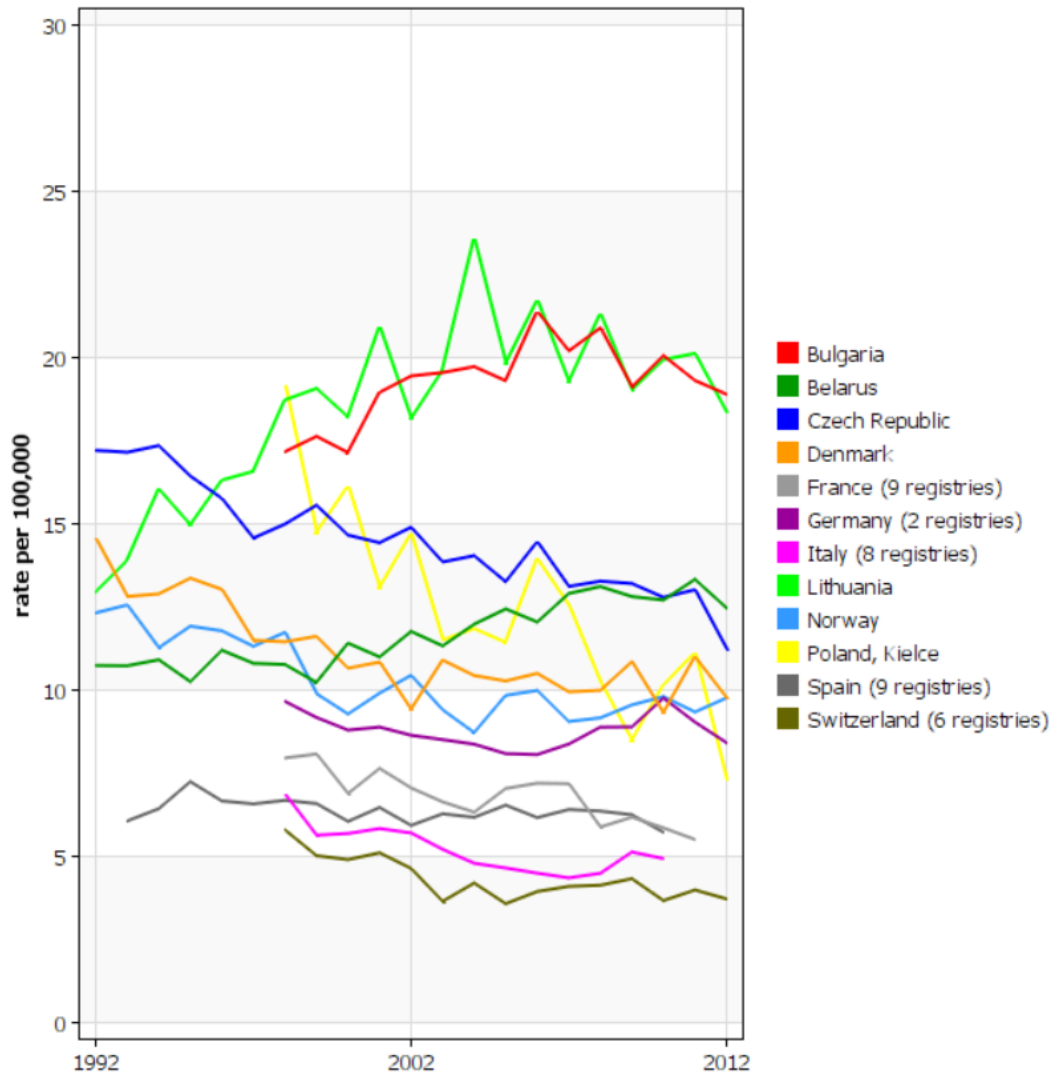
Pořadí	Země	Incidence	Mortalita
1.	Malta	3.5	1.4

2.	Švýcarsko	3.8	1.1
3.	Finsko	4.7	0.9
4.	Španělsko	5.2	1.7
5.	Rakousko	5.5	1.7
6.	Lucembursko	5.6	2.0
7.	Holandsku	5.7	1.4
8.	Albánie	6.5	2.3
9.	Francie	6.7	2.3
10.	Itálie	7.1	1.5
20.	Česká republika	9.9	4.0

Zajímavým zjištěním je, že věkově standardizovanou incidencí na 100 tisíc žen se jednotlivé regiony Evropy poměrně podstatně liší. Ve standardizované mortalitě jsou tyto rozdíly do jisté míry menší a ne vždy plně korelující s incidencí. Ve srovnání evropských regionů je tedy patrné, že systematické preventivní a screeningové metody dovedou velmi efektivně snížit incidenci invazivního onemocnění děložního hrdla. Současně lze ale odvodit, že kvalitní léčebná péče dokáže značně minimalizovat rozdíly v mortalitě na toto onemocnění, téměř nezávisle na značných rozdílech v jeho incidenci.

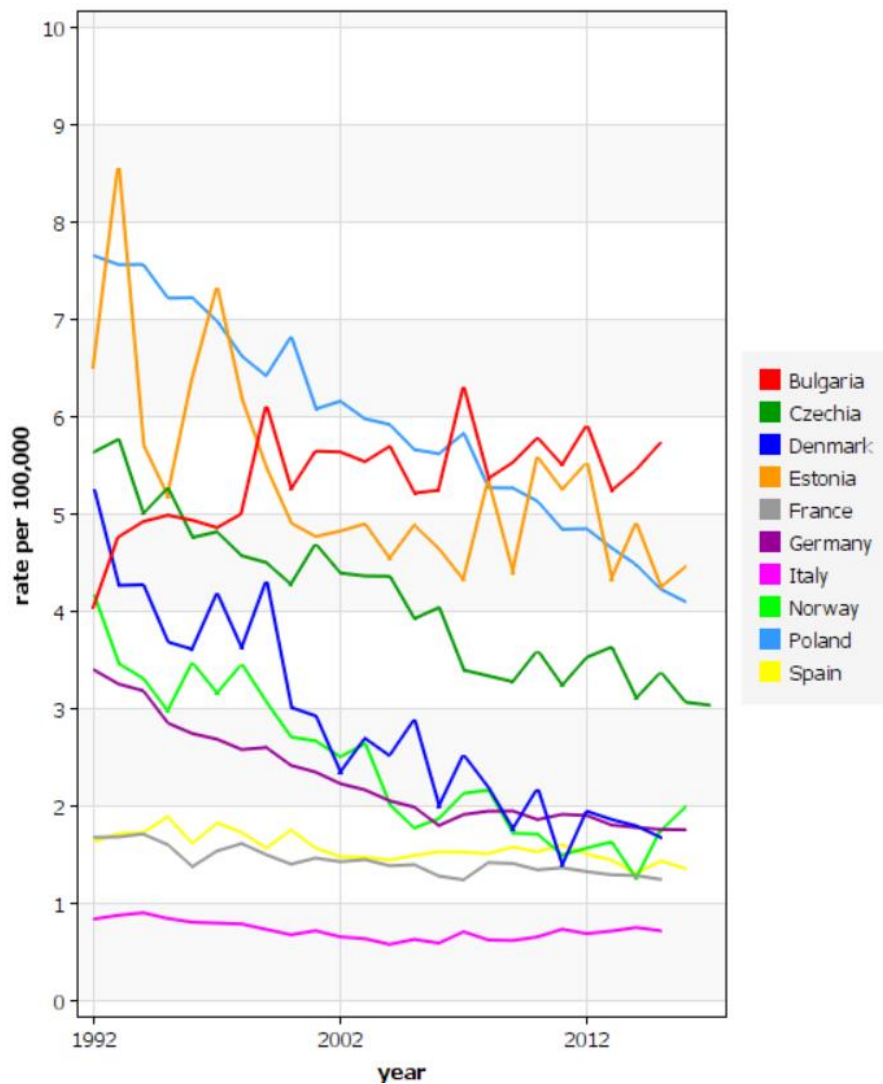
Za posledních 10 let prakticky všechny regiony Evropy vykazují shodně pokles relativní incidence karcinomu hrdla dělohy (graf č. 8). Rychlost poklesu incidence se v jednotlivých zemích příliš neliší, což odpovídá postupnému zlepšování preventivních a screeningových programů s rostoucí úrovní zdravotnictví a vyspělostí jednotlivých regionů. Ve vyspělých zemích je incidence karcinomu hrdla dělohy dlouholetým screeningem stlačena na úplné minimum a další pokles incidence je již pomalý. V zemích méně vyspělých je větší prostor pro uplatnění screeningových programů a pro strmější pokles v trendu incidence v čase. V zemích Evropy bez zavedených preventivních programů může incidence napříč let stagnovat až na pětinasobných hodnotách oproti zemím vyspělým.

Graf 8: Vývoj věkově standardizované incidence karcinomu hrdla dělohy všech věkových kategorií v čase ve vybraných evropských zemích (Globocan 2018).



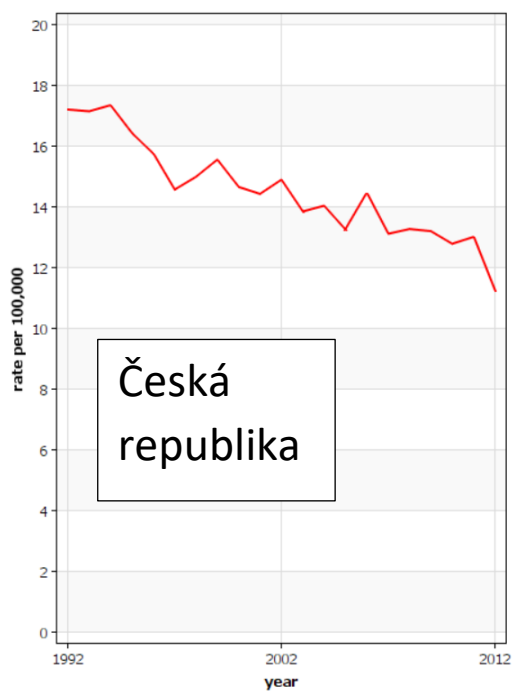
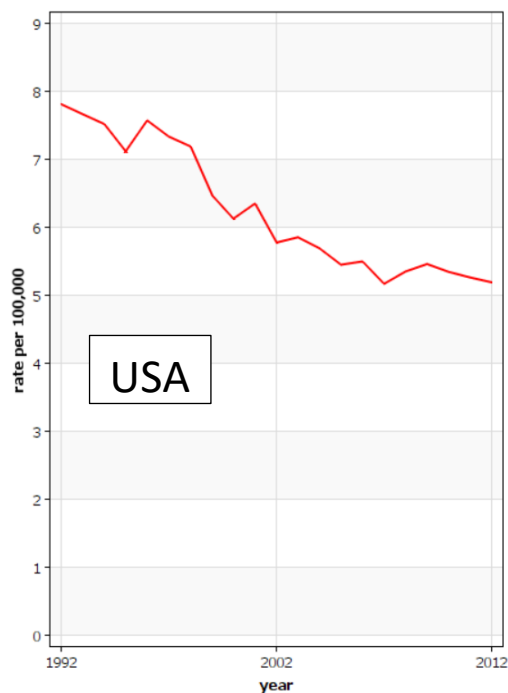
Ještě více jsou tyto rozdíly patrné v křivkách mortality, kde vyspělé země západní a severní Evropy již dosáhly velmi nízké mortality, která se pohybuje do 2-3 případů úmrtí na 100 tisíc obyvatel za rok (graf č.9). Tyto hodnoty již nemají další dlouhodobou tendenci k poklesu a představují zřejmě nutné „minimum“, které již nelze dalším screeningem či léčbou významně pozitivně ovlivnit. Ostatní země Evropy k těmto hodnotám větší či menší rychlostí směřují, a to nejen díky preventivním programům, ale i díky čím dál dostupnější a účinnější léčbě.

Graf 9: Vývoj věkově standardizované mortality na karcinom hrdla dělohy všech věkových kategorií v čase ve vybraných evropských zemích (Globocan 2018).



Česká republika není v trendech incidence či mortality v Evropě, ani v ostatním vyspělém světě, ničím výjimečným. Rychlost poklesu incidence v posledních 25 letech je srovnatelná s rychlostí poklesu incidence ve Spojených státech amerických. Ve srovnání s USA však máme stále více než dvakrát vyšší věkově standardizovanou incidenci (graf č.10 a 11).

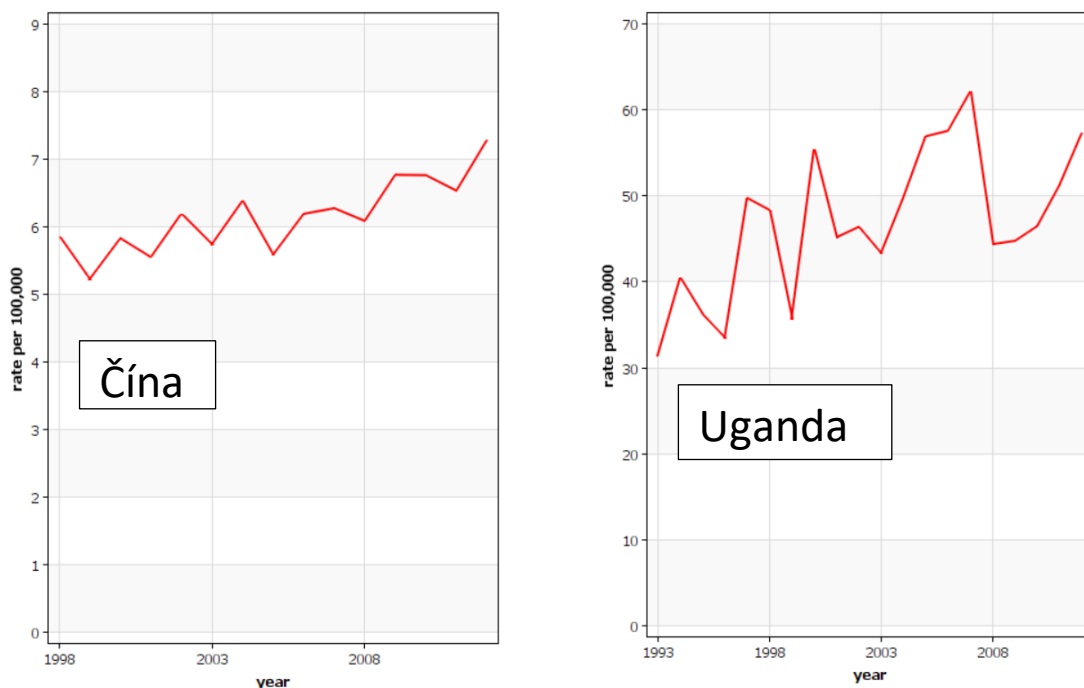
Grafy 10 a 11: Vývoj věkově standardizované incidence karcinomu hrdla dělohy všech věkových kategorií v čase – srovnání mezi USA a Českou republikou (Globocan 2018).



Stále však existují země a regiony, ve kterých, navzdory rozvoji poznatků a možnostem medicíny, dochází k setrvalému vzestupu incidence tohoto vysoce preventabilního onemocnění. Důvodem samozřejmě může být čím dál lepší diagnostika a vykazování tohoto onemocnění v nádorových registrech, což může do jisté míry značit pozvolné zlepšování kvality zdravotní péče, která bude v čase následována efektivním screeningem a léčbou. Příkladem tohoto modelu může být například rostoucí incidence karcinomu hrdla dělohy v Číně, která však stále nedosahuje hodnot incidence například v České republice (graf č.12). Tato diskrepance je očividně způsobená nedostatečnou diagnostikou či registrací značných množství případů.

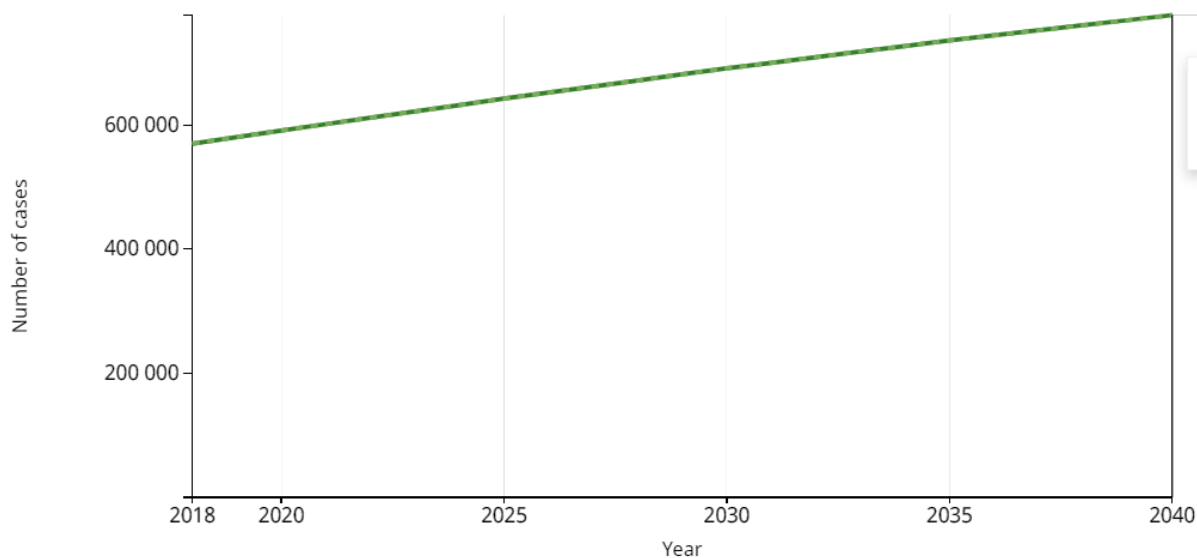
Jiným důvodem dlouhodobého nárůstu incidence v málo vyspělých regionech světa může být skutečný nárůst incidence této nemoci z důvodu rychlého šíření rizikových HPV kmenů a přidružených rizikových faktorů, jako je např. infekce HIV, imunosuprese a malnutrice a to v zemích s absencí preventivních programů. Příkladem tohoto modelu mohou být země subsaharské Afriky (graf č.13).

Grafy 12 a 13: Vývoj věkově standardizované incidence karcinomu hrdla dělohy všech věkových kategorií v čase v Číně a v Ugandě (Globocan 2018).



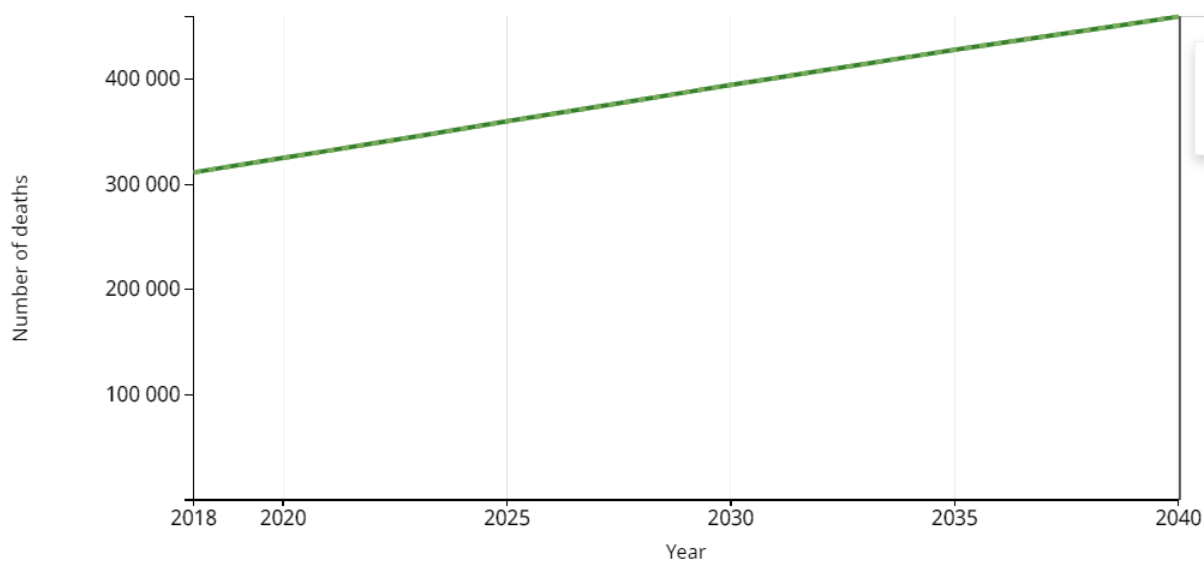
Logicky by se dalo předpokládat, že s bohatnutím světa, snižováním množství chudých regionů s malnutricí a imunosupresí, rozvojem vědeckých poznatků a preventivních opatření včetně vakcinace, dojde postupem času k celosvětovému poklesu výskytu karcinomu hrdla dělohy napříč kontinenty. Pravý opak je však pravdou. Kvůli narůstajícímu počtu světové populace, a to zejména v chudších regionech světa, se odhaduje, že v roce 2040 bude diagnostikováno o více než 200 tisíc případů karcinomu hrdla dělohy za rok více (graf č. 14). Absolutní světová incidence této nemoci se v roce 2040 odhaduje kolem tři čtvrtě milionu nových případů za rok.

Graf 14: Odhadovaný počet nově zjištěných případů karcinomu hrdla dělohy ve všech věkových kategoriích celosvětově mezi rokem 2018 (hlášeno 569 847 případů) a rokem 2040 (odhadováno 776 857 nových případů).



Ze stejných důvodů by v následujících 20 letech mělo dojít i k nárůstu celosvětové mortality na karcinom hrdla dělohy s odhadovaným počtem až 460 tisíc úmrtí ročně do roku 2040 (graf č.15).

Graf 15: Odhadovaný počet úmrtí na karcinom hrdla dělohy ve všech věkových kategoriích celosvětově mezi rokem 2018 (hlášeno 311 365 úmrtí) a rokem 2040 (odhadováno 459 447 úmrtí).



Tyto odhady zcela jasně ukazují na veliký prostor a výzvu nejen pro zavádění efektivních metod prevence, ale také veliký prostor pro zlepšení léčebných možností a zavádění moderních léčebných metod do rozvojových zemí, ve kterých bude k nárůstu incidence a mortality karcinom hrdla dělohy docházet rychleji, než v zemích vyspělých.

5. Zajištění potřebných služeb radioterapie v regionech světa

Radioterapie je jedním ze základních pilířů onkologické léčby a cílem každé země by mělo být zajištění včasné a kvalitní radioterapie pro všechny své občany, kteří ji potřebují. Poskytované služby radioterapie se však v jednotlivých regionech světa značně liší v závislosti na potřebách a možnostech dané země či oblasti.

V zemích, kde není radioterapie dostupná vůbec, nemají pacienti jinou možnost léčby zářením, než na území jiného státu. Tato léčba jim může, ale nemusí být hrazena jejich pojištěním, pokud nějaké vůbec mají. Některé malé země se na spolupráci s centry radioterapie v jiné zemi daného regionu předem spoléhají, neboť je pro ně předem dohodnutá spolupráce finančně méně nákladná, než budovat a financovat centra radioterapie na území vlastním. Takové země si vypracovávají „cost-benefit“ statistiky, na základě kterých plánují nejrationálnější zajištění služeb radioterapie pro své občany. Ovšem stále existují i země, kde nejsou státem zajištěny služby radioterapie vůbec a jediným poskytovatelem těchto služeb v regionu, pokud se takový vůbec najde, jsou pak soukromí investoři a privátní centra radioterapie, kde si však léčbu mohou dovolit jen ti nejbohatší. Tato nejbohatší vrstva obyvatelstva však často hledá odpovídající léčbu ve vyspělých zemích v zahraničí a obvykle se nespokojí s místními službami. Ostatní pacienti jsou pak zcela ponecháni vlastnímu osudu.(15) Mezinárodní atomová agentura vypracovala publikaci praktických doporučení, které mohou ve snaze o zajištění služeb radioterapie v regionech s malými zkušenostmi velmi pomoci.(16)

Ve vyspělých regionech světa jsou služby radioterapie snadno dostupné obvykle všem občanům. Tyto země pak spíše narážejí na delší čekací doby na radioterapii a jednotlivá centra mezi sebou soutěží v kvalitě poskytovaných služeb, v personálním a technickém vybavení, případně v poskytování specializovaných služeb zaměřených na konkrétní pacienty a diagnózy. Každá taková země ale musí s předstihem plánovat trvalou udržitelnost služeb, infrastrukturu pracovišť, obměnu technického vybavení a pokrytí potřebné léčby pro všechny pacienty. Současně musí zajistit kontinuitu vzdělávacích programů a garantovat radiační ochranu pacientů, personálu a obyvatelstva. Všechny tyto položky jsou pro jednotlivé země a regiony značnou finanční položkou v rozpočtu a čím dál častěji jsou tyto služby svěřovány soukromým investorům. Zajišťovat služby radioterapie pro občany založené na soukromých investorech však pro dané země znamená nejistotu v udržitelnosti těchto služeb a zajištění potřebné péče pro všechny pacienty. (15)

Optimálních výsledků radioterapie lze dosáhnout pouze tehdy, pokud je léčba zářením součástí fungujícího celku kvalitní zdravotní péče a účinných národních onkologických programů. V zemích bez fungujících preventivních a diagnostických onkologických programů budou pacienti více diagnostikováni až v pokročilých stádiích nádorových onemocnění, a služeb radioterapie bude v takových zemích využíváno převážně pro paliativní léčbu obtěžujících příznaků nemoci, jako je například bolest, krvácení, dušnost či příznaky z různých typů obstrukce dutých orgánů či struktur. Naopak v zemích s fungující základní zdravotní péčí a screeningovými onkologickými programy bude radioterapie využívána častěji v rámci primární kurativní léčby pacientů s časným stadiem onemocnění. Současně radioterapie vykazuje lepší výsledky, pokud je aplikována v kombinaci s kvalitní chirurgickou a systémovou onkologickou léčbou a adekvátní dispenzarizací. Výsledky radioterapie v zemích s fungujícím zdravotnictvím tak budou vždy lepší, než výsledky radioterapie soukromých center, které aplikují léčbu zářením v regionech s absencí kvalitní prevence, diagnostiky a léčby.

Země, které se rozhodnou budovat síť pracovišť radioterapie, tak musí myslet současně na několik aspektů najednou. V první řadě na infrastrukturu (budovy, silnice, prostory, přístroje, zázemí, apod.), personál (lékaři, fyzici, technici, radiologičtí asistenti, zdravotní sestry, nižší zdravotní personál, pomocný personál, ad.), samotný proces léčby (zajištění bezpečnosti, vypracované standardní postupy, spotřební materiál, zajištění kvality léčby, kontroly správnosti postupů a výstupů, apod.) a na dlouhodobou udržitelnost celého systému (kontinuita vzdělávání, technická podpora, servis a opravy, přístrojové obměny, rozšiřování péče, apod.). V následujícím textu se budu věnovat některým vybraným aspektům těchto požadavků.

5.1. Zajištění bezpečnosti a ochrany obyvatelstva

Při budování infrastruktury radioterapeutických pracovišť je nutné pomýšlet na prvním místě na zajištění bezpečnosti při nakládání se zdroji ionizujícího záření a radiační ochrany. Mezi nejdůležitější body zajištění radiační ochrany společnosti patří pravidelné vzdělávání personálu; jasná hierarchie odpovědností; vypracování a dodržování programů zabezpečování jakosti radioterapie, standardních operačních postupů a seznamů kontrolních bodů; absence strachu a postihů z hlášení potenciálních či nastalých pochybení; efektivní komunikace mezi

personálem; prospektivní hodnocení případných rizik; pravidelné dozimetrické audity; případně akreditace pracovišť radioterapie.(17)

Jedná se o složitý proces vzdělávání, procesů a kontrol, který vyžaduje propracovaný systém s pravidelným dohledem autorit. Nejvhodnější autoritou je státní či dokonce mezinárodní institucionální dozor, který funguje nezávisle na centrech aplikujících radioterapii. Zdaleka ne všechny země, které poskytují služby radioterapie, mají takovýto dozor zajištěný.(18)

Bezpečnostní doporučení akceptována mezinárodními audity jasně vyžadují, aby byla léčba zářením předepisována zkušeným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, zatímco zajištění dozimetrie a kalibrace přístrojů musí být zajištěna zkušeným lékařským fyzikem s odpovídající licenci.

5.2. Zajištění adekvátních kapacit ozařovací techniky

Kromě zajištění bezpečnosti a radiační ochrany musí mít země při budování sítě radioterapeutických pracovišť dostatek informací, jaké množství ozařovací techniky bude zapotřebí k pokrytí požadavků obyvatelstva. Tyto požadavky se v jednotlivých regionech mohou značně lišit v závislosti na věkovém rozložení populace, incidenci zhoubných onemocnění a zastoupení jednotlivých diagnóz a stadií nemoci. Požadavky na počet přístrojů pro zevní radioterapii se budou dále lišit i v závislosti na typu pořizovaných ozařovacích přístrojů (kobaltové ozařovače, lineární urychlovače, helikální tomoterapie, případně přístroje pro stereotaktickou radiochirurgii). Konkrétní požadavky lze kalkulovat podle doporučení založených na zkušenostech z vyspělých zemí, nebo podle retrospektivního hodnocení potřeb radioterapie vycházejícího z aktuální praxe konkrétní dané země.

Odhad lze učinit na základě znalosti počtu pacientů, kteří by byli v daném regionu a v daném časovém stadiu vhodní k radioterapii. Obvykle lze tento počet odhadnout z absolutních hodnot incidence zhoubných onemocnění v dané zemi, o které se lze informovat prostřednictvím statistik mezinárodní asociace nádorových registrů IACR (International Association of Cancer Registries). Ze zemí s vyspělým zdravotnictvím víme, že 48-62% pacientů se zhoubným onemocněním má z léčby zářením prospěch.(19,20) Pro země s dosud plně nerozvinutou sítí radioterapie lze zhruba počítat s potřebou radioterapie u 50% pacientů s diagnostikovaným zhoubným onemocněním, takže lze absolutní incidenci vydělit dvěma, abychom zjistili, kolik pacientů bude mít z radioterapie benefit. (15) Tento postup je ale značně hrubý a poskytne jen orientační odhad, který může být velmi nepřesný v závislosti na spektru

diagnóz a stadií jednotlivých onemocnění v daném regionu. Vhodnější je tak vycházet z onkologických registrů nádorových onemocnění v dané oblasti. Tyto registry však nejsou všude přesné a často neodpovídají realitě. Odhad pak lze přesněji stanovit například průřezovou studií v předem určeném časovém období. Přesnější než odhad počtu pacientů, by ale byl odhad počtu kurzů radioterapie, kterou budou tito pacienti potřebovat, neboť někteří z nich mohou podstupovat více kurzů radioterapie po sobě. Tak například pacienti podstupující radioterapii pro karcinom plic, často následně podstupují profylaktickou radioterapii mozku, nebo se častěji navyšuje dávka radioterapie přímo na oblast s nejvyšším rizikem rekurence, takzvaným „dávkovým boostem“, který se standardně aplikuje u karcinomu prsu, rekta, či nádorů v oblasti hlavy a krku. Nejpřesnějším odhadem pro kalkulaci potřebného počtu ozařovacích přístrojů by však byl odhad přímo počtu frakcí plánované radioterapie, neboť pro různé indikace lze aplikovat různý počet frakcí ozáření dle aktuálních poznatků medicíny založené na důkazech. Tak například s narůstající oblíbeností hypofrakcionačních režimů u dvou nejčastějších diagnóz radioterapie, karcinomu prsu a karcinomu prostaty, by bylo možno vystačit s menším množstvím ozařovacích kapacit, než při zachování normofrakcionačních režimů u těchto diagnóz, aniž by to ohrozilo přežití pacientů.

Pro země s nízkou životní úrovní a nízkou úrovní zdravotnictví nejsou žádná data, na základě kterých bychom mohli kalkulovat počty potřebných ozařovacích přístrojů. Celkový počet přístrojů tak lze spočítat odhadnutým počtem potřebných kurzů radioterapie za rok a vydělit tuto hodnotu kapacitou jednotlivých přístrojů za rok. Podle odhadů projektu ESTRO/QUARTS, publikovaného v roce 2005, je kapacita jednoho ozařovače přibližně 450 kurzů radioterapie za rok.⁽²¹⁾ Od doby publikace tohoto projektu se sice situace mohla díky kontrahovaným režimům radioterapie částečně změnit, ale tyto údaje pro orientační výpočet počtu potřebných ozařovačů postačují. Pro ověření správnosti výpočtu lze také využít znalosti, že průměrný počet ozáření na jeden kurz kurativní radioterapie je 22 frakcí, a že v průměru potřebujeme na jeden kurz paliativní radioterapie 4 frakce ozáření. Podle poměru kurativních a paliativních radioterapií v dané zemi pak lze spočítat průměrný počet frakcí na jeden kurz radioterapie obecně. Stejně tak lze spočítat kapacitu ozařovače podle předpokladu, že za jednu hodinu práce na lineárním urychlovači lze ozářit 4-5 pacientů a celková denní kapacita jednoho urychlovače tak záleží na počtu směn a hodin ozařování.

Pokud budujeme centrum pro radioterapii, která má pokrýt léčbu jednoho tisíce pacientů za rok, mělo by být toto centrum vybaveno nejen alespoň jedním megavoltážním zevním ozařovačem, ale také ideálně alespoň jedním ortovoltážním ozařovačem, dále afterloadingovým zařízením s adekvátním spektrem aplikátorů pro brachyterapii, konventním simulátorem nebo

lépe CT simulátorem, plánovacím systémem radioterapie, imobilizačními pomůckami, místností pro odlévání bloků, dozimetrickými přístroji nutnými pro kalibrace a měření dávky záření, případně C-ramenem, ultrazvukem, atd. Toto vybavení je dnes již naprostým základem nutným pro zřízení centra radioterapie. Většina center dnes však pořizuje minimálně dva megavoltážní ozařovače, pro případ poruchy jednoho přístroje, ve snaze o zajištění léčby bez nežádoucích přerušení. Ve velkých centrech radioterapie ve vyspělých zemích s centralizací péče (jakými jsou například Holandsko, Belgie, Francie, Německo, Kanada, USA a další), není výjimkou ani přítomnost více než deseti megavoltážních ozařovačů, hned několika místností a přístrojů pro brachyterapii, CT simulátoru a dnes již obvykle i PET/CT či MR přístrojů určených pro plánování radioterapie v jednom centru.

Rozmístění jednotlivých bunkrů a přístrojů v prostoru, tak aby byl tok pacientů co nejefektivnější a co nejplynulejší, včetně rozmístění kontrolovaných a sledovaných pásem, pracoven lékařů a fyziků, místností pro dozimetrii a přípravy bloků, vyšetřoven, čekáren a únikových cest, lze čerpat z mezinárodních doporučení IAEA (International Atomic Energy Agency).(22) Při budování centra je ale nutné předvídat i další vývoj v oboru a předem počítat s prostorem pro případné další rozšiřování pracoviště o nové ozařovny či prostory.

5.3. Síť center radioterapie

Hustota sítě center radioterapie v regionu a míra centralizace péče o pacienty vyžadující radioterapii by však měla respektovat potřeby daného státu s ohledem na jeho velikost, počet obyvatel, incidenci nádorových onemocnění a hustotu osídlení. Tak například miniaturní státy Evropy mohou fungovat zcela bez vlastních center radioterapie, neboť mohou své pacienty nechat léčit v zemích okolních. Příkladem jsou třeba pacienti z Monaka, kteří dojíždějí za léčbou zářením do francouzské Nice. Dalším příkladem jsou pacienti z Andory, dojíždějící za radioterapií do španělské Barcelony, nebo do francouzského Toulouse. Zatímco pacienti ze San Marina využívají dojezdu do center v italské Boloni či Florencii, pacienti ze svatého Vatikánu jsou léčeni v okolních římských nemocnicích, dostupných obvykle na vzdálenost chůze. Pacienti z Lichtenštejnska dojíždějí za radioterapií do švýcarských center, a to zejména do Curychu. V roce 2020 sice bylo spuštěno první Lichtenštejnské centrum protonové terapie ve obci Schaan (pozn. v roce 2020 čítající něco málo přes 6 tisíc obyvatel), komplexní centrum vybavené urychlovačem a brachyterapií však tato bohatá malá země právě pro snadnou dostupnost v blízkém okolí Švýcarska postrádá.

Některé větší, ale stále malé státy, jako je například Lucembursko, Island, Černá Hora, Malta, Martinik, Bahamy, Brunej, Bahrajn, Katar, Kuvajt, Omán, Réunion, Guadeloupe, nebo Barbados, si pak mohou efektivně vystačit pouze s jedním velkým centrem radioterapie na celou zemi. Jedno centrum radioterapie má však i rozlehlé Mongolsko, kde je důvodem jednoho centra v zemi zejména malá hustota zalidnění s celkovým počtem obyvatel lehce přes 3 miliony.

Další příklady zemí s jedním centrem radioterapie už ale nejsou příklady záměrné centralizace péče. Do očí bijícím příkladem je Etiopie, kde je pouze jedno centrum na 115 milionů obyvatel. Jedno centrum radioterapie má například i Uganda, kde však žije více než 45 milionů obyvatel, nebo Mosambik, kde žije 31 milionů obyvatel. Podobně je na tom i Jemen (30 milionů obyvatel), Madagaskar (27 milionů obyvatel), Pobřeží Slonoviny (26 milionů obyvatel), Mali (20 milionů obyvatel), Rwanda (13 milionů obyvatel), nebo Tádžikistán (9 milionů obyvatel). V řadě lidnatějších zemí světa však centrum radioterapie nenajdeme vůbec. Příkladem může být Afghánistán (39 milionů obyvatel), Níger (24 milionů obyvatel), Burkina Faso (20 milionů obyvatel), Malawi (19 milionů obyvatel), Čad (16 milionů obyvatel), Somálsko (15 milionů obyvatel), Benin a Burundi (obě země 12 milionů obyvatel), Jižní Súdán (11 milionů obyvatel), Haiti (11 milionů obyvatel), Togo (9 milionů obyvatel), Sierra Leone (8 milionů obyvatel), ale zejména Demokratická Republika Kongo s 89 miliony obyvatel. Jednou z lidnatých afrických zemí bez centra radioterapie byla do nedávna také Zambie (18 milionů obyvatel). V Zambii bylo v roce 2006 v Lusace díky mezinárodní pomoci a aktivitě IAEA zřízeno první a jediné centrum radioterapie, avšak vzdálené přes 1000 km od odlehlejších částí země na severu, jihu a západě, což činí léčbu pro pacienty z těchto oblastí nedostupnou.

Forma značné centralizace péče je ale vhodná například i pro velké země s nízkou hustotou osídlení, jako je například Kanada či některé státy USA, kde není racionální budovat hustou síť ozařovacích center, řekněme každých 100 – 200 km. Tyto země pak musí řešit dostupnost léčby pacientům zajištěním či hrazením dopravy na větší vzdálenosti, případně zajištěním či hrazením ubytovacích kapacit v místě probíhající léčby. Druhou alternativou pro země s velkou dojezdovou vzdáleností je plně decentralizovaný systém, který je ale finančně náročnější a vyžaduje větší investice do budov, přístrojového vybavení a na mzdy a školení personálu.(23,24)

Přehnaná centralizace ale naopak může vést k určité nedostupnosti léčby zářením zejména pro pacienty v odlehlejších regionech, nebo pro méně vzdělané a sociálně slabší, kteří si nemohou dovolit hradit náklady spojené s transportem či ubytováním.(25) Ve studii z kanadského Ontaria vedla nadměrná centralizace radioterapie v provincii k nedostatečné

prozářnosti onkologických pacientů, což není pro zemi s tak kvalitním zdravotnictvím a dostatečnými prostředky přípustné.(26) K podobným závěrům došli i pozorovatelé z Austrálie.(27) I v decentralizované síti radioterapeutických center však vždy najdeme určitou centralizaci méně častých a vytížených technik radioterapie, jako je například radioterapie dětských malignit, stereotaktická radiochirurgie intrakraniální či extrakraniální, celotělová radioterapie, případně speciální techniky brachyterapie.

5.4. Personál a vzdělávání

Spočítat potřebný počet a složení personálu, aby zajistil chod centra radioterapie, není vůbec snadné, neboť neexistují žádné spolehlivé návody, založené na důkazech, které by bylo možné univerzálně pro tyto účely použít. A pokud existují, fungují obvykle pouze na národní či regionální úrovni a nelze je aplikovat napříč všemi regiony světa. Počet a složení personálu v jednotlivých centrech se tak musí odvíjet především od množství a spektra léčených pacientů, ale také od používaných zdravotnických technologií a léčebných technik, rozdělení odpovědností, požadavků na vzdělání a další vzdělávání, infrastruktury pracoviště a v neposlední řadě také od finančních možností a atraktivity pracovních příležitostí v daném regionu a odvětví. Pro země s nízkými a středními příjmy je možné vycházet z publikovaných a široce dostupných doporučení IAEA, která stanovují potřebný počet personálu a profesí k pokrytí zejména základních požadavků pracoviště v závislosti na počtu pacientů a výkonů.(28,29) Mezi personálem však musí být vždy přítomen radiační onkolog a lékařský fyzik, jak to požadují bezpečnostní standardy IAEA.(30) Mnohem větší požadavky na personál pak budou mít centra, která se kromě léčby pacientů zaměřují také na vědu a výzkum, či na výuku a další vzdělávání v oboru. Nejpřesnější odhad počtu plných úvazků jednotlivých profesí dá kalkulace, vycházející z počtu výkonů pro danou profesi, násobenou průměrným časem, který daný výkon zabere. (31) V běžné praxi ale musíte počítat s požadavky na částečné úvazky a také se zastupitelností v době nemocenské či dovolených, takže reálné požadavky na počet lidí vzdělaných a vyškolených v dané profesi jsou vyšší. Před budováním centra radioterapie musíte také počítat s tím, že školení budoucího personálu by mělo být zahájeno s asi dvouletým předstihem, než vlastní budování samotného centra. S tím také souvisí velmi časně finanční požadavky na samotné školení a přípravu personálu.

5.5. Technická podpora a servis

Pořízení velmi nákladné ozařovací techniky však neznamená jistotu jejího bezstarostného provozu. Pravý opak je pravdou. Náročné technologie jsou velmi náchylné k poruchám a vyžadují pravidelný servis či výměnu početných náhradních dílů. Tento nákladný servis je obvykle zajišťován přímo výrobcem. Pokrytí jednotlivých regionů světa rychle dostupným servisem se velice liší. V některých zemích, které jsou od výrobce techniky a jeho technické podpory vzdálené, vznikly soukromé společnosti, které na lokální úrovni distribuci a servis přístrojů ve spolupráci s výrobcem zajišťují. Příkladem takových zemí je například Argentina, Indie, ale i Česká Republika. Pro zajištění servisu však není rozhodující jen vzdálenost výrobce od samotného místa provozu, ale také schopnost zajištění bezpečné dopravy osob a materiálu přes okolní země či regiony. V zemích, kde probíhají ozbrojené konflikty či války, pak může tato skutečnost zcela znemožnit technickou podporu a tedy i provoz již vybavených center radioterapie. Příkladem takových zemí je nyní Jemen, či Sýrie.

Většina rozvojových zemí při kalkulaci náročnosti a nákladnosti údržby a obměny ozařovací techniky volí jednodušší a stabilnější přístrojové vybavení s nižšími nároky na servis, jako jsou zejména kobaltové zářiče. Případně pořizují starší a již používané lineární urychlovače s nižším stupněm výbavy a to z druhé ruky z technické obnovy vyspělých center radioterapie. Vysoké pořizovací náklady a další vysoké náklady na údržbu přístrojů pak nutí chudší regiony pořizovat méně přístrojů, které potom nestačí kapacitně zajistit léčebné požadavky regionu.

Ze všeho výše uvedeného je nadmíru jasné, že vybudovat národní síť pro zajištění potřebných služeb radioterapie není vůbec jednoduchou ani lacinou záležitostí. Jedná se naopak o velmi složitý a finančně nákladný proces, který vyžaduje velmi vysoké nároky a návaznost na vyspělý systém zdravotnictví a vzdělávání, vysoké požadavky na kvalitní infrastrukturu, personální a přístrojové vybavení a vysokou míru sdílení odpovědností hned několika náročných profesí najednou. Tyto požadavky jsou spojeny s nebývalými finančními náklady, které navíc nejsou jednorázové (pořizovací náklady), ale znamenají trvalou finanční zátěž a potřebu v čase (mzdy, servis, opravy, obměny, kontroly, zajištění kvality, udržitelnosti a dalšího rozvoje). Není proto divu, že síť radioterapie je zcela nedostatečná zejména v zemích s nízkou životní úrovní a nízkými příjmy. Pozornému čitateli pak neunikne, že regiony s nedostatečnou strukturou radioterapie jsou ty samé, jako regiony s vysokou incidencí a mortalitou karcinomu hrdla děložky.

6. Dostupnost služeb radioterapie ve světě

Podle údajů GLOBOCAN 2012 pochází 57% všech zhoubných nádorů světa ze zemí s nízkým a nižším středním hrubým národním produktem. Podle stávajících zkušeností, které vycházejí ze studií léčby zhoubných onemocnění, má z léčby zářením benefit přibližně 50-60% všech onkologických pacientů. Této prozářenosti však ve stávající době dosahují jen ty nejvyspělejší země západního světa, zatímco v zemích s nízkým a nižším středním hrubým národním produktem (dále jen rozvojové země) se k radioterapii dostane méně než 20% onkologických pacientů. Hlavním důvodem je značně nerovnoměrné rozložení dostupnosti radioterapie na naší planetě.

Radioterapie navíc prochází rychlým rozvojem. Dvojměrné plánování bylo z velké části nahrazeno trojměrným plánováním, ne vzácně se ale používá i 4D plánování, při kterém se počítá i se změnou polohy trojměrných struktur s faktorem času. Konvenční simulátory jsou nahrazovány CT-simulátory a řada center je již vybavena i PET-CT scannery a přístroji pro magnetickou rezonanci. Starší kobaltové zdroje jsou již několik dekad nahrazovány lineárními urychlovači, které jsou již standardně vybaveny vícelistovým kolimátorem a radioterapií s modulovanou intenzitou záření. Dnes jsou již standardně instalovány urychlovače vybavené obrazem navigovanou radioterapií a terapií kyvem, některé jsou navíc vybaveny i pro stereotaktickou radioterapii a radiochirurgii. Značná nerovnoměrnost dostupnosti jednotlivých technologií se pak liší i mezi centry, kde je již radioterapie dlouhodobě zajištěna.

Od roku 1959 si vede mezinárodní atomová agentura (IAEA) velice přesný celosvětový registr center, která poskytují léčbu zářením pomocí vysokoenergetických generátorů záření, případně radionuklidových jednotek. Tento unikátní registr je svého druhu jediný na světě a je volně dostupný na stránkách IAEA (www.dirac.iaea.org) pod názvem The Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC). Nynější registr je pravidelně aktualizován online na základě dotazníků, které IAEA zasílá odpovědným osobám v jednotlivých zemích. Registr neobsahuje jen přehled megavoltážních generátorů zevního záření, ale také jednotky ortovoltážní RTG terapie, radionuklidové zdroje v brachyterapii, a sleduje také vybavenost pracovišť dozimetrií a zajišťování jakosti léčby zářením.

K dubnu roku 2020 byla v tomto registru zaznamenána data z 7 492 radioterapeutických pracovišť, která pocházela ze 151 různých zemí a 15 geografických regionů. Tato pracoviště pracovala celkem s 14 446 megavoltážními jednotkami zevní radioterapie, z toho bylo 12 309

lineárních urychlovačů (85,2%), 2 007 kobaltových jednotek (13,9%), 117 protonových a částicových urychlovačů (0,8%) a 13 cirkulárních urychlovačů (0,09%). Ve světě bylo ve stejné době registrováno 3 345 radionuklidových či elektrických jednotek brachyterapie. Na registrovaných pracovištích bylo v provozu celkem 3 739 konvenčních simulátorů a dalších 3 464 CT-simulátorů. Léčba byla plánovaná na 6 445 plánovacích stanicích. Celkový počet osob, které se na léčbě zářením podílely, bylo podle registru 67 153, z toho 23 369 radiačních onkologů, 10 132 lékařských fyziků a 33 652 radiologických asistentů.

Obrázek 11: Rozmístění přístrojů pro vysokoenergetickou radioterapii ve světě. Modře jsou znázorněny přístroje pro teleradioterapii, žlutě přístroje pro brachyterapii. . (www.dirac.iaea.org)



Při celosvětovém počtu populace kolem 7,5 miliard tak připadá na jeden milion obyvatel v průměru 1,93 přístroje pro megavoltážní teleterapii. Rozdělení radiační techniky po světě je ale naprosto nerovnoměrné. Stále například existuje celkem 56 zemí, ve kterých není radioterapie dostupná vůbec, nebo o ní nejsou dostupné údaje. Existuje propočet, že s klesajícím hrubým národním produktem na hlavu klesá úměrně i počet vysokoenergetických ozařovačů a dostupnost radioterapie v dané zemi.(32) Podle studie IAEA z roku 2015 jsou pokryty potřeby radioterapie v zemích s nízkým HNP jen ze 3% s potřebou navýšení megavoltážních ozařovačů o 688, aby byla kapacita naplněna. V zemích s nízkým středním HNP je radioterapie pokryta z 20%, při chybějících 1502 ozařovačích. Ale i v zemích s vyšším středním HNP je podle této studie potřeba radioterapie pokryta jen z 60% při chybějící kapacitě 2137 ozařovačů.(33)

Naprostá většina ozařovací techniky je lokalizovaná v zemích vyspělých, na úkor zemí rozvojových. Z celkového počtu 7 492 center radioterapie, je hned 6 749 (90,08%) v zemích s vysokým a vyšším středním HNP. Pouze 743 center (9,92% připadá na země s nízkým a nižším středním HNP. Tento rozdíl je dramatický a pro obyvatele rozvojových zemí přímo katastrofický.

Tabulka 16: Sestupný přehled světových regionů podle průměrného počtu megavoltážních přístrojů pro teleterapii na milion obyvatel regionu. Celosvětový průměr je 1,921 přístroje na milion obyvatel světa. (www.dirac.iaea.org)

Region	Počet ozařovačů na milion obyvatel	Počet přístrojů celkem	Počet obyvatel [milionů]	Počet lineárních urychlovačů	Počet nuklidových zdrojů pro teleterapii
Severní Amerika	11,585	4183	361,08	3987	139
Západní Evropa	6,811	2853	418,91	2778	51
Jižní a západní Pacifik	6,070	249	41,02	247	2
Jižní Amerika mírného pásu	2,843	187	66,78	150	37
Východní Evropa a severní Asie	2,775	1139	410,41	724	406
Karibik	1,838	80	43,51	60	20
Východní Asie	1,795	2916	1624,54	2234	643
Střední východ	1,675	548	327,23	515	33
Tropická Jižní Amerika	1,654	593	358,61	494	99
Jižní Afrika	1,310	107	81,67	103	4
Severní Afrika	1,176	227	193,07	188	39
Mexiko a střední Amerika	1,094	194	177,32	157	37
Jihovýchodní Asie	0,545	353	648,26	285	68

Jižní Asie	0,421	753	1787,82	344	408
Střední Afrika	0,065	64	981,27	43	21

V zemích s vysokým a vyšším středním HNP žije celkem 3,747 miliardy obyvatel, což je 51,16% světové populace. Tato populace ale disponuje celkem 13 132 megavoltážními zářiči, což je 90,9% celosvětové kapacity. A pouze 10,8% z těchto kapacit představují radioizotopové zdroje pro zevní radioterapii, zejména typu kobaltových ozařovačů. Na zbylých 3,673 miliard obyvatel (48,84% celosvětové populace) žijících v zemích s nízkým a nižším středním příjmem tak připadá necelých 9,1% celosvětové ozařovací techniky, kterou téměř z poloviny (46,5%) představují právě izotopové přístroje pro teleterapii. Podle registru DIRAC je na světě kolem 300 megavoltážních ozařovačů, jejichž stáří je vyšší než 30 let a zasluhují urychlenou výměnu. Většina těchto přístrojů se nachází v zemích jihovýchodní Asie a východní Evropy.

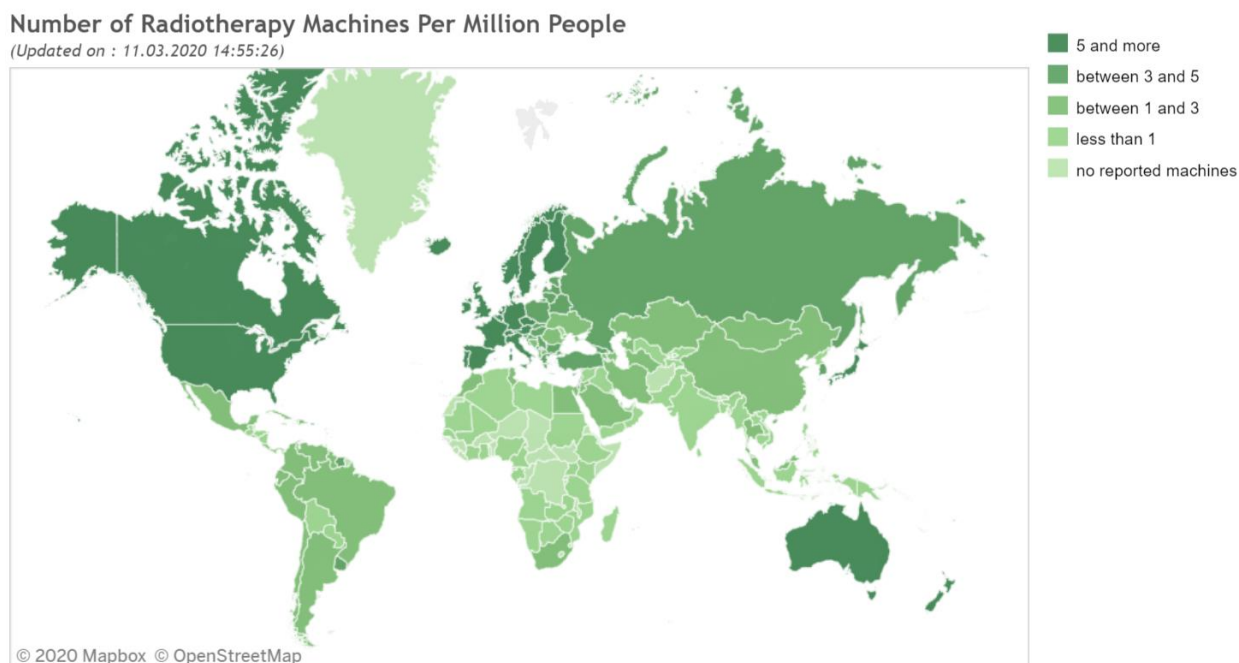
*Obrázek 12: Rozmístění zařízení pro megavoltážní teleradioterapii ve světě. .
(www.dirac.iaea.org)*



Ještě více jsou patrné rozdíly v zajištění služeb radioterapie pro občany jednotlivých regionů podle hrubého národního produktu, pokud se podíváme na přepočtené ozařovací kapacity na počet obyvatel. Zatímco v zemích s vysokým HNP připadá na jeden milion obyvatel v průměru 7,74 ozařovacích přístrojů (z toho 95,4% tvoří lineární urychlovače), v zemích s vyšším středním HNP je to už jen 1,50 přístroje na milion obyvatel (z toho 71,9% pak

lineárních urychlovačů). Toto číslo je však stále o řád vyšší, než pouhých 0,43 přístroje na milion obyvatel v zemích s nižším středním HNP (z toho 53,5% tvoří lineární urychlovače), nebo průměrných 0,05 přístroje na milion obyvatel žijících v zemích s nízkým HNP (z toho 47,1% tvoří lineární urychlovače). Jinými slovy připadá v zemích s vysokým HNP v průměru jeden lineární urychlovač na 130 tisíc obyvatel, zatímco v zemích s vyšším středním HNP je to již jeden urychlovač na skoro milion obyvatel. V zemích rozvojových s nižším středním HNP je to v průměru jeden urychlovač na 4,5 milionů obyvatel a v zemích s nízkým HNP dokonce jeden urychlovač v průměru na neuvěřitelných 40 milionů obyvatel.

Obrázek 13: Mapa světa podle počtu ozařovačů na milion obyvatel v jednotlivých zemích. (www.dirac.iaea.org)



Ani vyspělá Evropa není zcela dostatečně vybavena pro ideální aplikaci protinádorové radioterapie. Kdyby se vzaly v úvahu doporučení na počet přístrojového vybavení a personálu, chyběly by v celé Evropě stovky přístrojů pro megavoltážní terapii a stovky až tisíce zkušeného personálu.⁽³⁴⁾ Rozvojový svět je na tom ve srovnání s Evropou ale daleko hůře. Podle zprávy IAEA z roku 2010 chybělo v rozvojovém světě více než 5000 megavoltážních ozařovacích jednotek, což činilo radioterapii nedostupnou pro 70% onkologických pacientů. Dlouhodobé předpovědi navíc odhadují, že v rozvojových zemích bude v příštích dekádách narůstat incidence zhoubných nádorů rychleji, než v zemích s vysokým a vyšším středním HNP, čímž se budou rozdíly mezi bohatými a chudými regiony dále prohlubovat.

Pokud se podíváme na mapu rozmístění radionuklidových zdrojů pro brachyterapii ve světě, kopíruje jejich koncentrace rozložení přístrojů pro teleterapii. Zdaleka však neplatí předpoklad, že všechny země a všechna centra poskytující teleterapii, poskytují současně i brachyterapii. Brachyterapie je na rozdíl od teleterapie dostupná jen ve 129 zemích světa a v 2 504 centrech pro léčbu zářením. Takže pouze třetina (33,4%) center radioterapie ve světě, poskytuje i léčbu brachyterapií. Celkem je ve světě instalováno 3 345 přístrojů pro brachyterapii, z toho hned 2 830 (84,6%) v zemích s vysokým či vyšším středním HNP. V zemích s nižším středním HNP je instalováno pouze 503 (15,0%) přístrojů a v zemích s nízkým HNP dokonce jen 10 zařízení. Není pak divu, že v 70 zemích světa pak brachyterapie není dostupná vůbec. Bohužel se jedná zrovna o země v centrální a jižní Africe s vysokou incidencí karcinomu hrdla dělohy, v jehož léčbě hraje brachyterapie nezastupitelnou roli.

Obrázek 14: Rozmístění izotopových či elektrických zdrojů pro brachyterapii ve světě. (www.dirac.iaea.org)



Tabulka 17: Sestupný přehled světových regionů podle průměrného počtu přístrojů pro brachyterapii na milion obyvatel regionu. Celosvětový průměr je 0,445 přístroje na milion obyvatel světa. (www.dirac.iaea.org)

Region	Počet přístrojů pro brachyterapii na milion obyvatel	Počet přístrojů celkem	Počet obyvatel [milionů]
Severní Amerika	2,457	887	361,08
Západní Evropa	1,895	794	418,91
Jižní Amerika mírného pásu	0,913	61	66,78
Východní Evropa a severní Asie	0,860	353	410,41
Karibik	0,735	32	43,51
Tropická Jižní Amerika	0,535	192	358,61
Mexiko a střední Amerika	0,440	78	177,32
Jižní a západní Pacifik	0,390	16	41,02
Jižní Afrika	0,367	30	81,67
Severní Afrika	0,259	50	193,07
Střední východ	0,232	76	327,23
Východní Asie	0,198	322	1624,54
Jižní Asie	0,191	342	1787,82
Jihovýchodní Asie	0,143	93	648,26
Střední Afrika	0,019	19	981,27

Jen pro úplnost uvádím světovou distribuci poměrně rychle se rozrůstající protonové a částicové terapie, která je momentálně dostupná v 88 centrech 19 zemí světa. Celkem je ve světě instalováno 117 protonových či částicových ozařovačů, z toho 107 v zemích s vysokým HNP a dalších 9 v zemích s vyšším středním HNP.

Obrázek 15: Rozmístění protonových a částicových urychlovačů ve světě. (www.dirac.iaea.org)



Ne ve všech zemích a regionech je zachovalá stejná centralizace ozařovací techniky. Některé země volí systém větší centralizace s více ozařovacími přístroji na jedno centrum. Jedná se spíše o malé země s krátkými dojezdovými vzdálenostmi (např. Slovinsko, Island, Malta, Katar, Kuvajt, Bahrajn, Černá Hora, Mauricius, Lucembursko, Monako, ad.), nebo o velké země s malou hustotou zalidnění (např. Kanada, Austrálie, Mongolsko, ad.). Některé země mají centralizovanou péči díky značně omezeným finančním a personálním prostředkům, jako například Zambie, kde je jen jedno centrum radioterapie, které vzniklo za podpory vyspělých zemí. Další země decentralizují systém pracovišť radioterapie podle svých prostředků, logistické dostupnosti a společenských zvyklostí. Celosvětovým průměrem je jedno centrum radioterapie (přesněji 0,996) na 1 milion obyvatel. Některé země jsou tak malé, že se jim vyplatí si zajistit služby radioterapie v dostupných zemích v okolním regionu. Jedná se například o některé ostrovní země v oblasti Pacifiku a Karibiku, případně o miniaturní státy vyspělé západní Evropy, jako je Andorra, Lichtenštejnsko, Vatikán a San Marino. Nejméně vyspělé regiony pak zcela postrádají jakékoli dostupné centrum radioterapie, což se týká zejména zemí centrální Afriky a o něco méně pak některých zemí jižní Afriky, jižní a jihovýchodní Asie.

Tabulka 18: Sestupný přehled světových regionů podle průměrného počtu center radioterapie na milion obyvatel regionu. Celosvětový průměr je 0,996 center na milion obyvatel světa. (www.dirac.iaea.org)

Region	Počet center radioterapie na milion obyvatel	Počet center celkem	Počet obyvatel [milionů]	Počet zemí v regionu	Počet zemí bez centra radioterapie v daném regionu
Severní Amerika	6,104	2204	361,08	2	0
Jižní a západní Pacifik	2,584	106	41,02	13	10
Západní Evropa	2,552	1069	418,91	23	3
Jižní Amerika mírného pásu	1,767	118	66,78	3	0
Východní Asie	1,202	1952	1624,54	8	0
Karibik	1,080	47	43,51	19	7
Východní Evropa a severní Asie	1,057	434	410,41	29	1
Tropická Jižní Amerika	0,970	348	358,61	10	1
Střední východ	0,850	278	327,23	15	0
Jižní Afrika	0,780	65	81,67	6	2
Mexiko a střední Amerika	0,643	114	177,32	8	1
Severní Afrika	0,637	123	193,07	6	1
Jihovýchodní Asie	0,261	169	648,26	12	3
Jižní Asie	0,241	431	1787,82	8	3
Střední Afrika	0,035	34	981,27	44	24

Za povšimnutí stojí, že z 56 zemí Afriky není žádné centrum poskytující radioterapii až ve 27 zemích, což je prakticky polovina zemí Afriky. Navíc až 60% veškeré ozařovací kapacity Afriky je lokalizováno v Jihoafrické Republice a v Egyptě. Tato značná asymetrie

v poskytování léčby záření v Africe je jen vrcholem ledovce asymetrie rozložení kapacit radioterapie i na ostatních kontinentech, včetně Evropy. Platí však nepsané pravidlo, že čím méně je daný region vyspělý, tím větší asymetrie v rozložení služeb nastává.

Počet ozařovacích jednotek v rozvojových zemích však není oproti zemím bohatým nižší z důvodu jejich nižší potřeby. Díky absenci preventivních a screeningových programů je většina onkologických onemocnění v rozvojových zemích diagnostikována v pokročilejších stádiích a tak je poměr pacientů vyžadujících léčbu zářením ve skutečnosti vyšší, než v zemích vyspělých.⁽³⁵⁾ Sice se jedná o léčbu často paliativní, ale její role je prakticky nezastupitelná jak léčebnou, tak i finanční efektivitou. Jedna frakce paliativní radioterapie na kobaltovém ozařovači vyjde v rozvojových zemích přibližně na 5 USD, zatímco jedna frakce paliativní radioterapie na urychlovači vyjde průměrně na 11 USD. Náklady na radioterapii jsou tak mnohem nižší, než je cena paliativní chemoterapie (v průměru 600 USD na cyklus). Paliativní radioterapie má velmi příznivý poměr cena/účinnost, avšak problémem je zejména její špatná dostupnost, nejen kvůli technické, ale i personální náročnosti.

Pokud by se nám podařilo zajistit dostatečné kapacity ozařovací techniky v zemích s nízkým a nižším středním HNP, mohli bychom teoreticky zachránit více než 29.6 miliónů let lidského života, po čas celého života lidí, kterým by se léčba dostala.⁽³⁶⁾

Mezinárodní atomová agentura se různými projekty snaží zajistit lepší dostupnost radioterapie i v zemích s nízkým a nižším středním HNP. Jedním ze základních projektů, které slouží tomuto účelu, je projekt AGaRT (Advisory Group on increasing access to Radiotherapy Technology in low and middle income countries). Tato iniciativa vznikla v roce 2009 a slouží zejména jako nezávislý a neziskový zprostředkovatel kontaktů a spolupráce mezi výrobcí a dodavateli radiační techniky s koncovými uživateli v rozvojových zemích. Během prvních 5 let se projektu AGaRT podařilo významně navýšit kapacity radiačních přístrojů a tím zlepšit dostupnost služeb radioterapie v potřebných oblastech. Další projekty však musí zajišťovat udržitelnost těchto kapacit a jejich efektivní využívání díky vzdělávání personálu v oblasti radiační bezpečnosti a správné léčby. Jedním z projektů, které mají pomáhat se správnou aplikací radioterapie u gynekologických malignit v afrických zemích, je AFRONET (African Radiation Oncology Network). Tato agentura vznikla v roce 2012 a od té doby zajišťuje training personálu a možnost rychlé expertní konzultace jednotlivých případů s experty z vyspělých zemí Evropy. Hlavním nástrojem projektu je internetová síť, kterou jsou sdíleny online prezentace, diskuse a semináře, pomáhající najít správnou léčbu konkrétním pacientkám, převážně s karcinomem hrdla dělohy. Pro velký úspěch této iniciativy byla v roce 2018

platforma rozšířena i do dalších rozvojových zemí mimo Afriku a bylo rozšířeno i spektrum jazyků, ve kterých konzultace probíhají.

Díky pomoci IAEA jsou budována také centra radioterapie a proškolení personál v zemích, kde dosud radioterapie dostupná nebyla. Prvním projektem této kategorie bylo zbudování centra v Lusace, hlavním městě Zambie, v roce 2003. Díky mezinárodní podpoře zde vzniklo vůbec první centrum v zemi, vybaveno lineárním urychlovačem, kobaltovým zdrojem a afterloadingovým zařízením s dostatečným personálním vybavením pro udržení provozu. Podle posledních zpráv centrum v Zambii stále funguje s obnoveným vybavením, včetně CT simulátoru a magnetické rezonance. Zambie navíc v roce 2012 spustila vzdělávací program pro radiologické asistenty a v roce 2015 i vzdělávací program pro radiační onkology.⁽³⁷⁾ Jedná se však jen o jeden z mnoha projektů, kdy mezinárodní organizace úspěšně podporují rozvoj radioterapie v jinak málo vyspělém regionu. O další pomoc rozvojovým zemím se snaží projekt GTFRCC (Global Taskforce on Radiotherapy for Cancer Control), který se snaží od roku 2013 s pomocí radioterapie snížit úmrtnost na rakovinu celosvětově o 25% do roku 2025.⁽³⁸⁾ Tento projekt je řízen neziskovou organizací UICC (Union for International Cancer Control), která spadá pod gesci světové zdravotnické organizace (WHO). Součástí projektu je i zajistit dostatečný počet vyškoleného personálu v rozvojových zemích do roku 2025, konkrétně se jedná o 7 500 radiačních onkologů, 20 000 radiologických asistentů a 6 000 lékařských fyziků.

7. Skutečná dostupnost radioterapie karcinomu hrdla dělohy ve světě

Organizace spojených národů OSN (anglicky United Nations; UN) je největší mezinárodní mezivládní organizace, jejímiž členy jsou všechny uznávané státy světa, kromě Vatikánu a Palestiny. Cílem OSN je udržet mezinárodní mír a bezpečnost a v tomto ohledu zajistit mezinárodní spolupráci. Začátkem roku 2020 registrovala OSN v celém světě celkem 195 zemí, z toho 193 členských suverénních států a 2 pozorovatelské státy (Vatikán a Palestina), které ale nejsou řádnými členy OSN. Z těchto 195 zemí se celkem 54 zemí nachází v Africe, 48 zemí v Asii, 44 v Evropě, 33 v Latinské Americe a Karibiku, 14 v Oceánii a 2 v Severní Americe. Každá členská země OSN má své rovnoprávné zastoupení ve Valném shromáždění OSN a disponuje jedním, stejně platným hlasem.

Ve světě však existují i další země, které nejsou samostatnými členy OSN, avšak v řadě národních statistik vystupují jako samostatné jednotky. Příkladem je například Taiwan a Hongkong, které jsou součástí Čínské lidové republiky, dosud ale s problematickou otázkou vlastní suverenity. Dalším příkladem jsou Cookovy ostrovy či Niue, které jsou sice správně samostatné bez problematiky v oblasti své suverenity, ale vůči OSN vystupují jako jeden celek s Novým Zélandem. Další kategorií zemí, které nevystupují směrem k OSN samostatně, jsou takzvaná závislá území a autonomní teritoria. Za závislá území lze označit území světa, která nejsou samostatnými státy, kde ale mohou existovat důvody, proč je nezahrnovat do statistik společně se zemí, která je spravuje. Důvodem může být velká geografická vzdálenost od mateřské země (např. Guadeloupe, Martinik, Réunion, Nová Kaledonie, Francouzská Guyana a Francouzská Polynésie od Francie; Bermudy od Spojeného království; Curacao od Nizozemského království; nebo Portoriko od USA).

Některé tyto země ale vystupují samostatně například v nádorových statistikách, sdružovaných v celosvětovém registru GLOBOCAN, nebo si vedou samostatné statistiky ohledně technické dostupnosti radioterapie vůči WHO a IAEA. Naopak u některých zemí informace o incidenci nádorových onemocnění i dostupnosti radioterapie dostupné nejsou, i když se jedná o suverénní země se zastoupením v OSN.

7.1. Metodika

Pro účely této investigativní práce jsem sestavil seznam všech zemí světa, ať už suverénních států, závislých území, autonomních teritorií, či zemí s problematickým určením

vlastní suverenity, u kterých lze dohledat data o hrubé incidenci karcinomu hrdla dělohy, aktuálním počtu obyvatel a dostupnosti radioterapie.

Hlavním zdrojem informací o počtu obyvatel a případech registrovaných maligních onemocnění, stejně jako o absolutní a relativní incidenci a mortalitě karcinomu hrdla dělohy mi poskytly statistiky GLOBOCAN 2018, sestaveny pod záštitou WHO a IARC (<https://gco.iarc.fr>). Kromě souhrnných statistik GLOBOCAN 2018 mi cenné informace poskytly zejména národní populační nádorové statistiky (<https://gco.iarc.fr/today/fact-sheets-populations>), vypracované WHO pro jednotlivé země světa. Podle těchto dat bylo snadné spočítat relativní incidenci a mortalitu karcinomu hrdla dělohy vůči všem nádorovým onemocněním pro každou jednotlivou zemi zvlášť. Zařazení jednotlivých zemí světa podle hrubého národního produktu do již zmíněných čtyř kategorií (nízký HNP, nižší střední HNP, vyšší střední HNP a vysoký HNP) jsem čerpal z veřejně dostupných dat Světové banky (<https://data.worldbank.org>). Zařazení každé jednotlivé země mezi kontinenty a regiony jsem čerpal z národních statistik jednotlivých zemí dostupných na již zmíněných stránkách IARC a IAEA a na stránkách internetových světových statistik (<https://www.internetworldstats.com>). Rozložení absolutní a relativní incidence a mortality karcinomu hrdla dělohy v závislosti na světových regionech a jejich bohatství měřeném HNP jsem čerpal ze statistik IARC (<https://gco.iarc.fr/today/fact-sheets-cancers>).

Jednoduchým a všeobecně akceptovaným předpokladem, že asi polovina všech maligních onemocnění má prospěch z radioterapie, jsem z absolutní roční incidence maligních onemocnění odhadl počet pacientů, kteří v každé jednotlivé zemi potřebují ročně radioterapii. Nezbytné údaje o počtu center radioterapie a dostupnosti přístrojů pro zevní radioterapii a brachyterapii plánování léčby zářením jsem čerpal z již zmiňovaného DIRAC registru IAEA. Procentuální dostupnost radioterapie pro každou jednotlivou zemi jsem spočítal podle odhadů projektu ESTRO/QUARTS, že jeden megavoltážní zdroj zevní radioterapie má průměrnou kapacitu 450 pacientů za rok. Jelikož lze připustit, že při větším poměru paliativních indikací k radioterapii bude možné ozářit více pacientů na jednom přístroji ročně, budu pro účely této práce pracovat s výpočty založenými na průměrné kapacitě v rozmezí 450 – 500 pacientů na jeden přístroj ročně.

Na rozdíl od průměru všech malignit, kde má radioterapie přínos přibližně v polovině všech případů, jsou relativní potřeby zevní radioterapie u karcinomu hrdla dělohy výrazně větší. Je to zejména díky jejímu uplatnění nejen v adjuvantní terapii časných stádií, ale zejména pak v radikální terapii pokročilých stádií a v paliativní radioterapii nevyléčitelných fází onemocnění. V bohatých zemích, kde jsou potřeby radioterapie maligních onemocnění zcela

pokryty, jsou zcela pokryty i potřeby zevní radioterapie karcinomu hrdla dělohy. V rozvojových zemích, bez pokrytí potřeb zevní radioterapie, jsem však musel pro kalkulaci pokrytí potřeby zevní radioterapie jen pro karcinom hrdla dělohy vycházet z průměrné potřeby radioterapie pro pacientky s touto diagnózou. Karcinom hrdla dělohy se v rozvojovém světě vyskytuje s relativním zastoupením 45% ve stadiu stadií IB-IIA a 50% ve stadiu IIB-IVA.(20) Zevní radioterapii potřebuje podle publikovaných výpočtů 85.4% pacientek v rozvojových zemích s průměrnou potřebou 25 frakcí na jeden kurz radioterapie.

Odhadnout požadavky a dostupnost brachyterapie podle počtu případů karcinomů hrdla dělohy v jednotlivých zemích bylo o něco složitější. Vycházel jsem z již publikované znalosti, že brachyterapii potřebuje v celosvětovém průměru během léčby karcinomu hrdla dělohy napříč všemi stádii celkem 71.4% pacientek s průměrným počtem 2,9 frakcí na jednu pacientku.(33) Lze tak odhadnout, že na 1000 pacientek s touto diagnózou případně v průměru 2070 frakcí brachyterapie. Ve světě by tak bylo zapotřebí pokrýt ročně až 1 176 186 frakcí brachyterapie pouze u nádorů hrdla dělohy. Pokud budeme počítat s vysokým vytížením každého přístroje pro brachyterapii pouze a jen pro léčbu karcinomu hrdla dělohy a předpokladem, že aplikace jedné frakce brachyterapie trvá průměrně 1 hodinu, a že bude aplikováno průměrně 6 frakcí během jednoho pracovního dne, bude během jednoho roku (250 pracovních dnů) na jednom přístroji možné provést 1500 frakcí brachyterapie. Za splnění všech výše uvedených předpokladů by na 1000 pacientek s karcinomem hrdla dělohy bylo zapotřebí 1,38 přístroje pro brachyterapii. Takto intenzivní vytížení brachyterapie a to čistě jen pro pacientky s karcinomem hrdla dělohy je však značně nepravděpodobné a tak budeme počítat reálněji jen 4 frakce brachyterapie karcinomu hrdla dělohy v průměru za den. V takovém případě budou na 1000 pacientek zapotřebí již 2,07 přístroje pro brachyterapii. Potřeby na technické vybavení pro brachyterapii však budou značně nesourodé v závislosti na schopnostech a vytíženosti jednotlivých pracovišť a organizaci práce jednotlivých center. Pro účely své práce jsem tak provedl kalkulace dostupnosti a pokrytí požadavků brachyterapie ve světě podle průměrné kapacity 2 přístrojů na 1000 pacientek (tzn. 2 přístroje na 2070 frakcí za rok, tj. zaokrouhleně 1 přístroj na 1000 frakcí za rok). Tento odhad však dle mého názoru představuje spíše maximální možné kapacity brachyterapie karcinomu hrdla dělohy ve světě a reálná dostupnost této léčby tak bude s největší pravděpodobností ještě horší.

Pro výpočty dostupnosti zkušeného personálu na léčbu zářením pacientek s karcinomem hrdla dělohy ve světě, jsem se pokusil dohledat počty atestovaných radiačních onkologů, lékařských fyziků a radiologických asistentů v jednotlivých zemích. Pro tyto účely jsem vycházel ze statistik WHO a profilů jednotlivých zemí pro léčbu nádorových onemocnění

z roku 2020 (<https://www.who.int/cancer/country-profiles/en>). Ze stejných statistik jsem čerpal data o počtu přístrojů výpočetní tomografie, magnetické rezonance a pozitronové emisní tomografie v jednotlivých zemích. Jedná se z většiny případů o aktuální data z let 2019 až 2020, která však nejsou vždy kompletní a chybějící informace jsem se pokusil dohledat z národních statistik WHO z dřívějších let.

Seznam všech dohledaných zemí ve světě čítal celkem 203 položek. U naprosté většiny zemí, bohužel však ne u všech, byla dostupná data o incidenci všech malignit a karcinomu hrdla dělohy, či o dostupnosti radioterapie. Celkem 18 zemí tyto statistiky postrádalo a to z následujících důvodů: Monako má společné statistiky s Francií, Vatikán a San Marino s Itálií, Andora s Francií a se Španělskem, Lichtenštejnsko se Švýcarskem. Tyto země sice nemají vlastní statistiky incidence karcinomu hrdla dělohy a dle registrů IAEA nemají k dispozici vlastní centra pro radioterapii, lze však předpokládat, že všem pacientkám z těchto oblastí se dostane léčby v okolních zemích, do jejichž statistik jsou již tyto případy zaznamenány. K větší ztrátě tak v těchto zemích pravděpodobně nedochází.

Zbývajících 13 zemí představují malé ostrovní státy v Karibiku (Antigua a Barbuda, Dominika, Grenada, Svatý Kryštof a Nevis, Svatý Vincenc a Grenadiny), Oceánii (Mikronésie, Tuvalu, Kiribati, Marshallovy ostrovy, Nauru, Palau, Tonga) a africké Seychely. Informace o incidenci maligních nemocí ani karcinomu hrdla dělohy z těchto zemí dostupné nejsou. Stejně tak není dostupná informace, jaké procento pacientek z těchto zemí, které dle statistik IAEA nedisponují vlastní ozařovací technikou, vyhledá pomoc v zemích okolních. Ani těchto 13 zemí jsem ale nemusel z dalších výpočtů zcela vyřadit, čímž by došlo ke ztrátě informace stejně pouze od 985 tisíců obyvatel naší planety. Podle počtu obyvatel těchto obtížně dohledatelných regionů a podle průměrné incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen v těchto či okolních regionech totiž lze relativně spolehlivě spočítat, že dostupným statistikám možná unikne z těchto malých ostrovních oblastí zanedbatelných 89 pacientek ročně (přibližně 35 případů z ostrovů Karibiku, 41 případů u ostrovů Mikronésie a Oceánie a 13 pacientek ze Seychel). Tyto pacientky jsem tak raději přiřadil k větším zemím v daném regionu (pokud již nejsou v jejich statistikách zařazeny), pro které údaje o dostupnosti radioterapie máme k dispozici. Část pacientek si přístup k léčbě jistě najde i v těchto ostrovních regionech, a to pravděpodobně ve stejném procentu, jako ostatní pacientky v daném regionu.

Základní statistiky nutné k výpočtu dostupnosti radioterapie pro pacientky s karcinomem hrdla dělohy ve světě, tak byly kompletně dostupné celkem ze 190 zemí z celého světa. V těchto zemích žilo v roce 2020 podle internetových světových statistik 7 675 193 340

z 7 676 178 340 celosvětové populace (tj. 99,99%). Ze zbývajících 13 zemí byly tyto statistiky spočítány nepřímou, čímž bylo doplněno chybějících 0,01%. Všechny případy použité pro výpočet dostupnosti radioterapie karcinomu hrdla dělohy ve světě však zahrnují pouze registrované (plus podle nich dopočítané) případy karcinomu hrdla dělohy v roce 2018 a registrované kapacity ozařovací techniky ve stejném období (2018 - 2020) v celosvětové populaci. Neregistrované případy onemocnění, které unikají národním onkologickým hlášením jednotlivých zemí, již dohledat nelze. A zejména v zemích rozvojových bez kvalitního zdravotnického systému a bez spolehlivého hlášení případů lze počítat s nemalým únikem informací. A jelikož jsou informace IAEA o dostupnosti radioterapie v zaostalých regionech spolehlivější než hlášení jednotlivých případů onemocnění, bude skutečný stav dostupnosti radioterapie karcinomu hrdla dělohy ve světě ve skutečnosti ještě horší, než odhadují mé výpočty.

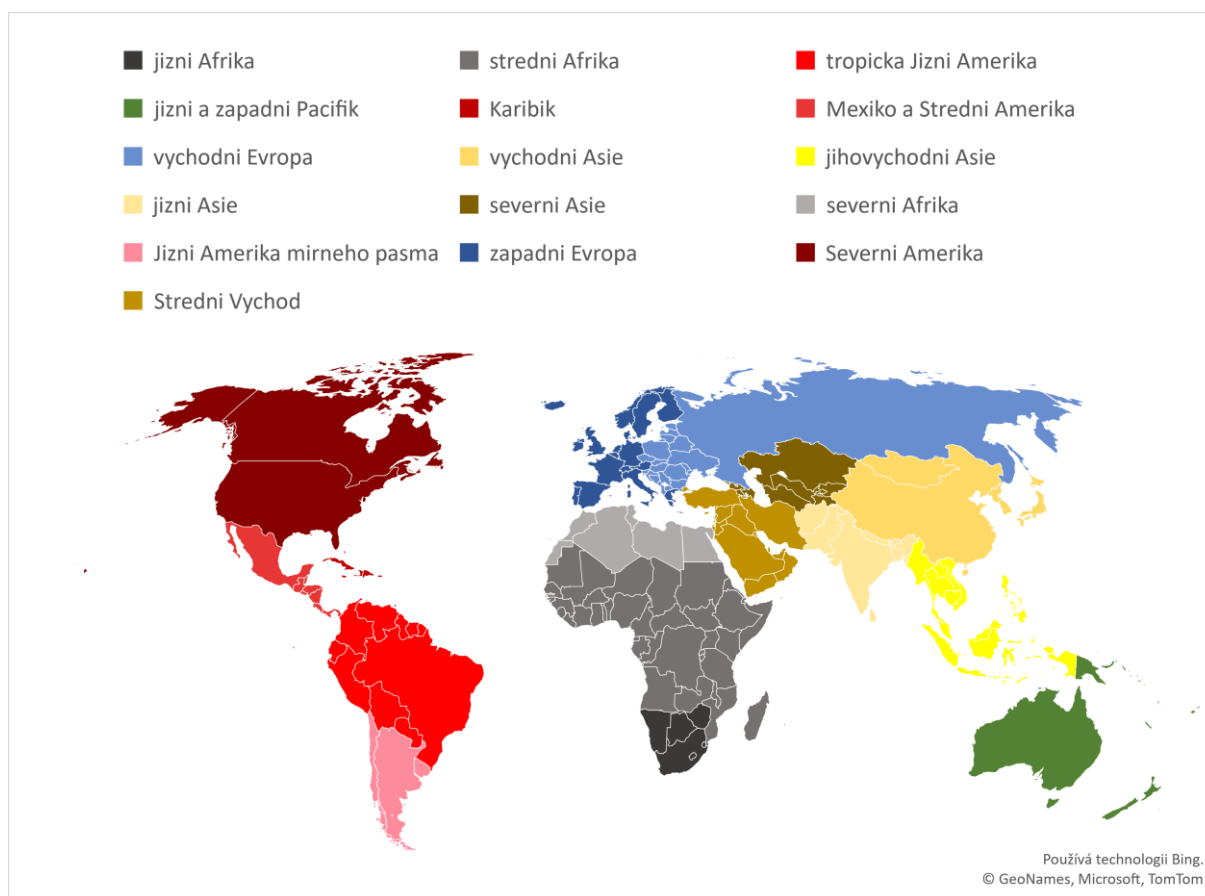
Statistické metody

Základní deskriptivní statistické metody (jako je medián, aritmetický průměr, 95% intervaly spolehlivosti, ad.) byly použity k běžnému hodnocení spojitých dat. U výskytu kategorických dat byly použity absolutní a relativní frekvence. K výpočtu vlivu bohatství zemí měřeném HNP na výskyt preventivních, diagnostických, léčebných a prognostických závislých proměnných byl použit chí-kvadrát v případě kategorických proměnných a nepárový dvou výběrový t-test v případě spojitých proměnných s normálním rozložením dat. Statistické analýzy byly provedeny statistickým softwarem NCSS 8 (NCSS, Keyville, Utah).

7.2. Výsledky

Ze 190 dále studovaných zemí bylo celkem 54 zemí v Africe, 48 v Asii, 44 v Evropě, 32 v Latinské Americe a Karibiku, 10 v Oceánii a 2 v Severní Americe. Pro sledování regionálních rozdílů byly země světa dále rozděleny do 16 menších regionů: severní Afrika (5 zemí), střední Afrika (43 zemí), jižní Afrika (6 zemí), jihovýchodní Asie (11 zemí), jižní Asie (8 zemí), východní Asie (5 zemí), severní Asie (8 zemí), Střední Východ (16 zemí), východní Evropa (20 zemí), západní Evropa (24 zemí), Jižní Amerika mírného pásma (3 země), tropická Jižní Amerika (10 zemí), Karibik (11 zemí), Mexiko a Střední Amerika (8 zemí), Severní Amerika (2 země) a jižní a západní Pacifik (10 zemí).

Obrázek 16: Rozdělení světa a kontinentů do jednotlivých regionů dle IAEA

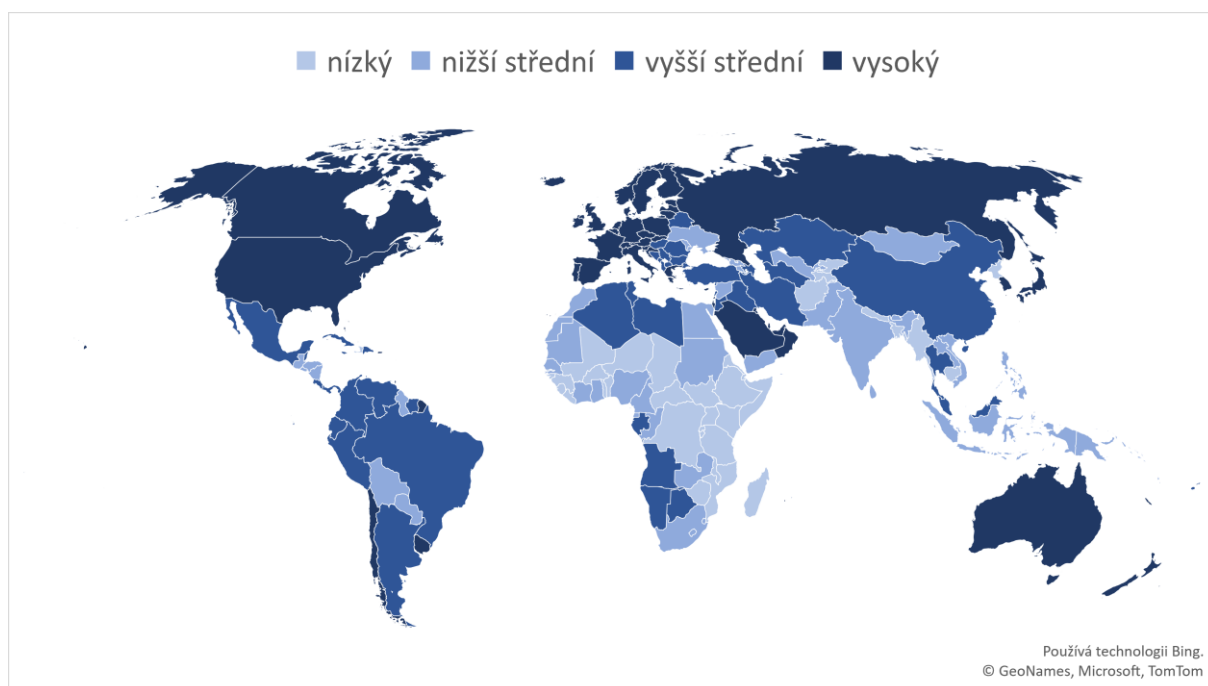


Podle hrubého národního produktu se ze studovaných 190 zemí světa řadí 61 mezi země s vysokým HNP, 47 mezi země s vyšším středním HNP, 45 mezi země s nižším středním HNP a 37 mezi země s nízkým HNP.

Tabulka 19: Rozložení počtu zemí podle HNP na jednotlivých kontinentech

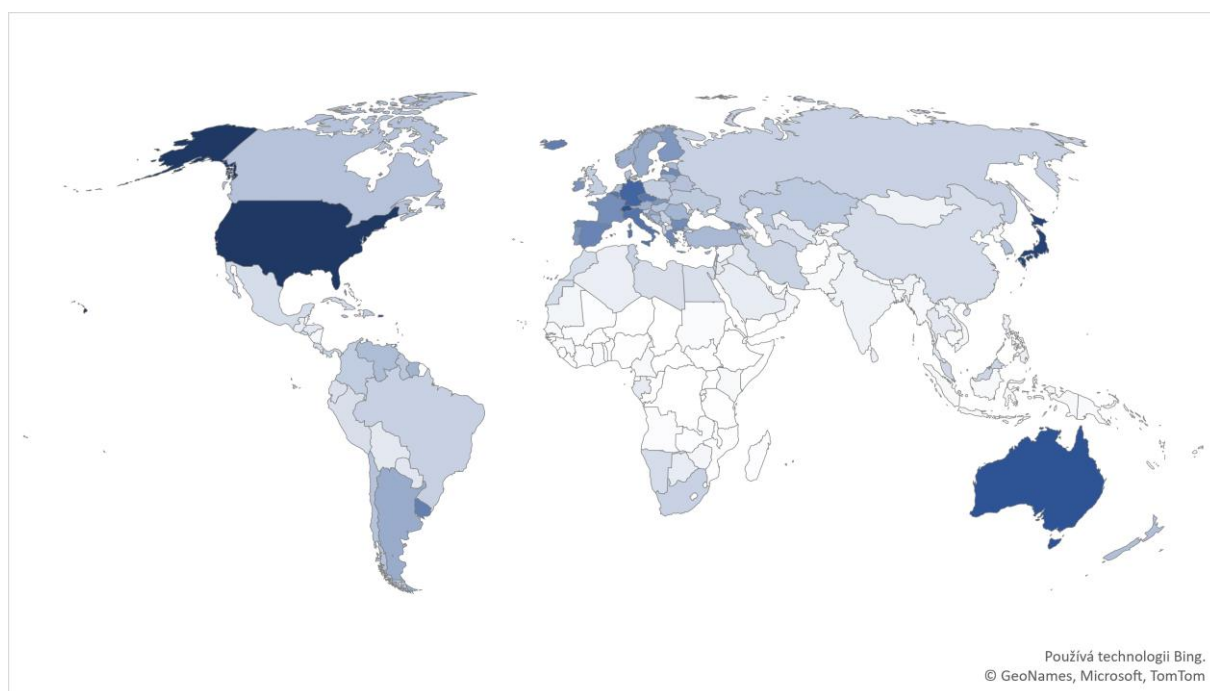
	Vysoký HNP	Vyšší střední HNP	Nižší střední HNP	Nízký HNP
Afrika	1	8	18	27
Asie	11	13	15	9
Evropa	33	9	2	0
Latinská Amerika a Karibik	9	15	7	1
Oceánie	5	2	3	0
Severní Amerika	2	0	0	0

Obrázek 17: Mapa světa a jednotlivých zemí podle hrubého národního produktu.

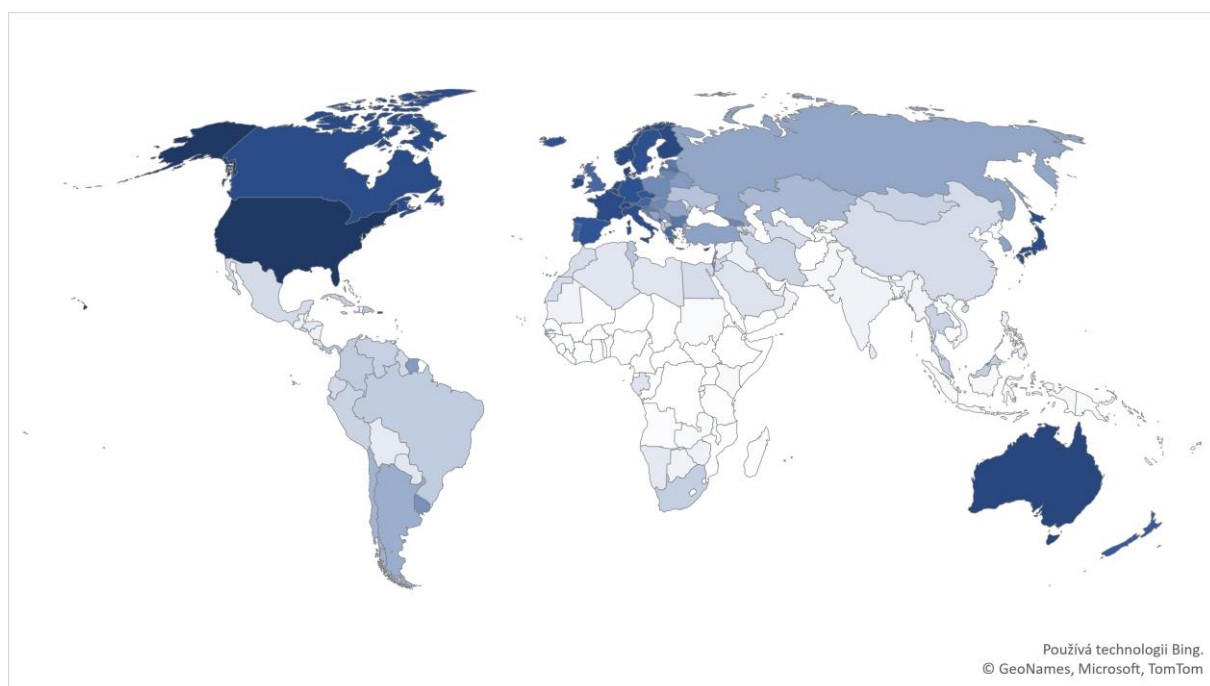


Podle mých výpočtů připadá celosvětově na jeden milion obyvatel v průměru 0,945 center radioterapie a 2,05 megavoltážní přístroje pro zevní radioterapii. Těmito statistikám vévodí Spojené Státy Americké s průměrným počtem 7,7 center a 11,6 přístrojů pro zevní radioterapii na milion obyvatel. Celkem 45 zemí ze studovaných 190 zemí nemá vybudované žádné centrum pro radioterapii. Jen pro doplnění uvádím, že podle koncepce oboru radiační onkologie v Čechách by mělo na jeden megavoltážní ozařovač připadat 180 000 obyvatel, tedy 5,5 ozařovačů na milion obyvatel.

Obrázek 18: Mapa světa podle průměrného počtu center na milion obyvatel.



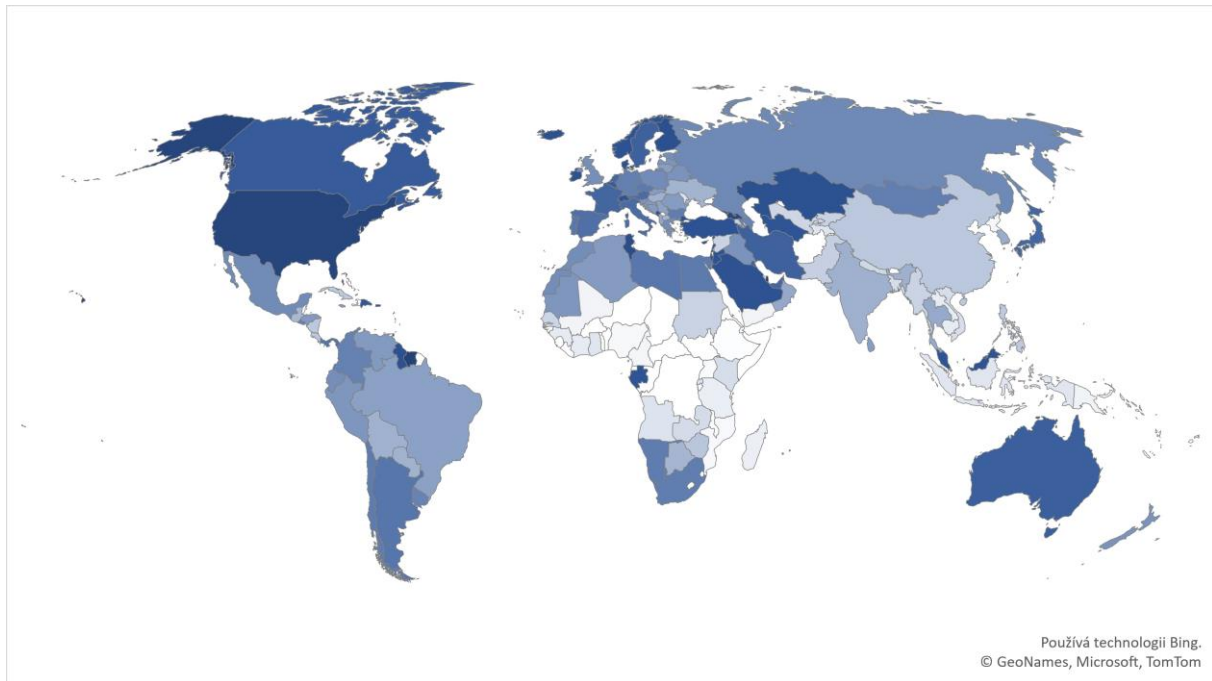
Obrázek 19: Mapa světa podle průměrného počtu zevních ozařovačů na milion obyvatel.



Za předpokladu, že bude každá země potřebovat v průměru jeden megavoltážní přístroj pro zevní radioterapii na každých svých 450 pacientů, kteří radioterapii potřebují, jsem vypočítal celkovou celosvětovou potřebu 19 949 přístrojů jen pro zevní radioterapii. Pouze 40 zemí světa má podle těchto odhadů zcela naplněnou kapacitu přístrojů pro zevní radioterapii. Řada z těchto zemí má dokonce potřebnou kapacitu ozařovačů značně překročenu. Těmito statistikám vévodí Katar, který má přístrojové potřeby pokryty z 213%, zatímco celosvětový

průměr je 54,9%. Ve zbývajících 150 zemích světa chybí dle mých výpočtů celkem 7 451 přístrojů pro zevní radioterapii.

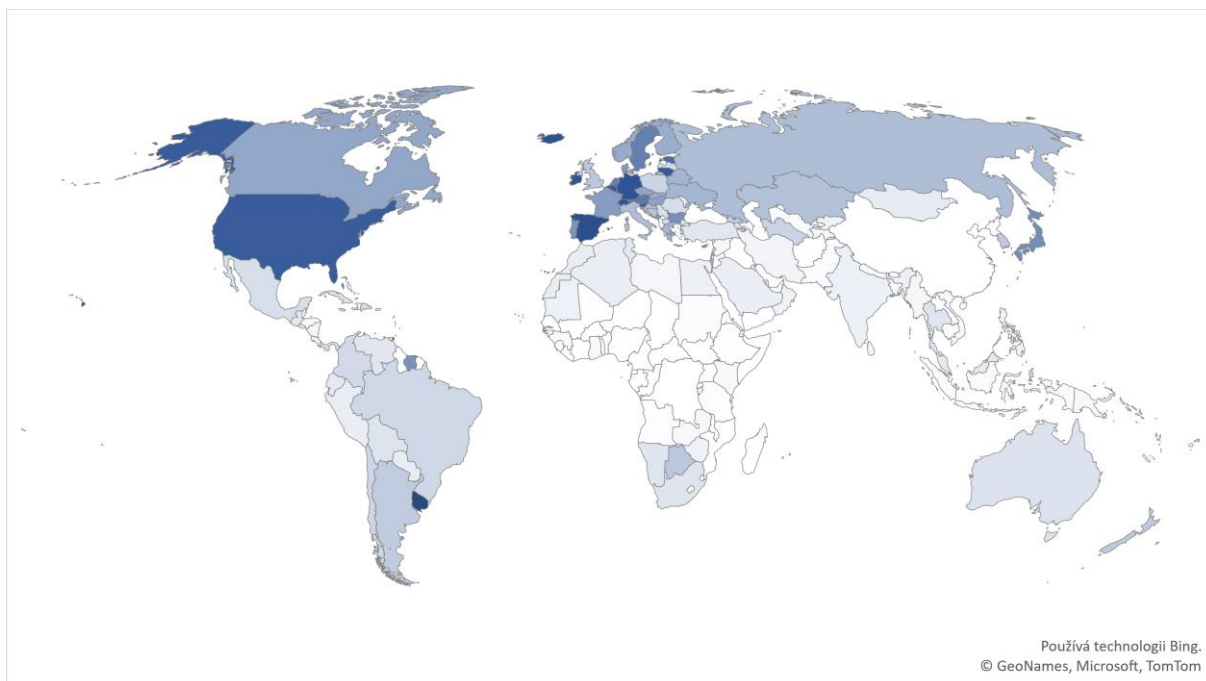
Obrázek 20: Mapa světa podle průměrného počtu zevních ozařovačů na 450 pacientů vhodných k radioterapii za rok.



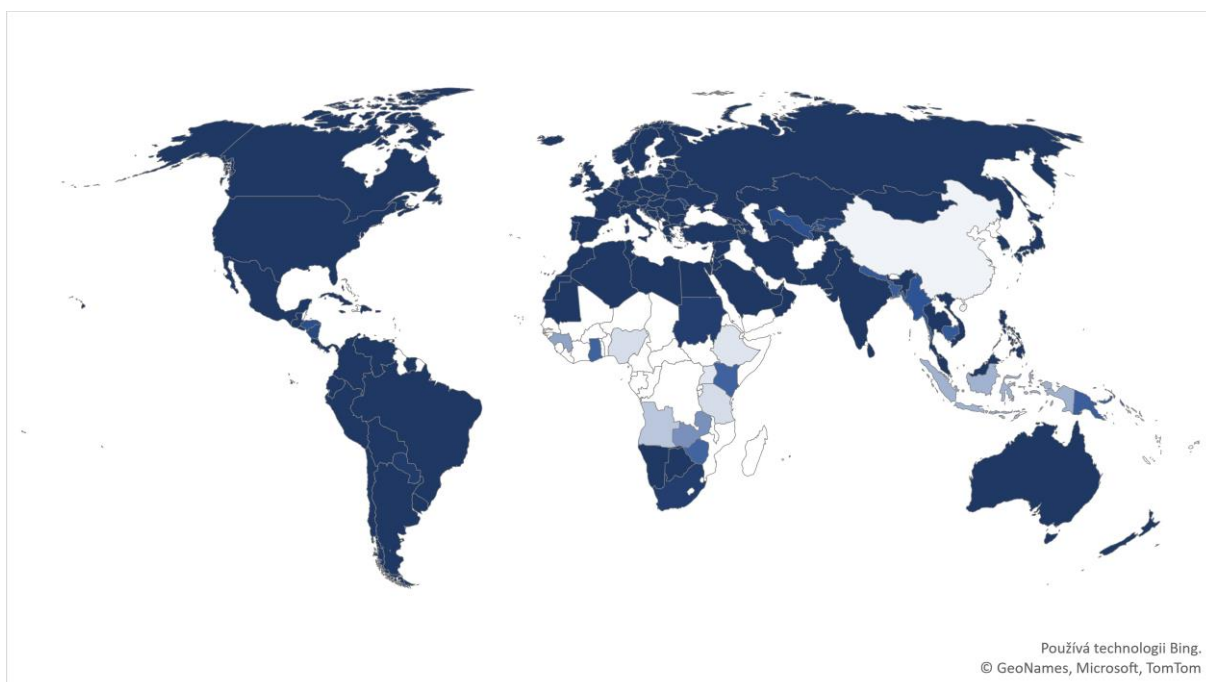
Pokud by byly všechny přístroje pro brachyterapii ve světě využívány pouze pro léčbu pacientek s karcinomem hrdla dělohy a léčily by v průměru 1 000 frakcí ročně každý, bylo by ve světě potřeba celkem 1 176 přístrojů pro brachyterapii. Celkový počet přístrojů ve světě je dokonce 3 291, přesto by bylo nutné dalších minimálně 481 přístrojů do potřebných zemí instalovat, aby se předpokládané kapacity pro brachyterapii karcinomu hrdla dělohy naplnily. Tato diskrepance je způsobená značnou nadbytečnou kapacitou brachyterapie v bohatých zemích, které ji však zdaleka nevyužívají dominantně z této indikace. Skutečnou potřebu přístrojů pro brachyterapii na pokrytí všech diagnóz lze spočítat jen velice obtížně, neboť nejsou zcela standardizovány její indikace. Pouze léčba gynekologických malignit se bez brachyterapie neobejde, zatímco její použití v léčbě karcinomu prsu, prostaty a dalších lokalit je zcela fakultativní. Podle koncepce radioterapie v České republice by mělo na jeden afterloadingový přístroj připadat zhruba 700 000 obyvatel, tedy 1,43 přístroje na milion obyvatel. Průměrný počet přístrojů na jeden milion obyvatel ve světě je 0,61, spočteno podle kapacit a obyvatel jednotlivých států. Těmto statistikám vévodí Martinik s 5,3 přístroji na

milion obyvatel (pozn. pouze 2 přístroje celkem) a Trinidad a Tobago s 5,0 přístroji na milion obyvatel (pozn. celkem 7 přístrojů).

Obrázek 21: Mapa světa podle průměrného počtu přístrojů brachyterapie na milion obyvatel.



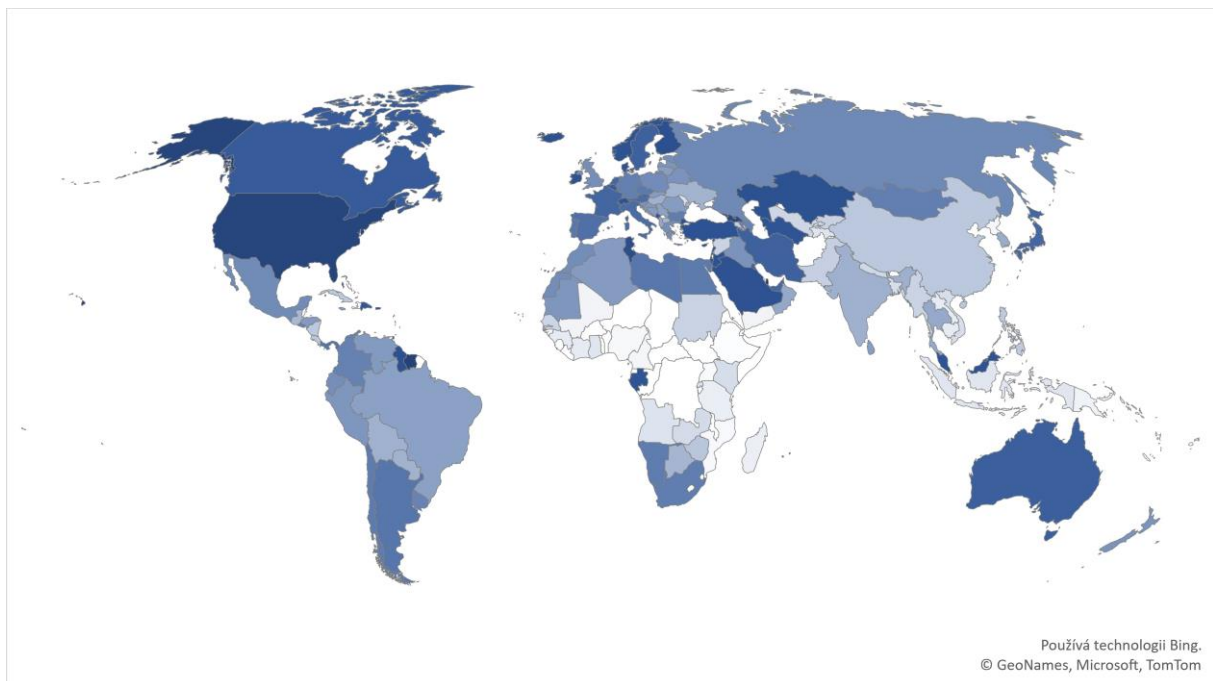
Obrázek 22: Mapa světa podle procentuální dostupnosti brachyterapie (0-100%).



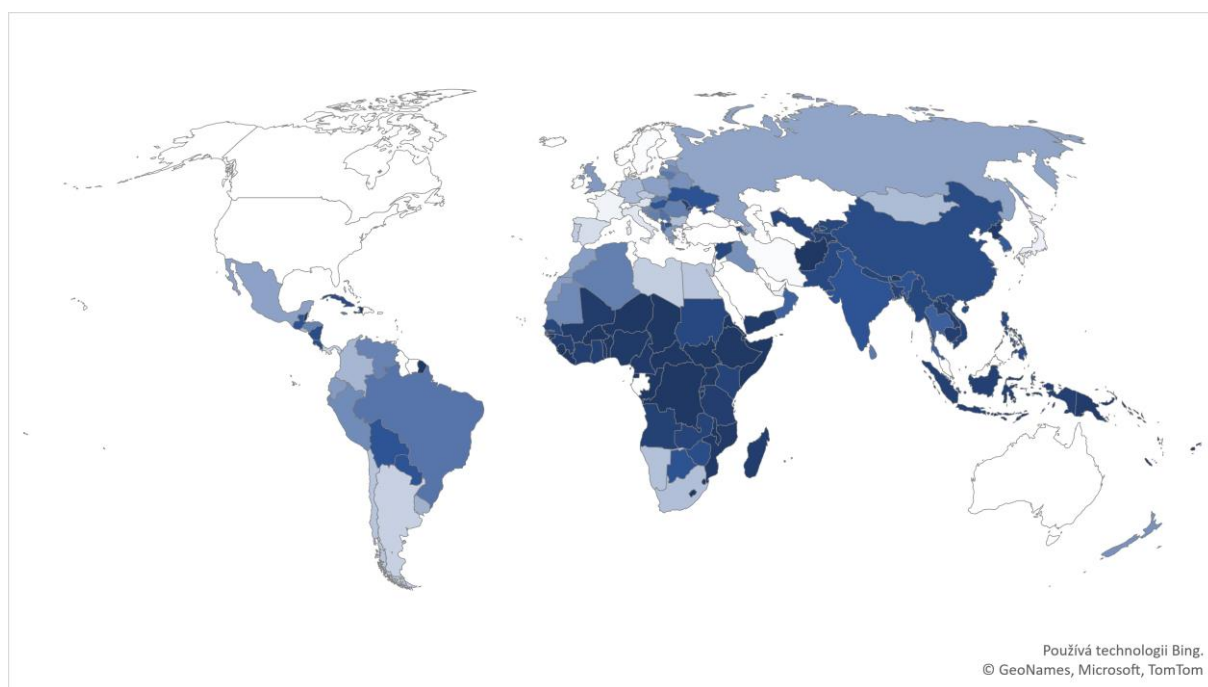
Ve všech zemích jsem podle jednotlivých národních statistik identifikoval pro další výpočty 7 760 057 200 obyvatel a celkem 17 953 919 maligních onemocnění za rok 2018 (tj 99,3% všech případů z celosvětových statistik IARC). Celosvětový odhad počtu obyvatel, kteří potřebují radioterapii jsem vypočítal jako 50% z celkového počtu malignit. Podle této kalkulace potřebuje ve světě radioterapii 8 976 960 pacientů za rok.

Podle počtu přístrojů pro megavoltážní radioterapii v každé jednotlivé zemi a počtu pacientů, kteří v dané zemi ročně potřebují zevní radioterapii jsem vypočítal, že celosvětově jsou kapacity radioterapie naplněny z 62,6 - 66,8%, při kapacitě 450 – 500 pacientů na jeden přístroj ročně. V roce 2018 tak byla radioterapie dostupná pro 5 623 931 až 5 999 407 pacientů. Radioterapie naopak nebyla podle těchto výpočtů dostupná pro 2 977 553 až 3 353 029 pacientů (33,2 – 37,4%).

Obrázek 23: Mapa světa podle procentuální dostupnosti zevní radioterapie (0-100%).



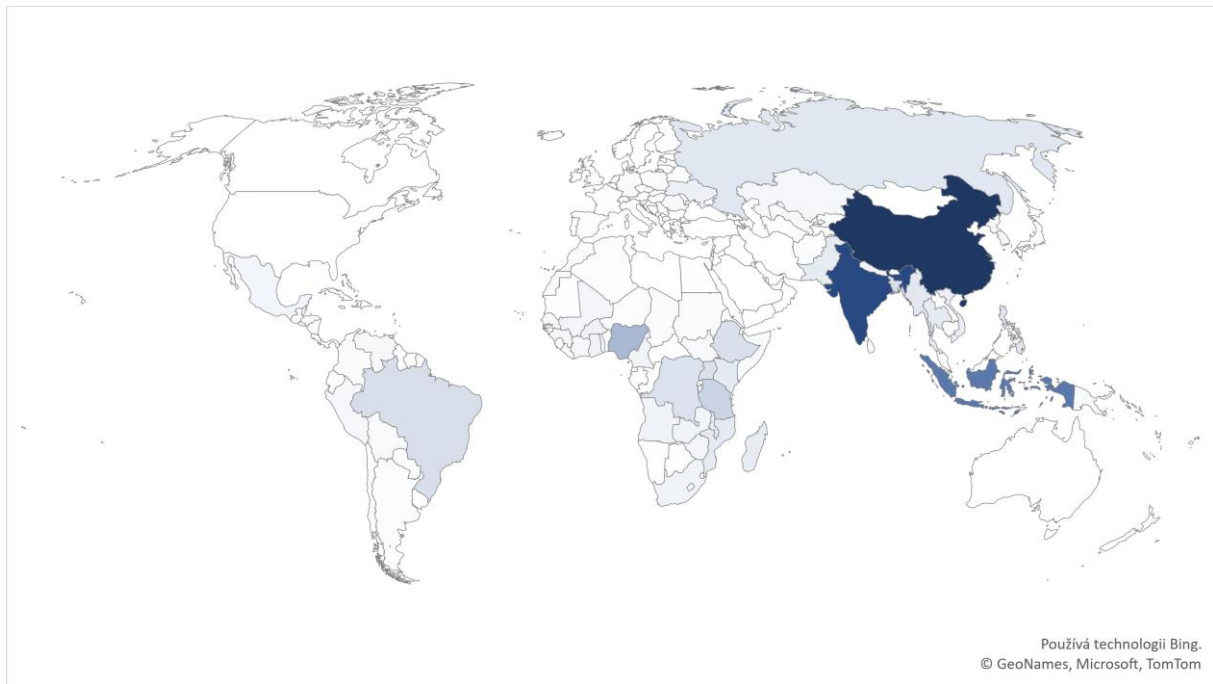
Obrázek 24: Mapa světa podle procentuální nedostupnosti zevní radioterapie (0-100%).



Podle národních statistik o incidenci karcinomu hrdla dělohy v roce 2018 jsem dohledal celkem 568 041 případů karcinomu hrdla dělohy, což je hned 99,7% z 569 847 všech případů uváděných v souhrnných statistikách IARC. Obdobně jsem po sečtení případů úmrtí na tuto nemoc v každé zemi zvlášť dohledal celkem 310 434 úmrtí z celosvětových 311 365 případů dle IARC (obdobně 99,7%). Z nalezených 568 041 pacientek s karcinomem hrdla dělohy potřebovalo podle mých výpočtů zevní radioterapii hned 485 107 pacientek (85,4%) a brachyterapii 405 581 pacientek (71,4%).

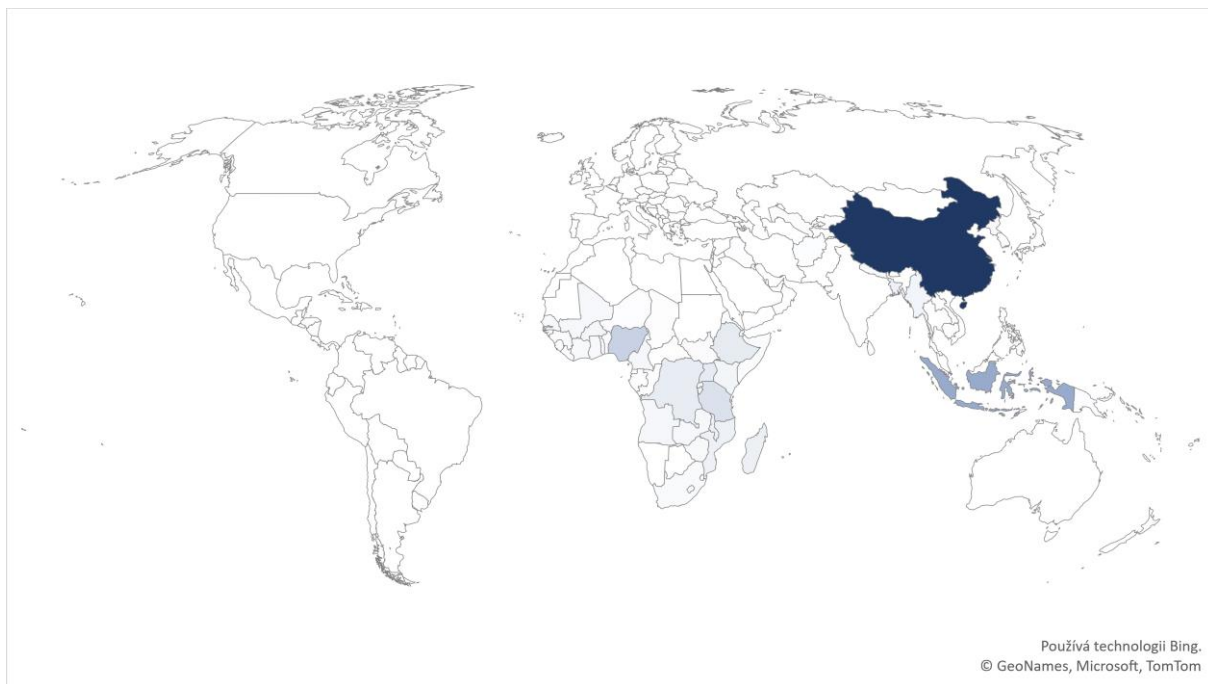
Zevní radioterapie byla podle spočítané procentuální dostupnosti radioterapie v dané zemi a podle průměrného počtu pacientek s karcinomem hrdla dělohy, u kterých je radioterapie v každé jednotlivé zemi indikovaná, dostupná celosvětově pro celkem 212 195 až 234 405 pacientek, tj. pro 43,7 – 48,3% všech pacientek, které ročně ve světě zevní radioterapii potřebují. Nedostupná byla naopak pro 250 702 až 272 912 pacientek (51,7 – 56,3%).

Obrázek 25: Mapa světa podle absolutního počtu pacientek s karcinomem hrdla dělohy, pro které je zevní radioterapie nedostupná.

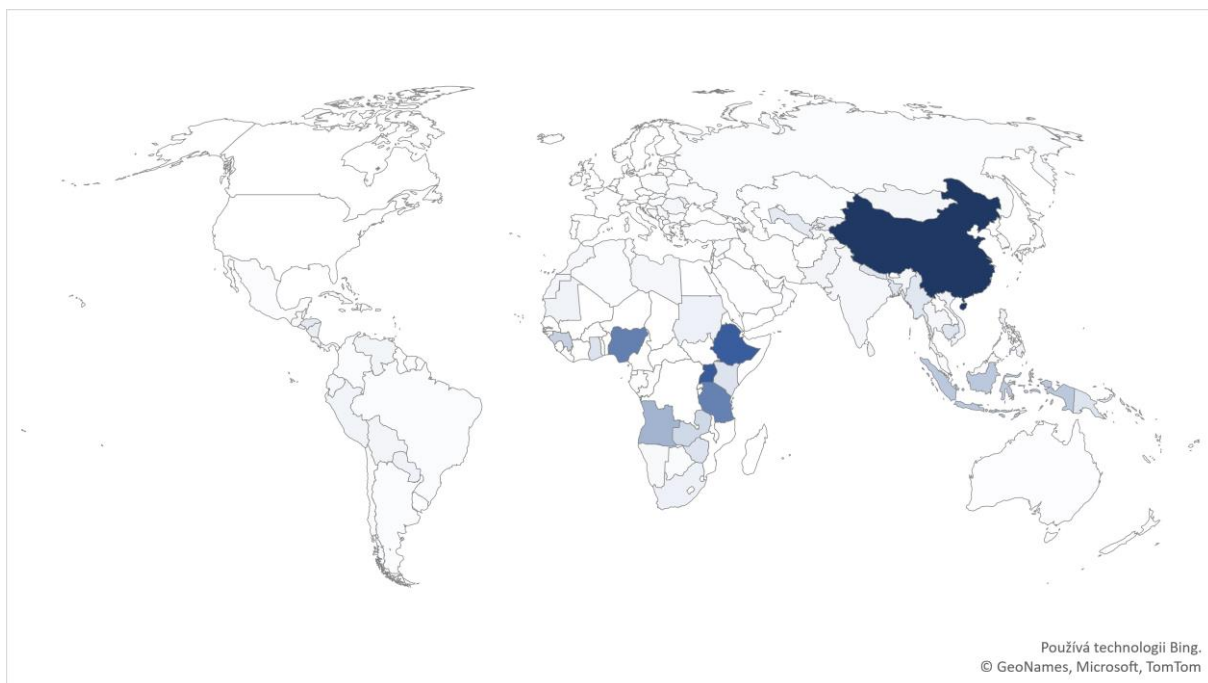


Dostupnost brachyterapie celosvětově dopadla podle mých výpočtů o něco lépe, než dostupnost zevní radioterapie. Konkrétně jsem spočítal, že k brachyterapii by mělo mít relativně dobrý přístup 239 561 pacientek (59,1%), zatímco nedostupná by měla být pro celkem 166 020 (40,9%) z 405 581 žen, které mají dle výpočtů z brachyterapie léčebný benefit. Tento odhad je však založený na předpokladu poměrně vysoké vytíženosti pracovišť brachyterapie, zejména pak v rozvojových regionech, což je předpoklad, který nemusí být naplněn. Skutečná dostupnost brachyterapie ve světě tak může být ještě o něco nižší, avšak neměla by být nižší, než dostupnost zevní radioterapie, jelikož se jedná o technicky méně náročnou a finančně méně nákladnou léčebnou modalitu, která má v rozvojových zemích delší tradici, než megavoltážní přístroje pro teleterapii.

Obrázek 26: Mapa světa podle absolutního počtu pacientek s karcinomem hrdla dělohy, pro které je brachyterapie nedostupná.



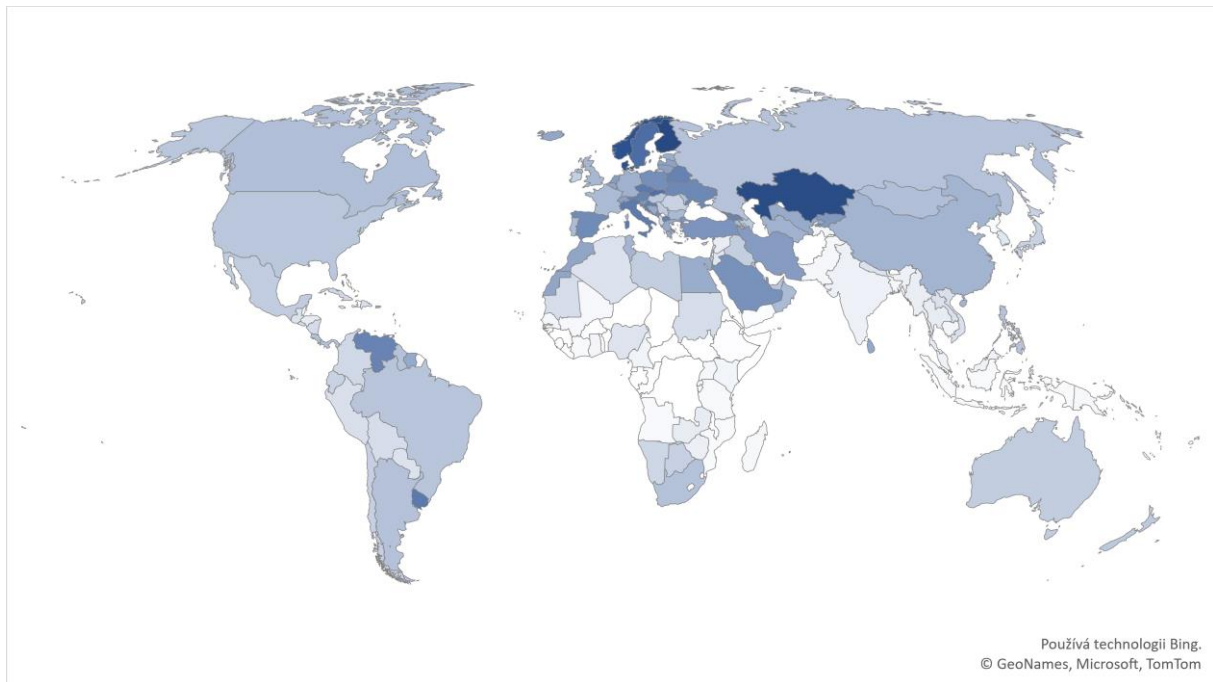
Obrázek 27: Mapa světa podle průměrného počtu pacientek s karcinomem hrdla dělohy na jeden přístroj brachyterapie.



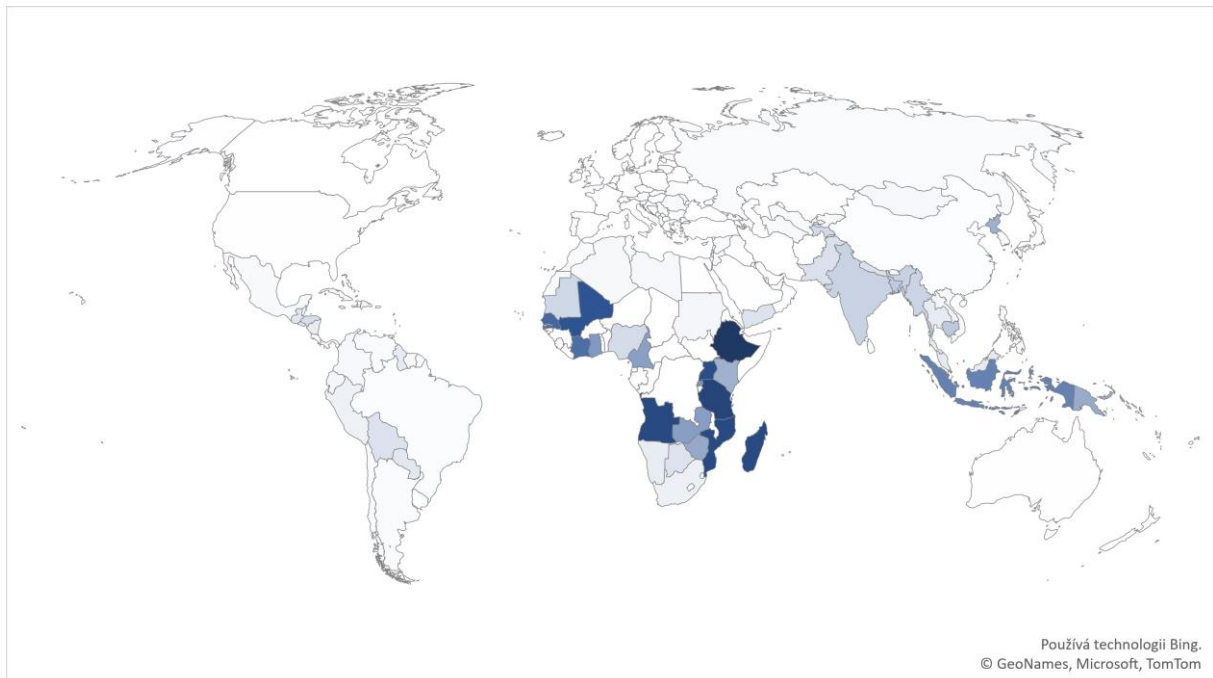
Ve světě jsem díky statistikám WHO identifikoval celkem 25 103 radiačních onkologů. Na jednoho identifikovaného radiačního onkologa tak připadá v průměru 357,6 pacientů k radioterapii ročně. Jen pro srovnání, podle koncepce oboru v naší zemi by mělo na jednoho radiačního onkologa se specializovanou způsobilostí připadat maximálně 200 nových pacientů ročně. Personálně by tak byly celosvětové kapacity radiačních onkologů naplněny pouze z 56% a pokud by se toto procento počítalo jako průměr průměrů jednotlivých zemí, bylo by pouze 45,5%. Toto procento se tedy v jednotlivých zemích značně liší v rozmezí od 0%, tam kde není radiační onkolog dostupný vůbec do 305% v Bahrajnu, kde jsou kapacity naplněny hned trojnásobně. Pouze 20 zemí světa má dostatečný počet radiačních onkologů se specializovanou způsobilostí, pokud by mělo na jednoho připadat maximálně 200 pacientů ročně. Podle tohoto kritéria by pak ve světě chybělo celkem 19 782 radiačních onkologů, konkrétně pak například 3590 v Číně, 2530 v Indii, 660 v Brazílii, 630 v Rusku, nebo 140 v Argentině. Toto číslo je však jen teoretické, neboť radiační onkolog těžko najde svou práci v zemi bez poptávky, kde není zbudované dostatečné množství center pro léčbu zářením, ani zajištěné přístrojové a další personální vybavení. Ve vyspělých zemích s dostatečným vybavením však lze na základě tohoto požadavku personální potřeby relativně přesně spočítat. Tak například ve Spojených státech amerických by na základě dostupných dat a výše uvedených předpokladů nyní chybělo až 2640 radiačních onkologů, v Japonsku pak 1300, ve Francii 440, v Británii 400, v Austrálii 270, v Kanadě 260, v Jihoafrické Republice asi 120, ve Spojených Arabských Emirátech pak jen 5.

Jen pro úplnost, v České republice by bylo podle stejného kritéria v roce 2018 zapotřebí celkem 163 atestovaných radiačních onkologů, což by mělo být zcela pokryto 186 atestovanými lékaři v tomto oboru ve stejném roce. Z okolních zemí by pak podle stejných kritérií chybělo 460 lékařů v Německu, 88 v Maďarsku, jen 2 v Polsku, zatímco na Slovensku a v Rakousku jsou lékařské kapacity zcela naplněny, podobně jako u nás. Podobně by měly být lékařské kapacity již naplněny ve Finsku, Švédsku, Norsku, Dánsku, Itálii, Španělsku, Chorvatsku, Černé Hoře, Ukrajině, Gruzii, Severní Makedonii, Bělorusku, Kazachstánu, Uruguayi, Venezuele, v Kataru a na Mauriciu. Nutno však zopakovat, že tyto kalkulace počítají s předpokladem, že všichni atestovaní radiační onkologové pracují v oboru radioterapie a plánují léčbu alespoň 200 pacientů ročně. Pokud by se pak stávající lékaři světa měli spravedlivě podělit o všechny pacientky s karcinomem hrdla dělohy, které v celém světě potřebují radioterapii, připadalo by na každého radioterapeuta 19,3 pacientek k zevní radioterapii a 46,9 frakcí brachyterapie ročně.

Obrázek 28: Mapa světa podle průměrného počtu radičních onkologů na 200 ozařovaných pacientů za rok.

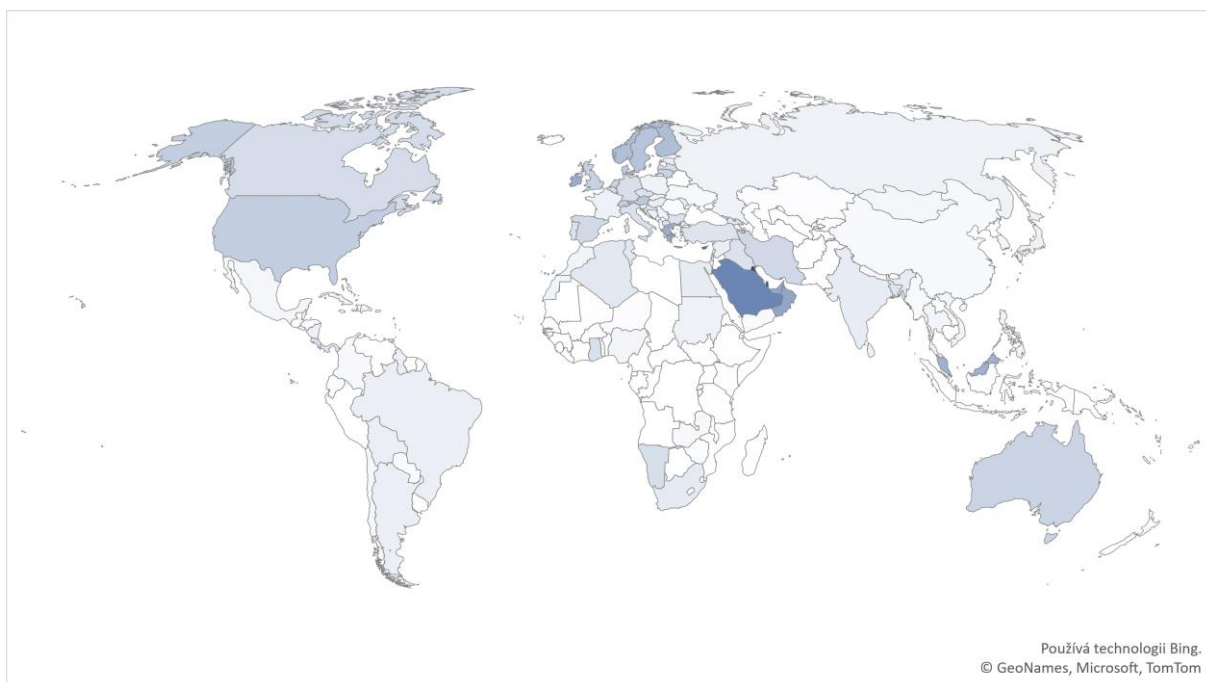


Obrázek 29: Mapa světa podle průměrného počtu patientek s karcinomem hrdla dělohy na jednoho radičního onkologa za rok.



Ve světě se mi podle národních statistik WHO jednotlivých zemí podařilo identifikovat celkem 33 977 lékařských fyziků a 362 649 radiologických asistentů. Nelze již však dopátrat, kolik z nich se věnuje výhradně radioterapii a kolik nukleární medicíně, radiodiagnostice, experimentální fyzice, výuce, či jiným oborům. Proto tak nelze efektivně spočítat naplnění personálních kapacit těchto specializací jen pro radioterapii. Pokud by se například všichni lékařští fyzici světa věnovali pouze radioterapii, připadalo by v průměru 2,87 fyzika na jeden megavoltážní ozařovač, počítáno podle průměrů v jednotlivých zemích. Tyto kapacity by tak byly ve světě dostatečné, avšak od tohoto ideálu jsme jistě daleko.

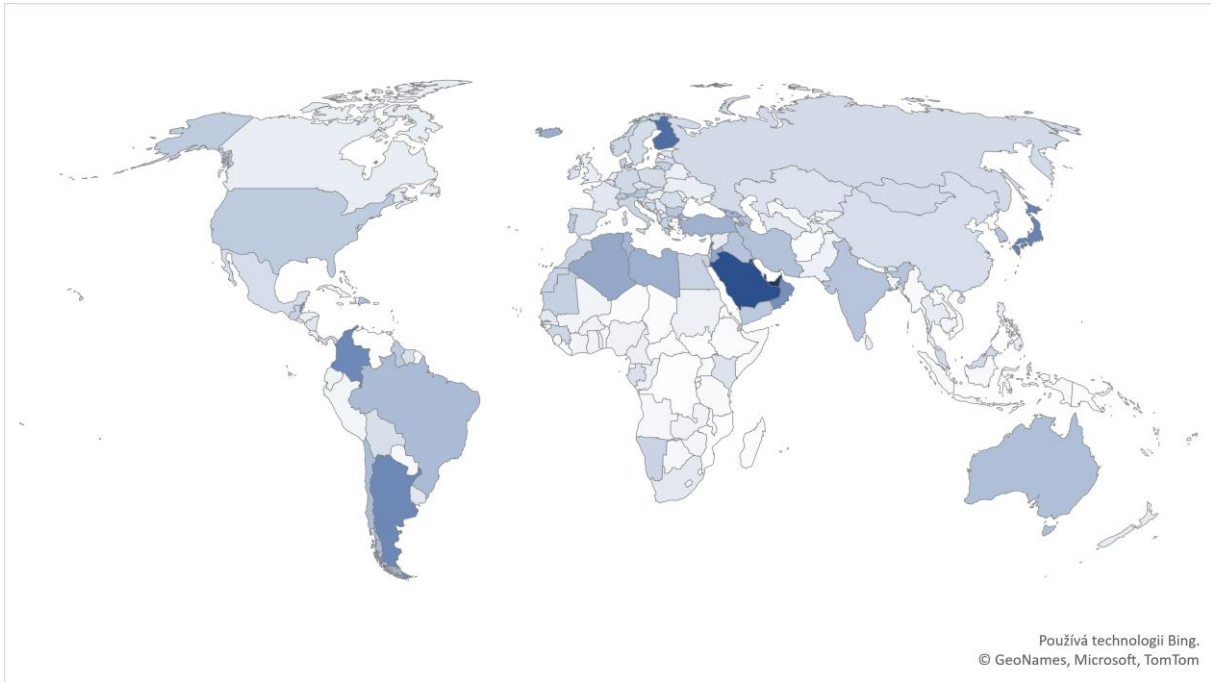
Obrázek 30: Mapa světa podle průměrného počtu radiačních fyziků na 10 tisíc onkologických pacientů za rok.



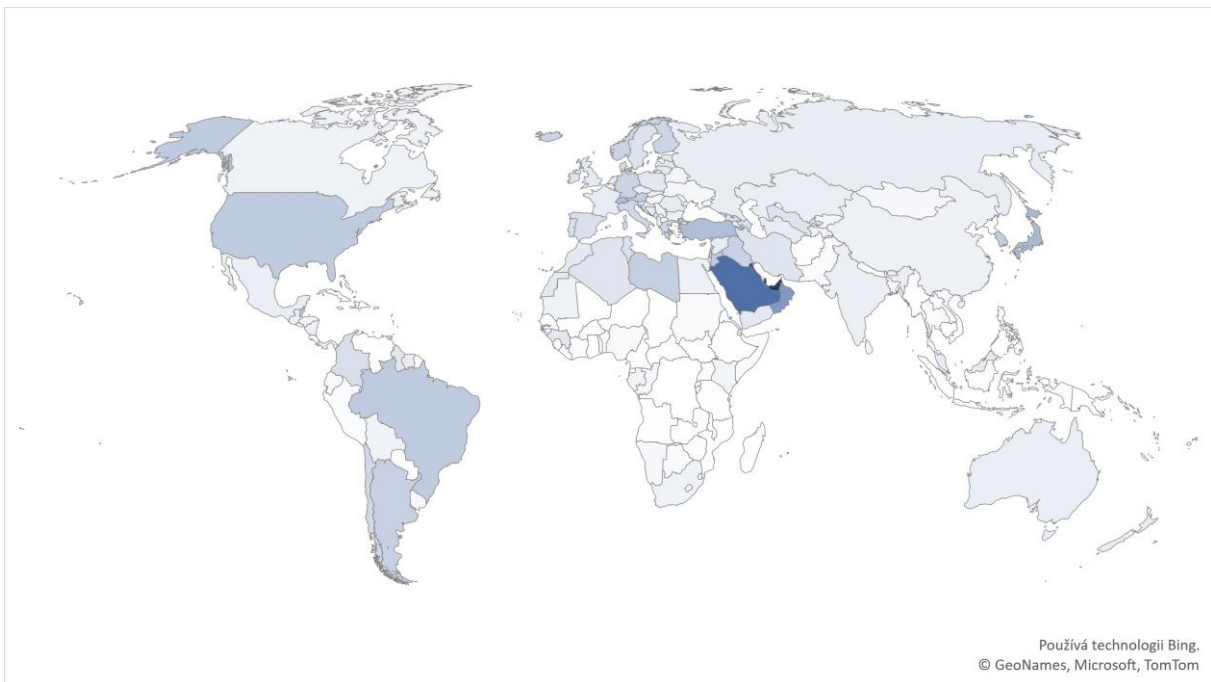
Podle národních statistik WHO bylo také možno dohledat a dopočítat počet CT přístrojů ve světě, který dle mých výpočtů čítá 94 252 kusů. Průměrný počet CT přístrojů na 10 000 nově diagnostikovaných onkologických pacientů za rok, počítaný z průměrů jednotlivých zemí, je celosvětově 42,1. Této statistice vévodí Spojené Arabské Emiráty s 422,8 CT přístroji na 10 000 onkologických pacientů. Na světě je celkem 18 zemí, ve kterých není dostupný žádný CT přístroj, nebo nejsou dohledatelná data o jeho instalaci. Na 1 000 nově diagnostikovaných případů karcinomu hrdla dělohy pak připadá celosvětově průměrně 248,6 CT přístrojů, počítáno podle průměrů jednotlivých zemí. Nejvyšší počet CT přístrojů na 1 000 pacientek

s karcinomem hrdla dělohy je 373 ve Spojených Arabských Emirátech, kde je vysoká relativní koncentrace CT přístrojů oproti nízkému počtu případů karcinomů.

Obrázek 31: Mapa světa podle průměrného počtu CT přístrojů na 10 tisíc nově diagnostikovaných onkologických pacientů za rok.

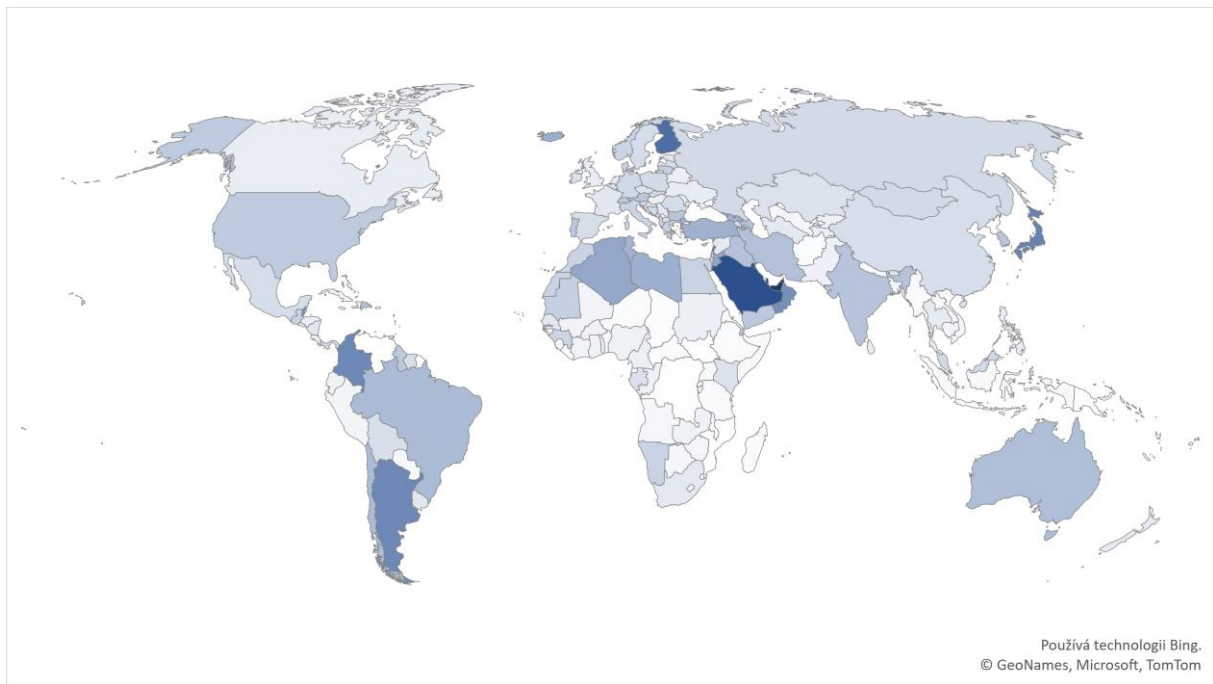


Obrázek 32: Mapa světa podle průměrného počtu CT přístrojů na tisíc nově diagnostikovaných pacientek s karcinomem hrdla dělohy za rok.

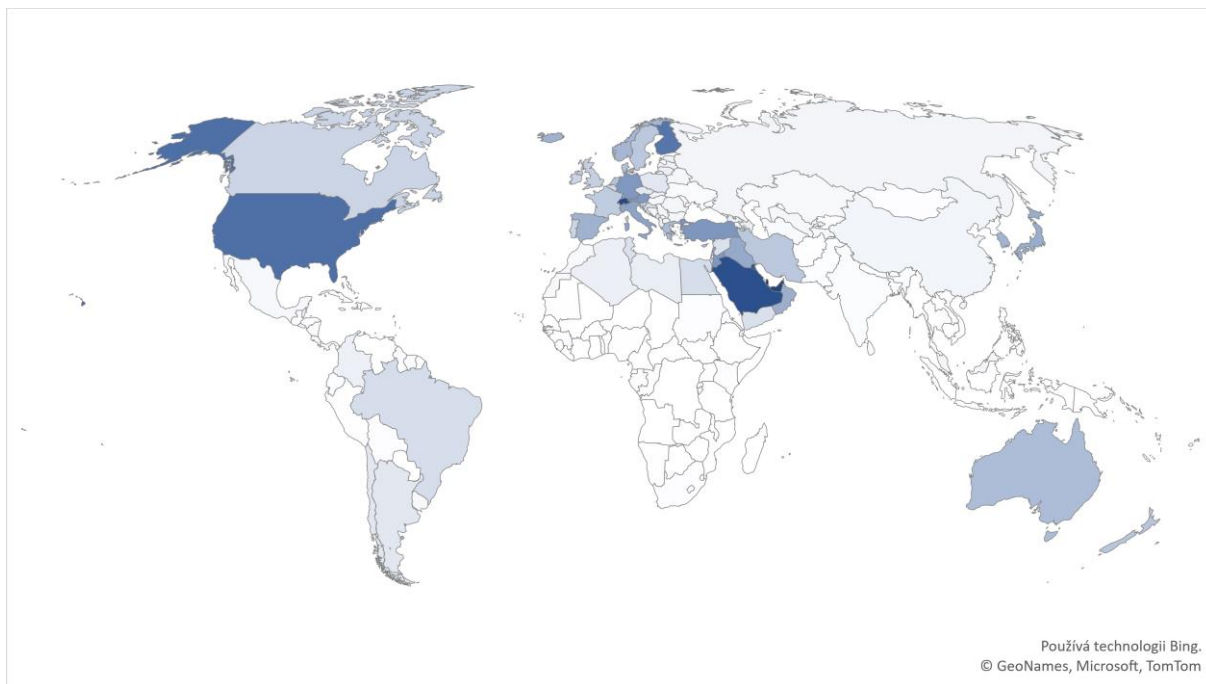


Počet dohledatelných MR přístrojů ve světě čítá dle mých výpočtů 51 564. Průměrný počet MR přístrojů na 10 000 nově diagnostikovaných onkologických pacientů za rok, počítaný z průměrů jednotlivých zemí, je celosvětově 24,4. Této statistice vévodí opět Spojené Arabské Emiráty s 373,9 MR přístroji na 10 000 onkologických pacientů. Na světě je celkem 31 zemí, ve kterých není dostupný žádný MR přístroj, nebo nejsou dohledatelná data o jeho instalaci. Na 1 000 nově diagnostikovaných případů karcinomu hrdla dělohy pak připadá průměrně 148,3 MR přístrojů. Toto číslo je nejvyšší v Kataru, kde činí 2 052,6 MR přístrojů na 1 0000 pacientek. Toto extrémně vysoké číslo je opět dáno poměrem mezi vysokým bohatstvím země a extrémně nízkou incidencí karcinomu hrdla dělohy.

Obrázek 33: Mapa světa podle průměrného počtu MR přístrojů na 10 tisíc nově diagnostikovaných onkologických pacientů za rok.

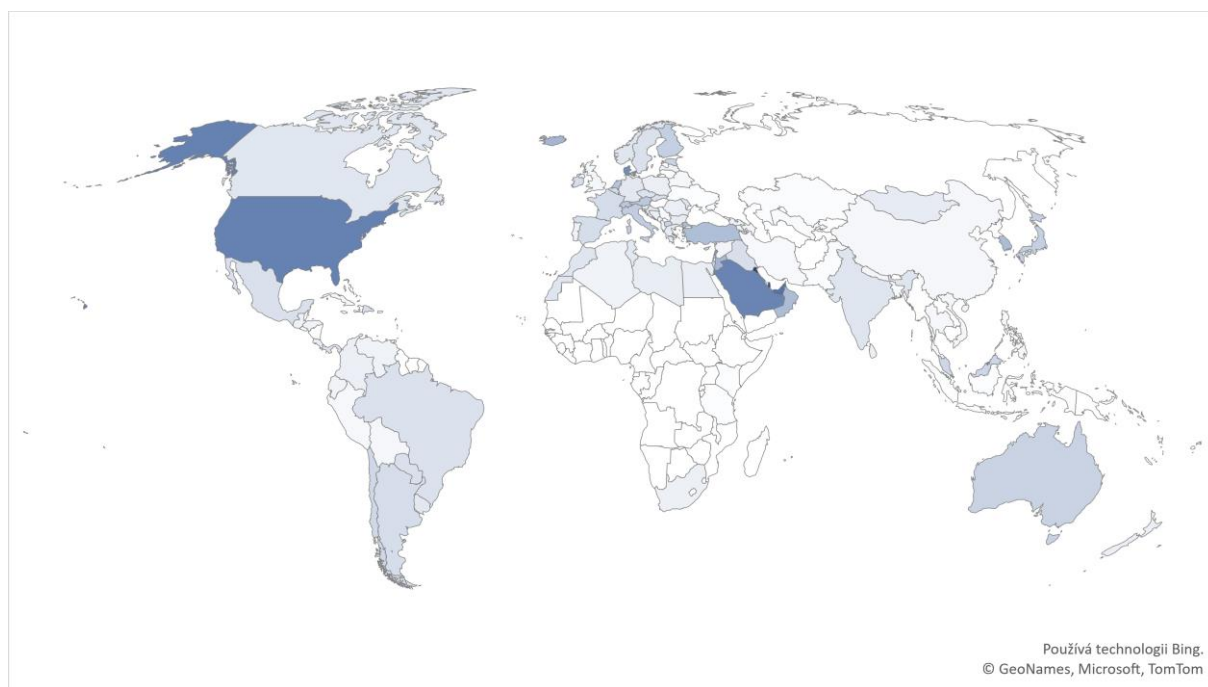


Obrázek 34: Mapa světa podle průměrného počtu MR přístrojů na tisíc nově diagnostikovaných pacientek s karcinomem hrdla dělohy za rok.

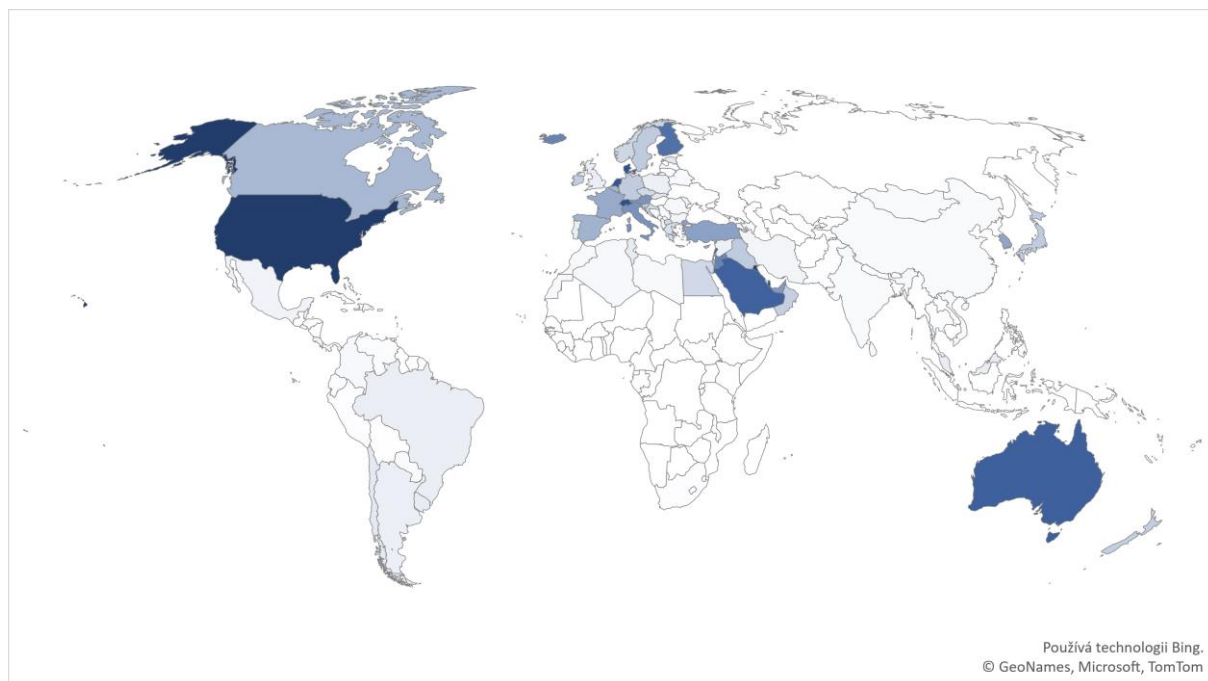


Mnohem nižší počet je celosvětově instalovaných a dohledatelných hybridních PET/CT přístrojů, který je dle mých výpočtů ve světě 5 232. Průměrný počet PET/CT přístrojů na 10 000 nově diagnostikovaných onkologických pacientů za rok, počítaný z průměrů jednotlivých zemí, je celosvětově 1,86. Této statistice vévodí Kuvajt s 30,7 PET/CT přístroji na 10 000 onkologických pacientů. Na světě je celkem 80 zemí, ve kterých není dostupný žádný PET/CT přístroj, nebo nejsou dohledatelná data o jeho instalaci. Na 1 000 nově diagnostikovaných případů karcinomu hrdla dělohy pak připadá průměrně 14,5 PET/CT přístrojů. Toto číslo opět je nejvyšší v Kuvajtu, kde činí 186,4 PET/CT přístrojů na 10 000 pacientek.

Obrázek 35: Mapa světa podle průměrného počtu PET/CT přístrojů na 10 tisíc nově diagnostikovaných onkologických pacientů za rok.



Obrázek 36: Mapa světa podle průměrného počtu PET/CT přístrojů na tisíc nově diagnostikovaných pacientek s karcinomem hrdla děložny za rok.



Personální, stejně jako přístrojové kapacity, jsou však ve světě distribuovány zcela nerovnoměrně a dostupnost léčebné péče, zevní radioterapie a brachyterapie pro ženy s karcinomem hrdla dělohy se značně liší mezi jednotlivými kontinenty i regiony. V následující části si tak jednotlivé kontinenty a regiony projdeme detailněji, podle výše uvedených parametrů.

7.3. Afrika

V Africe se nachází celkem 54 zemí, ve kterých žije celkem 1 339 589 000 obyvatel, což je 17,26% z celosvětové populace. Naprostá většina obyvatel (92,19%) žije v rozvojových zemích s nízkým nebo nižším středním HNP. Pouze jedna jediná země v Africe je klasifikována světovou bankou jako země s vysokým HNP a tou je francouzské zámořské území Réunion, kde žije pouze 860 tisíc obyvatel, což je zanedbatelných 0,06% obyvatel Afrického kontinentu. Tato malá ostrovní země na východ od Madagaskaru s jedním centrem radioterapie na relativně malý počet obyvatel uměle vylepšuje jinak žalostné statistiky střední Afriky, která je nejchudším regionem Afriky vůbec.

Tabulka 20: Rozložení zemí a obyvatelstva v Africe podle regionů a HNP

	severní Afrika	střední Afrika	jižní Afrika	Afrika celkem
Počet zemí	5	43	6	54
- vysoký HNP	0 (0,00%)	1 (2,33%)	0 (0,00%)	1 (1,85%)
- vyšší střední HNP	3 (60,00%)	3 (6,98%)	2 (33,33%)	8 (14,81%)
- nižší střední HNP	2 (40,00%)	13 (30,23%)	3 (50,00%)	18 (33,33%)
- nízký HNP	0 (0,00%)	26 (60,46%)	1 (16,67%)	27 (50,00%)
Počet obyvatel	201 786 000 (15,06%)	1 055 436 000 (78,79%)	82 367 000 (6,15%)	1 339 589 000 (100%)
- vysoký HNP	0 (0,00%)	860 000	0 (0,00%)	860 000 (0,06%)
- vyšší střední HNP	62 541 000	36 364 000	4 893 000	103 798 000 (7,75%)
- nižší střední HNP	139 245 000	382 330 000	62 611 000	584 186 000 (43,61%)
- nízký HNP	0 (0,00%)	635 882 000	14 863 000	650 745 000 (48,58%)

HNP = hrubý národní produkt

Celkem 30 zemí v Africe má zavedený nádorový registr, ale jen 6 zemí (11,11%) má tento registr na kvalitní úrovni. Pouze 14 zemí Afriky (25,93%) má programový screening karcinomu hrdla dělohy, ten je však v 10 zemích pouze vizuální, založený na prostém gynekologickém vyšetření, zatímco cytologický screeningový program funguje jen ve 3 zemích a program detekce HPV pak pouze v jedné zemi.

Na celém africkém kontinentu se nachází 3 930 CT přístrojů, 901 MR přístrojů a pouze 59 PET/CT přístrojů. Tato technika je však zcela asymetricky rozložena převážně do zemí severní Afriky. Průměrně má Afrika 21,12 CT přístrojů a 7,17 MR přístrojů na 10 000

onkologických pacientů, tento poměr se však značně liší v závislosti na vyspělosti regionu. Ještě výraznější jsou rozdíly v počtu CT a MR přístrojů na 1000 pacientek s karcinomem hrdla dělohy, neboť v technicky více vybavených zemích severní Afriky je statisticky výrazně nižší incidence karcinomu hrdla dělohy. PET/CT vyšetření na Africkém kontinentu lze obecně považovat za nedostupné pro naprostou většinu pacientek s karcinomem hrdla dělohy, nezávisle na regionu. Jen pro dokreslení situace, z celkového počtu 8737 registrovaných radiologických asistentů v Africe, pracuje v 5 zemích severní Afriky hned 6 625. Detailní informace o dostupnosti preventivních a diagnostických vyšetření v jednotlivých regionech Afriky poskytuje tabulka č.21.

Tabulka 21: Rozložení dostupnosti preventivních a diagnostických vyšetření v Africe podle jednotlivých regionů

	severní Afrika	střední Afrika	jižní Afrika	Afrika celkem
Země s registrem	4/5 (80,00%)	21/43 (48,84%)	5/6 (83,33%)	30 / 54 (55,55%)
- vysoce kvalitní	1/5 (20,00%)	3/43 (6,98%)	2/6 (33,33%)	6 / 54 (11,11%)
Země se screeningem	2/5 (40,00%)	11/43 (25,58%)	1/6 (16,67%)	14 /54 (25,93%)
- vizuální	1	9	0	10 (18,52%)
- PAP (cytologie)	1	1	1	3 (5,56%)
- detekce HPV	0	1	0	1 (1,85%)
CT přístrojů	1 761	825	344	2 930
- na 10 000 C	81,12	14,41	19,23	21,12
(SE; rozmezí)	(11,51; 53-108,1)	(2,28; 0-59,3)	(7,99; 0-54,5)	(3,44; 0-108,1)
- na 1 000 C53	374,34	12,70	15,16	46,46
(SE; rozmezí)	(113,6;82,58-722)	(2,55; 0-76,86)	(7,87; 0-50,81)	(17,37; 0-722,27)
MR přístrojů	548	192	161	901
- na 10 000 C	29,92	4,31	7,22	7,17
(SE; rozmezí)	(6,24; 15,1-52,3)	(1,02; 0-25,4)	(2,07;2,3-14,3)	(1,49; 0-52,3)
- na 1 000 C53	121,93	4,21	4,36	15,13
(SE; rozmezí)	(29,79; 35,4-201)	(1,34; 0-50)	(1,89; 0-11,78)	(5,41; 0-201,24)
PET/CT přístrojů	42	3	14	59
- na 10 000 C	1,68	0,37	0,22	0,48
(SE; rozmezí)	(0,20; 1,1-2,3)	(0,36; 0-15,6)	(0,22; 0-1,3)	(0,29; 0-15,6)
- na 1 000 C53	8,32	0,47	0,18	1,17
(SE; rozmezí)	(3,37; 3,13-20,64)	(0,47; 0-20)	(0,18; 0-1,08)	(0,56; 0-20,64)
Radiol. Asistentů	6 625	1 456	656	8 737

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); CT = výpočetní tomografie; MR = magnetická rezonance; PET/CT = hybridní pozitronová emisní tomografie/CT; na 10 000 C = průměr na 10 000 nových onkologických pacientů; na 1 000 C53 = průměr na 1 000 nových pacientek s karcinomem hrdla dělohy

Dostupnost radioterapie v Africe je obecně špatná a její rozdělení značně asymetrické. Celkem 24 zemí nemá žádné centrum radioterapie a v těchto zemích žije více než 20% obyvatel celého kontinentu. Dalších 14 zemí má 3 nebo méně ozařovačů. Většina ozařovacích kapacit je lokalizovaná do bohatších zemí severní Afriky, případně do Jihoafrické republiky. Kobaltové zdroje představují až 30% všech ozařovacích kapacit. Průměrný počet center na jeden milion obyvatel Afriky je 0,18 a průměrný počet zevních megavoltážních ozařovačů na jeden milion obyvatel je 0,31. Tato čísla se v jednotlivých regionech značně liší. Přístrojové potřeby radioterapie jsou na celém kontinentu uspokojeny jen z asi 33% a odhadem by bylo potřeba nainstalovat až kolem 780 nových lineárních urychlovačů do různých zemí a jejich částí, aby byly kapacity naplněny. V zemích bez radioterapie se budují nová centra jen velice pomalu a pokud se pořizují nové technologie, je to prakticky vždy v zemích s již fungující sítí terapie a vzdělávání v oboru. Ostatní země jsou od služeb radioterapie zcela odštěpeny.

V Africe potřebuje ročně radioterapii více než 520 tisíc pacientů a jen asi 33-37% z nich se k léčbě dostane. Nejvíce malignit v Africe se bohužel vyskytuje v její střední části (centrální a subsaharská Afrika), kde se k radioterapii nedostane více než 90% pacientů. Celkem tak lze odhadnout, že pro 330 až 350 tisíc onkologických pacientů ročně, převážně ze zemí střední Afriky, je radioterapie zcela nedostupná. Detailnější informace o potřebách a pokrytí služeb radioterapie napříč Afrikou uvádí tabulka č.22.

Tabulka 22: Přehled o počtu všech malignit a úmrtí na malignitu a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie obecně napříč regiony Afriky.

	severní Afrika	střední Afrika	jižní Afrika	Afrika celkem
Malignit / rok celkem	256 953	665 294	132 047	1 054 294
Úmrtí / rok celkem	165 913	458 352	73 612	697 877
Potřebuje RT celkem	128 476	332 647	66 024	527 147
- má k RT přístup	99 747-109 947	28 739-31 769	48 150-53 500	176 636-195 216
(%)	(77,64 – 85,58%)	(8,64 – 9,55%)	(72,93-81,0%)	(33,51 - 37,03%)
- nemá k RT přístup	18 529-28 729	300 878-303908	12 524-17 874	331 931-350 511
(%)	(14,42 – 22,36%)	(90,45 -91,36%)	(19,0 -27,07%)	(62,97 - 66,49%)
Center radioterapie	133	42	66	241
- na milion obyvatel	0,71	0,08	0,40	0,18

<i>(SE; rozmezí)</i>	<i>(0,10; 0,36-1,01)</i>	<i>(0,03; 0-1,16)</i>	<i>(0,17; 0-1,01)</i>	<i>(0,04; 0-1,16)</i>
Zemí bez center	0/5 (0%)	22/43 (51,16%)	2/6 (33,33%)	24/54 (44,44%)
- obyvatel bez center (%)	0 (0%)	264 965 000 (25,10%)	3 302 000 (4,01%)	268 267 000 (20,03%)
EBRT přístrojů	227	64	107	398
- potřeba celkem	285	739	147	1 171
- potřeba navíc	64 (22,46%)	675 (91,34%)	40 (27,21%)	779 (66,52%)
- pokrytí potřeb	77,54%	8,66%	72,79%	33,48%
- na milion obyvatel	1,19	0,18	0,55	0,31
<i>(SE; rozmezí)</i>	<i>(0,20; 0,84-1,95)</i>	<i>(0,08; 0-2,36)</i>	<i>(0,25; 0-1,64)</i>	<i>(0,08; 0-2,36)</i>

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie

Průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 000 afrických žen je 20,14 a ročně je v Africe diagnostikováno až 120 tisíc případů tohoto onemocnění. Karcinom hrdla dělohy tak představuje až 11,31% všech malignit na tomto kontinentu. Při průměrné hrubé mortalitě 13,82 na 100 000 žen, zemře v Africe na karcinom hrdla dělohy více než 80 tisíc žen ročně, což představuje opět 11,71% úmrtí na malignitu celkem. Ročně potřebuje v Africe zevní radioterapii více než 101 tisíc pacientek s touto nemocí, bohužel jen 20-23% z nich se k léčbě dostane. Celkem se k radioterapii ročně nedostane 78 až 80 tisíc pacientek.

Brachyterapii potřebuje ročně více než 85 tisíc pacientek s karcinomem hrdla dělohy a pro tuto nemoc je potřeba ročně aplikovat až 246 tisíc frakcí brachyterapie. Tyto požadavky jsou však pokryty jen z 25% a až 63 tisíc pacientek má brachyterapii zcela nedostupnou. Jedná se opět převážně o pacientky z oblasti střední Afriky, zatímco v zemích severní Afriky se zdají být potřeby brachyterapie zcela naplněny. Pro naplnění celkové kapacity přístrojů pro brachyterapii by bylo potřeba na celém kontinentě nainstalovat více než 183 nových přístrojů, z toho hned 175 v zemích střední Afriky. Dostupnost zevní radioterapie i brachyterapie se tak velice liší podle bohatství jednotlivých zemí a regionů (Tabulka č.23).

Tabulka 23: Přehled o incidenci, mortalitě a počtech nádorů hrdla dělohy a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie této nemoci napříč regiony Afriky.

	severní Afrika	střední Afrika	jižní Afrika	Afrika celkem
Incidence C53 <i>(SE; rozmezí)</i>	8,60 <i>(2,83; 2,0-18,6)</i>	19,16 <i>(1,32; 4,9-43,1)</i>	36,83 <i>(5,1; 17,8-52,9)</i>	20,14 <i>(1,50; 2,0-52,9)</i>
Případů / rok celkem	6 555	95 042	17 595	119 192

(% ze všech malignit)	(2,55%)	(14,92%)	(13,32%)	(11,31%)
Mortalita C53 (SE; rozmezí)	5,46 (2,10; 1,3-13,5)	13,70 (0,98; 3,6-29,8)	21,68 (3,6;10,2-32,2)	13,82 (1,01; 1,3-32,2)
Úmrtí / rok celkem (% ze všech malignit)	4 488 (2,71%)	68 601 (14,97%)	8 631 (11,72%)	81 720 (11,71%)
Potřebuje EBRT	5 598	81 166	15 026	101 790
- má k RT přístup (%)	4 090 - 4 627 (73,06-82,65%)	6 579 - 7 321 (8,11-9,02%)	10 285-11 427 (68,45-76,0%)	20 954 - 23 375 (20,59-22,96%)
- nemá k RT přístup (%)	1 080 - 1 508 (19,29-26,94%)	73 875 - 74 587 (91,02-91,89%)	3 599 - 4 741 (24,0-31,55%)	78 555 - 80 836 (77,04-79,41%)
Potřebuje BRT	4 680	67 860	12 563	85 103
- potřeba frakcí BRT	13 573	196 794	36 432	246 799
- má k BRT přístup	4 680 (100%)	7 670 (11,3%)	9 717 (77,4%)	22 067 (25,93%)
- nemá k BRT přístup	0	60 190 (88,7%)	2 846 (22,6%)	63 036 (74,07%)
BRT přístrojů	50	23	30	103
- potřeba celkem	14	197	36	247
- potřeba navíc	0 (0%)	175 (88,83%)	8 (22,22%)	183 (74,09%)
- pokrytí potřeb	100%	11,17%	77,78%	25,91%
- pacientek na 1 příst. (SE; rozmezí)	129,09 (44,5; 30-241,9)	1908,36 (484; 85-4578)	357,97 (145; 118-758)	1189,42 (330,25; 30-4578)
- na milion obyvatel (SE; rozmezí)	0,35 (0,03; 0,15-0,34)	0,04 (0,02; 0-0,79)	0,31 (0,13; 0-0,85)	0,09 (0,02;0-0,85)

Incidence C53 = průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; Mortalita C53 = průměrná hrubá úmrtnost na karcinom hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie, BRT = brachyterapie

Na Africkém kontinentu bylo možné podle statistik WHO identifikovat celkem 720 radiačních onkologů, což znamená průměrný počet 0,14 radiačního onkologa na 200 pacientů, kteří potřebují ročně radioterapii. Průměrný počet 532 pacientek s karcinomem hrdla dělohy a 1280 frakcí brachyterapie pro toto onemocnění na jednoho radiačního onkologa v Africe za rok jen dokresluje zoufalou situaci personálního pokrytí v této části světa. Lékařských fyziků bylo možno dohledat v Africe celkem 795, což by znamenalo v průměru 2,01 lékařských fyziků na jeden zevní ozařovač. Tento předpoklad by však byl naplněn pouze kdyby všichni lékařští fyzici Afriky pracovali na zevních ozařovačích.

Tabulka 24: Počty a vytížení radiačních onkologů a lékařských fyziků napříč regiony Afriky s bližším zaměřením na karcinom hrdla dělohy

	severní Afrika	střední Afrika	jižní Afrika	Afrika celkem
Počet RO	410	155	155	720
RO / 200 (SE; rozmezí)	0,58 (0,10;0,26-0,80)	0,08 (0,03;0-1,40)	0,24 (0,09;0-0,54)	0,14 (0,04; 0-1,40)
Počet C53 / 1 RO (SE; rozmezí)	23,82 (7,5; 3,49-40,0)	748,39 (119,2;10-1791)	193,23 (87,8; 76-453)	532,00 (100,10; 3,49-1791)
Frakcí BRT / 1 RO (SE; rozmezí)	57,76 (18,2; 8,47-97,08)	1814,54 (289,0; 24,84-4344)	468,50 (212,9; 185,4-1099)	1289,80 (242,71; 8,47-4344)
Počet LF	380	219	196	795
LF / EBRT (SE; rozmezí)	1,38 (0,44; 0-2,70)	2,27 (1,00; 0-16,67)	1,41 (0,66; 0-3)	2,01 (0,71; 0-16,67)

RO = radiační onkolog; RO / 200 = průměrný počet RO na 200 ozařovaných pacientů; C53 = pacientky s karcinomem hrdla dělohy; LF = lékařský fyzik; LF / EBRT = průměrný počet LF na jeden přístroj pro megavoltážní zevní radioterapii; BRT = brachyterapie; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru)

7.4. Asie

V Asii se nachází celkem 48 zemí s celkovým počtem 4 609 360 000 obyvatel. Jedná se tak o suverénně nejlidnatější kontinent, na kterém žije 59,40% celosvětové populace, a právě z toho důvodu žije v Asii více lidí, kteří se nedostanou ke zdravotní péči a případně i k radioterapii, než na všech ostatních kontinentech dohromady. Rozložení počtu zemí podle HNP je zde mnohem více symetrické než v Africe, přičemž přesně 50% zemí lze považovat za vyspělé a 50% za rozvojové s nízkým nebo nižším středním HNP. Obdobné je i rozdělení obyvatelstva, přičemž 55,3% obyvatel celého kontinentu žije v zemích zaostalých. Na rozdíl od Afriky, kde žije téměř polovina obyvatel v zemích s nízkým HNP, žije v nejhudších zemích Asie jen 7,5% obyvatel. Detailnější rozbor počtu zemí a obyvatel podle regionu a HNP přináší tabulka č. 25.

Až 90% zemí Asie má fungující onkologický registr, avšak jen necelých 40% zemí má tento registr hodnocený WHO jako kvalitní. Screeningový program karcinomu hrdla dělohy je dostupný v 73% zemí a je z naprosté většiny založen na cytologickém vyšetření hrdla dělohy. V Asii je instalováno téměř 48 tisíc CT přístrojů, více než 20 tisíc MR přístrojů a 1 411 PET/CT přístrojů. Jejich dostupnost se však značně liší napříč regiony Asie s jasnou dominancí regionu Středního Východu, který svým technickým vybavením násobně předčí ostatní regiony Asie. Muslimský Střední Východ se ze statistik Asie vymyká také suverénně nejvyšší incidencí karcinomu hrdla dělohy, a tak nepřekvapí, že asymetrie rozložení dostupnosti radiodiagnostických vyšetření v Asii přepočtením na 1 000 pacientek s karcinomem hrdla dělohy dále dramaticky narůstá ve prospěch Středního Východu. V těchto statistikách jsou na tom naopak nejhůře regiony jižní a jihovýchodní Asie, následované severní Asií a Asií východní (viz tabulka č.26).

Celkem 5 zemí Asie nedisponuje žádným centrem radioterapie. V těchto zemích ale žije jen 1% obyvatel Asie, což však v absolutních číslech znamená téměř 47 milionů lidí. V Asii je nainstalováno 4 481 zevních megavoltážních ozařovačů, což však nenaplnuje potřebné kapacity ani z poloviny. Pro celou Asii by tak bylo k naplnění přístrojových kapacit nutné doinstalovat dalších 5 190 lineárních urychlovačů. Kobaltové ozařovače přitom tvoří asi 27% stávající ozařovací flotily. Na milion obyvatel připadá v Asii 1,33 zevních ozařovače, tento údaj se však v jednotlivých regionech a zemích značně liší. Podprůměrné jsou v tomto ohledu regiony jižní, jihovýchodní a severní Asie. Potřeby radioterapie jsou na celém kontinentu pokryty z pouhých 46-50%, což znamená ročně 2,1 – 2,3 milionů pacientů, kteří se navzdory potřebě k radioterapii

nedostanou. Toto číslo je alarmující a staví Asijský kontinent do naprostého popředí v urgenci nutnosti dalšího technického a personálního dovybavení. Na rozdíl od Afriky se tyto změny v Asii odehrávají mnohem rychleji a s dalším bohatnutím kontinentu lze očekávat rychlé dohánění Evropy a Severní Ameriky. Detailněji viz. tabulka č. 27.

Průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy na asijském kontinentu je 10,72 případů na 100 tisíc žen za rok. Signifikantně nižší incidenci má ve srovnání s ostatními regiony Střední Východ, naopak nejvyšší incidence dosahují země východní a jihovýchodní Asie. Za rok se v Asii diagnostikuje více než 313 tisíc případů této nemoci, což představuje 3,63% ze všech malignit. Ročně pak karcinomu hrdla dělohy podlehne více než 167 tisíc žen. Až 268 tisíc pacientek s karcinomem cervixu potřebuje v Asii ročně zevní radioterapii a 224 tisíc žen ročně potřebuje brachyterapii. Přístup k zevní radioterapii má však jen 41-46% těchto pacientek, k léčbě se naopak nedostane 146 až 157 tisíc pacientek ročně. Země Středního Východu si v tomto ohledu vedou značně lépe, než ostatní regiony Asie. Dostupnost brachyterapie na celém kontinentu je o něco lepší a dosahuje 55%, avšak opět se značnými regionálními rozdíly. Ve východní Asii je brachyterapie nedostupná až pro 83% pacientek, zatímco v Jižní Asii jen pro 5,6% pacientek. V Asii chybí celkem 293 přístrojů pro brachyterapii a nejvíce ve východní Asii, kde by bylo pro pokrytí potřeb zapotřebí 216 nových instalací. Na jeden přístroj ve východní Asii tak připadá neuvěřitelných 2 466 pacientek s karcinomem hrdla dělohy, zatímco na Středním Východě jen 46. Detailnější rozbor pokrytí potřeb radioterapie karcinomu hrdla dělohy napříč regiony Asie přináší tabulka č.28.

V Asii je podle statistik WHO dohledatelných 10 355 radiačních onkologů. Na 200 pacientů, kteří by potřebovali radioterapii, tak připadá 0,48 radiačního onkologa. Pro ideální naplnění kapacit by tak mělo v Asii pracovat až dvakrát více radioterapeutů. S lékaři je na tom nejlépe oblast severní Asie, nejhůře jižní a jihovýchodní Asie. Na jednoho radiačního onkologa připadne v Asii v průměru 82 pacientek s karcinomem hrdla dělohy ročně. I v tomto ohledu jsou ale rozdíly napříč kontinentem obrovské, od 18 pacientek na jednoho lékaře ročně na Středním Východě, po 167 v zemích jižní a jihovýchodní Asie. Lékařských fyziků je v Asii dohledatelných více než 7,5 tisíc a jejich průměrný počet na jeden megavoltážní ozařovač je 3,24. V tomto ohledu je na tom suverénně nejlépe opět Střední Východ a nejhůře kupodivu severní Asie, což je ale dáno spíše nadprůměrným počtem ozařovačů, než absolutním nedostatkem fyziků ve srovnání s ostatními regiony. Počty a vytížení lékařů a fyziků napříč regiony Asie ukazuje detailněji tabulka č.29.

Tabulka 25: Rozložení zemí a obyvatelstva v Asii podle regionů a HNP

	Střední Východ	jihovýchodní Asie	jižní Asie	severní Asie	východní Asie	Asie celkem
Počet zemí	16	11	8	8	5	48
- vysoký HNP	8 (50,00%)	1 (9,09%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (40,00%)	11 (22,92%)
- vyšší střední HNP	6 (37,50%)	2 (18,18%)	1 (12,50%)	3 (37,50%)	1 (20,00%)	13 (27,08%)
- nižší střední HNP	2 (12,50%)	5 (45,46%)	4 (50,00%)	3 (37,50%)	1 (20,00%)	15 (31,25%)
- nízký HNP	0 (0,00%)	3 (27,27%)	3 (37,50%)	2 (25,00%)	1 (20,00%)	9 (18,75%)
Počet obyvatel	346 538 000 (7,52%)	668 620 000 (14,51%)	1 856 376 000 (40,27%)	91 430 000 (1,98%)	1 646 396 000 (35,72%)	4 609 360 000 (100%)
- vysoký HNP	68 528 000	5 850 000	0	0	178 015 000	252 393 000 (5,48%)
- vyšší střední HNP	230 683 000	102 166 000	541 000	34 947 000	1 439 324 000	1 807 661 000 (39,22%)
- nižší střední HNP	47 327 000	489 038 000	1 623 081 000	40 421 000	3 278 000	2 203 145 000 (47,80%)
- nízký HNP	0	71 566 000	232 754 000	16 062 000	25 779 000	346 161 000 (7,50%)

HNP = hrubý národní produkt

Tabulka 26: Rozložení dostupnosti preventivních a diagnostických vyšetření v Asii podle jednotlivých regionů

	Střední Východ	jihovýchodní Asie	jižní Asie	severní Asie	východní Asie	Asie celkem
Země s registrem	14 (87,5%)	8 (72,73%)	8 (100%)	8 (100%)	5 (100%)	43 (89,58%)
- vysoce kvalitní	10 (62,5%)	5 (45,45%)	1 (12,5%)	0 (0,00%)	3 (60%)	19 (39,58%)
Země se screeningem	9 (56,25%)	11 (100%)	6 (75,00%)	4 (50,00%)	5 (100%)	35 (72,92%)
- vizuální	0	5	3	1	1	10 (20,83%)
- PAP (cytologie)	8	6	3	3	4	24 (50,00%)
- detekce HPV	1	0	0	0	0	1 (2,08%)
CT přístrojů	4 757	1 432	9 046	384	32 356	47 975
- na 10 000 C	138,16	16,76	29,5	38,61	61,68	67,67
(SE; rozmezí)	(27,93; 0-422,8)	(4,15; 0-46,3)	(9,97; 3,6-73,4)	(10,44; 9,5-91,7)	(25,62; 0-153,6)	(12,28; 0-422,8)
- na 1 000 C53	976,52	42,12	41,79	107,85	366,82	398,31
(SE; rozmezí)	(146,3; 0-1949,5)	(12,62; 0-120,7)	(10,41; 3,38-87,6)	(36,87; 14,9-289,6)	(193,1; 0-1021,99)	(79,96; 0-1949,5)
MR přístrojů	2 987	358	2 203	234	14 774	20 556
- na 10 000 C	113,01	6,17	9,89	20,58	37,85	47,82
(SE; rozmezí)	(28,70; 19,4-373,9)	(2,35; 0-21,0)	(3,01; 1,1-23,8)	(3,11; 9,2-32,7)	(15,93; 7,2-74,6)	(11,81; 0-373,9)
- na 1 000 C53	702,00	18,65	14,10	50,26	203,36	270,19
(SE; rozmezí)	(145,24; 0-2052,6)	(9,67; 0-102,6)	(3,03; 1,02-24,39)	(10,99; 9,98-95,7)	(110,3; 0-496,3)	(66,37; 0-2052,6)
PET/CT přístrojů	220	68	280	5	838	1 411
- na 10 000 C	7,46	2,01	0,63	0,48	3,18	3,47
(SE; rozmezí)	(1,95; 0-30,7)	(1,04; 0-11,0)	(0,29; 0-2,3)	(0,17; 0-1,1)	(1,19; 0,7-6,0)	(0,83; 0-30,7)
- na 1 000 C53	52,60	6,07	0,93	1,52	16,61	21,06
(SE; rozmezí)	(11,93; 0-186,4)	(3,21; 0-32,63)	(0,40; 0-2,74)	(0,68; 0-5,10)	(9,68; 0-49,58)	(5,24; 0-186,44)
Radiol. Asistentů	10 581	8 145	41 689	3 027	132 658	196 100

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); CT = výpočetní tomografie; MR = magnetická rezonance; PET/CT = hybridní pozitronová emisní tomografie/CT; na 10 000 C = průměr na 10 000 nových onkologických pacientů; na 1 000 C53 = průměr na 1 000 nových pacientek s karcinomem hrdla dělohy

Tabulka 27: Přehled o počtu všech malignit a úmrtí na malignitu a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie napříč regiony Asie.

	Střední Východ	jihovýchodní Asie	jižní Asie	severní Asie	východní Asie	Asie celkem
Malignit / rok celkem	484 999	989 191	1 552 182	107 022	5 506 570	8 639 964
Úmrtí / rok celkem	260 804	631 831	1 055 004	72 166	3 342 252	5 362 057
Potřebuje RT celkem	242 499	494 596	776 091	53 511	2 753 285	4 319 982
- má k RT přístup	220 092-222 235	155 573-170 373	334 800-372 000	34 929-36 079	1 239 300-1 347 696	1 984 694-2 148 384
(%)	(90,76-91,64%)	(31,45-34,45%)	(43,14-47,93%)	(65,27-67,42%)	(45,01-48,95%)	(45,94-49,73%)
- nemá k RT přístup	20 264-22 408	324 223-339 023	404 091-441 291	17 432-18 582	1 405 588-1 513 985	2 171 598-2 335 289
(%)	(8,36-9,24%)	(65,55-68,55%)	(52,07-56,86%)	(32,58-34,73%)	(51,05-54,99%)	(50,27-54,06%)
Center radioterapie	296	176	463	60	1 978	2 973
- na milion obyvatel	0,68	0,57	0,14	0,79	1,77	0,70
(SE; rozmezí)	(0,16; 0-2,05)	(0,21; 0-2,29)	(0,05; 0-0,37)	(0,25; 0,10-2,26)	(1,16; 0,12-6,31)	(0,15; 0-6,31)
Zemí bez center	1 (6,25%)	1 (9,09%)	3 (37,5%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	5 (10,42%)
- obyvatel bez center	5 101 000	1 318 000	40 241 000	0	0	46 660 000
(%)	(1,47%)	(0,20%)	(2,17%)	(0,00%)	(0,00%)	(1,01%)
EBRT přístrojů	540	352	744	91	2 754	4 481
- potřeba celkem	539	1 099	1 725	119	6 118	9 600
- potřeba navíc	50 (9,28%)	753 (68,52%)	981 (56,87%)	41 (34,45%)	3 365 (55,00%)	5 190 (54,06%)
- pokrytí potřeb	90,72%	31,48%	43,13%	65,55%	45,00%	45,94%
- na milion obyvatel	1,56	1,21	0,24	1,27	2,67	1,33
(SE; rozmezí)	(0,41; 0-5,80)	(0,48; 0-4,58)	(0,09; 0-0,75)	(0,47; 0,10-4,01)	(1,29; 0,12-7,43)	(0,24; 0-7,43)

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie

Tabulka 28: Přehled o incidenci a mortalitě nádorů hrdla dělohy a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie napříč regiony Asie.

	Střední Východ	jihovýchodní Asie	jižní Asie	severní Asie	východní Asie	Asie celkem
Incidence C53 (SE; rozmezí)	3,56 (0,49; 1,2-7,6)	15,76 (2,12; 7,7-24,7)	12,24 (2,17; 3,9-21,4)	12,61 (1,74; 4,9-19,4)	17,08 (2,07; 13,1-23,4)	10,72 (1,04; 1,2-24,7)
Případů / rok celkem (% ze všech malignit)	5 164 (1,06%)	62 456 (6,31%)	115 452 (7,44%)	5 445 (5,09%)	125 347 (2,28%)	313 864 (3,63%)
Mortalita C53 (SE; rozmezí)	1,98 (0,24; 0,8-4,1)	8,35 (1,16; 3,7-14,1)	7,54 (1,20; 2,9-12,7)	7,33 (0,92; 2,6-10,3)	6,14 (1,03; 4,0-9,5)	5,69 (0,54; 0,8-14,1)
Úmrtí / rok celkem (% ze všech malignit)	2 884 (1,11%)	35 738 (3,61%)	72 306 (6,85%)	2 963 (4,11%)	53 682 (1,61%)	167 573 (3,13%)
Potřebuje EBRT	4 410	53 338	98 596	4 650	107 046	268 040
- má k RT přístup (%)	3 970 – 4 410 (90,02-100%)	14 342 – 16 158 (26,89-30,29%)	44 537 – 49 485 (45,17-50,19%)	3 209 – 3 716 (69,01-79,91%)	44 086 – 48 985 (41,18-45,76%)	110 145 – 122 754 (41,09-45,80%)
- nemá k RT přístup (%)	0 – 440 (0,00-9,98%)	37 566 – 38 995 (70,43-73,11%)	49 111 – 54 059 (49,81-54,83%)	934 – 1441 (20,09-30,99%)	58 814 – 62 960 (54,94-58,82%)	146 425 – 157 805 (54,63-58,87%)
Potřebuje BRT	3 687	44 594	82 433	3 888	89 498	224 100
- potřeba frakcí BRT	10 693	129 321	239 055	11 274	259 544	649 887
- má k BRT přístup	3 351 (90,89%)	23 710 (53,17%)	77 806 (94,39%)	3 345 (86,03%)	14 893 (16,64%)	123 105 (54,93%)
- nemá k BRT přístup	336 (9,11%)	20 883 (46,83%)	4 627 (5,61%)	543 (13,97%)	74 605 (83,36%)	100 994 (45,07%)
BRT přístrojů	76	93	342	31	275	817
- potřeba celkem	11	129	239	11	260	650
- potřeba navíc	1 (9,09%)	61 (47,29%)	13 (5,44%)	2 (18,18%)	216 (83,08%)	293 (45,08%)
- pokrytí potřeb	90,91%	52,71%	94,56%	81,82%	16,92%	54,92%
- pacientek na 1 příst.	46,63	491,91	439,33	224,22	2465,57	495,88
(SE; rozmezí)	(7,44; 13,57-92,46)	(172,2; 51,05-1545,5)	(111,1; 220,4-720,1)	(66,9; 68,6-574,1)	(2344,9; 42,3-9499)	(255,1; 13,57-9499)
- na milion obyvatel	0,32	0,20	0,07	0,39	0,58	0,29
(SE; rozmezí)	(0,11; 0-1,66)	(0,09; 0-1,03)	(0,03; 0-0,23)	(0,12; 0,06-0,96)	(0,33; 0-1,77)	(0,06; 0-1,77)

Tabulka 29: Počty a vytížení radiačních onkologů a lékařských fyziků napříč regiony Asie s bližším zaměřením na karcinom hrdla dělohy

	Střední Východ	jihovýchodní Asie	jižní Asie	severní Asie	východní Asie	Asie celkem
Počet RO	932	499	476	298	8150	10 355
RO / 200 (SE; rozmezí)	0,67 (0,18; 0-3,05)	0,20 (0,06; 0-0,63)	0,16 (0,09; 0-0,76)	0,83 (0,20; 0,07-2,00)	0,37 (0,12; 0,03-0,66)	0,48 (0,08; 0-3,05)
Počet C53 / 1 RO (SE; rozmezí)	18,16 (9,20; 2,03-145,2)	167,2 (68,8; 8,94-660,2)	167,8 (43,15; 21,56-275,6)	42,40 (21,11; 8,7-187,9)	99,04 (77,98; 12,8-410,3)	82,17 (20,44; 2,03-660,2)
Frací BRT / 1 RO (SE; rozmezí)	44,02 (22,32; 4,9-352,0)	405,49 (166,8; 21,7-1600)	406,87 (104,6; 52,3-668,2)	102,81 (51,2; 21,1-455,5)	240,14 (189,1; 30,9-994,9)	199,22 (49,6; 4,9-1600)
Počet LF	1 430	794	2 174	29	3 127	7 554
LF / EBRT (SE; rozmezí)	6,48 (1,52; 0-20,75)	1,90 (0,49; 0-5,30)	3,16 (1,63; 0-9,43)	0,43 (0,23; 0-1,67)	0,80 (0,21; 0-1,23)	3,24 (0,68; 0-20,75)

RO = radiační onkolog; RO / 200 = průměrný počet RO na 200 ozařovaných pacientů; C53 = pacientky s karcinomem hrdla dělohy; LF = lékařský fyzik; LF / EBRT = průměrný počet LF na jeden přístroj pro megavoltážní zevní radioterapii; BRT = brachyterapie; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru)

7.5. Jižní Amerika a Karibik

V oblasti Jižní Ameriky a Karibiku se nachází celkem 24 zemí, ve kterých žije celkem 473 milionů obyvatel, což je 6,10% z celosvětové populace. Tři čtvrtiny populace žijí v regionu tropické Jižní Ameriky, která je tak mnohem lidnatější, než Jižní Amerika mírného pásma či Karibik. Nejvíce samostatných zemí se však nachází na drobných ostrovních státech Karibiku s relativně malým počtem obyvatel. Naprostá většina (87%) jihoamerických obyvatel žije v zemích s vyšším středním HNP, zatímco v zemích s nízkým HNP žije necelých 5% obyvatelstva a tito obývají výhradně území menších karibských států. Detailní přehled o rozložení obyvatel Jižní Ameriky podle regionu a HNP přináší tabulka č.30.

Tabulka 30: Rozložení zemí a obyvatelstva v Jižní Americe a Karibiku podle HNP

	Karibik	tropická Jižní Amerika	Jižní Amerika mírného pásma	Jižní Amerika celkem
Počet zemí	11	10	3	24
- vysoký HNP	6 (54,55%)	1 (10,00%)	2 (66,67%)	9 (37,50%)
- vyšší střední HNP	4 (36,36%)	6 (60,00%)	1 (33,33%)	11 (45,83%)
- nižší střední HNP	0 (0,00%)	3 (30,00%)	0 (0,00%)	3 (12,50%)
- nízký HNP	1 (9,09%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (4,17%)
Počet obyvatel	42 769 000 (9,03%)	362 963 000 (76,65%)	67 786 000 (14,32%)	473 518 000 (100%)
- vysoký HNP	6 046 000	290 000	22 590 000	28 926 000 (6,11%)
- vyšší střední HNP	25 320 000	343 080 000	45 196 000	413 596 000 (87,35%)
- nižší střední HNP	0 (0,00%)	19 593 000	0 (0,00%)	19 593 000 (4,14%)
- nízký HNP	11 403 000	0 (0,00%)	0 (0,00%)	11 403 000 (2,41%)

HNP = hrubý národní produkt

Téměř 80% zemí kontinentu má zavedený registr zhoubných nemocí, avšak jen necelých 30% zemí má tento registr na kvalitní úrovni. Screeningový program na včasnou detekci karcinomu hrdla dělohy funguje celkem v 15 zemích s převahou cytologických preventivních vyšetření. Na jihoamerickém kontinentu a v Karibiku se nachází celkem 8 970 CT přístrojů, 4 551 MR přístrojů a 244 PET/CT scannerů. Technicky nejlépe jsou vybaveny země v oblasti Jižní Ameriky mírného pásma, kde jsou diagnostická vyšetření onkologickým pacientům nejsnáze dostupná. Naopak technicky nejhůře jsou na tom ostrovní země Karibiku.

Ve všech regionech dohromady pracuje téměř 22 tisíc radiologických asistentů, jejichž rozložení odpovídá počtu obyvatel jednotlivých regionů. Bližší informace přináší tabulka č.31.

Tabulka 31: Rozložení dostupnosti preventivních a diagnostických vyšetření v Jižní Americe a Karibiku.

	Karibik	tropická Jižní Amerika	Jižní Amerika mírného pásma	Jižní Amerika celkem
Zemí s registrem	7 (63,64%)	9 (90,00%)	3 (100%)	19 (79,17%)
- vysoce kvalitní	1 (9,09%)	4 (40,00%)	2 (66,67%)	7 (29,17%)
Zemí se screeningem	4 (36,36%)	8 (80%)	3 (100%)	15 (62,5%)
- vizuální	1	1	0	2 (8,33%)
- PAP (cytologie)	3	7	2	12 (50,00%)
- detekce HPV	0	0	1	1 (4,17%)
CT přístrojů	229	6 358	2 383	8 970
- na 10 000 C	24,5	41,13	86,37	39,16
(SE; rozmezí)	(8,50; 0-78,4)	(14,78; 0-147,2)	(33,96; 29,8-147,2)	(8,89; 0-147,2)
- na 1 000 C53	61,30	84,81	287,58	99,38
(SE; rozmezí)	(20,2; 0-172,4)	(43,11; 0-389,3)	(77,2; 156,3-423,6)	(25,97; 0-423,6)
MR přístrojů	23	3 646	882	4 551
- na 10 000 C	10,57	20,45	32,87	18,68
(SE; rozmezí)	(4,18; 0-26,6)	(6,66; 1,8-57,7)	(13,38; 6,6-50,4)	(4,19; 0-57,7)
- na 1 000 C53	17,75	35,87	107,67	36,54
(SE; rozmezí)	(8,36; 0-68,9)	(19,92; 0-198)	(36,5; 34,72-144,9)	(11,30; 0-198,0)
PET/CT přístrojů	8	177	59	244
- na 10 000 C	0,32	1,02	2,8	0,92
(SE; rozmezí)	(0,26; 0-2,8)	(0,31; 0-2,7)	(0,42; 2-3,4)	(0,24; 0-3,4)
- na 1 000 C53	0,68	2,05	10,17	2,43
(SE; rozmezí)	(0,49; 0-5,10)	(0,86; 0-8,90)	(0,92; 8,47-11,62)	(0,75; 0-11,62)
Radiol. Asistentů	973	16 086	4 878	21 937

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); CT = výpočetní tomografie; MR = magnetická rezonance; PET/CT = hybridní pozitronová emisní tomografie/CT; na 10 000 C = průměr na 10 000 nových onkologických pacientů; na 1 000 C53 = průměr na 1 000 nových pacientek s karcinomem hrdla dělohy

V Jižní Americe a Karibiku se ročně diagnostikuje více než 1,153 milionů zhoubných onemocnění a přibližně 554 tisíc nemocných ročně těmto chorobám podlehnou. Celkem asi 576 tisíc pacientů ročně potřebuje ve své léčbě radioterapii. Pouze tři země na celém kontinentu nedisponují centrem radioterapie, z toho dvě v Karibiku a jedna v oblasti tropického pásma

Jižní Ameriky. V těchto třech zemích žije necelých 12 milionů obyvatel, což je 2,5% populace celého studovaného kontinentu. K zevní radioterapii nemá přístup celkem 156 – 196 tisíc pacientů, kteří by léčbu zářením ročně potřebovali, což je 27-34%.

Požadavky na počty megavoltážních ozařovačů jsou v Jižní Americe a Karibiku naplněny asi z 66% a kobaltové zdroje představují přibližně 31% ozařovací techniky. Na celém kontinentu by bylo zapotřebí nainstalovat až 436 nových lineárních urychlovačů, aby byly požadavky na přístrojové kapacity naplněny. Na jeden milion obyvatel kontinentu připadá v průměru 2,36 ozařovačů. V tomto parametru je na tom suverénně nejhůře region tropické Jižní Ameriky, který je však také suverénně nejlidnatější. Více informací o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie na jihoamerickém kontinentu uvádí tabulka č.32.

Tabulka 32: Přehled o počtu všech malignit a úmrtí na malignitu a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie v Jižní Americe a Karibiku

	Karibik	tropická Jižní Amerika	Jižní Amerika mírného pásma	Jižní Amerika celkem
Malignit / rok celkem	108 987	846 504	197 513	1 153 004
Úmrtí / rok celkem	61 204	385 677	107 119	554 000
Potřebuje RT celkem	54 494	423 253	98 757	576 504
- má k RT přístup (%)	31 155–32 422 (57,17-59,50%)	265 497–294 897 (62,73-69,67%)	83 700–93 000 (84,75-94,17%)	380 352-420 318 (65,98-72,91%)
- nemá k RT přístup (%)	22 072-23 339 (40,50-42,83%)	128 356-157 756 (30,33-37,27%)	5 757-15 057 (5,83-15,25%)	156 184-196 151 (27,09-34,02%)
Center radioterapie - na milion obyvatel (SE; rozmezí)	47 1,94 (0,44;0-4,70)	370 0,91 (0,16;0-1,70)	121 2,04 (0,45;1,36-2,88)	538 1,52 (0,24;0-4,70)
Zemí bez center - obyvatel bez center (%)	2 (18,18%) 11 587 000 (27,09%)	1 (10,00%) 290 000 (0,08%)	0 (0,00%) 0 (0,00%)	3 (12,5%) 11 877 000 (2,51%)
EBRT přístrojů - potřeba celkem - potřeba navíc - pokrytí potřeb - na milion obyvatel (SE; rozmezí)	75 121 52 (42,98%) 57,02% 3,05 (0,77; 0-7,96)	591 940 351 (37,34%) 62,66% 1,40 (0,28; 0-3,41)	186 219 33 (15,07%) 84,93% 3,02 (0,37;2,56-3,74)	852 1 281 436 (34,04%) 65,96% 2,36 (0,40; 0-7,96)

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie

Průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy v zemích Jižní Ameriky a Karibiku je 21,22 případů na 100 tisíc žen a hrubá mortalita je 11,56. Ročně je zde diagnostikováno téměř 44 tisíc nových případů této nemoci a za stejné období této nemoci podlehnou téměř 22 tisíc žen, což je 3,9% příčin úmrtí ze všech malignit. Zevní radioterapii potřebuje ve všech studovaných regionech ročně více než 37 tisíc pacientek, brachyterapii pak více než 31 tisíc pacientek. Zatímco k zevní radioterapii se dostane jen 65-73% pacientek s karcinomem hrdla dělohy, které léčbu potřebují, relativní dostupnost brachyterapie je na jihoamerickém kontinentu lepší a dosahuje až 97%. Celkem 10 – 13 tisíc pacientek s karcinomem hrdla dělohy se ročně k léčbě zářením nedostane. Nejvíce pacientek na jeden zevní ozařovač či na jeden přístroj brachyterapie připadá na země v regionu tropické Jižní Ameriky, které jsou zároveň nejlidnatější. Další informace o dostupnosti radioterapie pacientkám s karcinomem hrdla dělohy napříč regiony Jižní Ameriky a Karibiku přináší tabulka č.33.

Tabulka 33: Přehled o incidenci, mortalitě a počtech nádorů hrdla dělohy a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie této nemoci v Jižní Americe a Karibiku

	Karibik	tropická Jižní Amerika	Jižní Amerika mírného pásma	Jižní Amerika celkem
Incidence C53 (SE; rozmezí)	18,99 (1,79;13,8-33,4)	24,76 (2,23;15,2-34,8)	17,57 (1,09;16,1-19,7)	21,22 (1,37;13,8-34,8)
Případů / rok celkem (% ze všech malignit)	4 088 (3,75%)	33 260 (3,93%)	6 321 (3,20%)	43 669 (3,79%)
Mortalita C53 (SE; rozmezí)	12,05 (1,64;6-24,8)	11,77 (1,53;3,5-18,2)	9,03 (0,58;7,9-9,8)	11,56 (0,98;3,5-24,8)
Úmrtí / rok celkem (% ze všech malignit)	2 398 (3,92%)	16 111 (4,18%)	3 124 (2,92%)	21 633 (3,90%)
Potřebuje EBRT	3 491	28 404	5 398	37 293
- má k RT přístup (%)	1 898 – 2 220 (54,37-63,59%)	17 868 - 19 911 (62,91-70,10%)	4 595 - 5 106 (85,12-94,59%)	24 361-27 237 (65,32-73,04%)
- nemá k RT přístup (%)	1 528 - 1721 (43,77-49,30%)	8 595 – 10 558 (30,26-37,28%)	292 – 803 (5,41-14,86%)	10 414 – 13 082 (27,92-35,08%)
Potřebuje BRT	2 919	23 748	4 513	31 180
- potřeba frakcí BRT	8 465	68 868	13 088	90 421
- má k BRT přístup	2 284 (78,25%)	23 591 (99,34%)	4 513 (100%)	30 388 (97,46%)
- nemá k BRT přístup	635 (21,75%)	157 (0,66%)	0 (0,00%)	792 (2,54%)
BRT přístrojů	25	193	61	279
- potřeba celkem	8	69	13	90

- potřeba navíc	2 (25%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (2,22%)
- pokrytí potřeb	75%	100%	100%	97,78%
- pacientek na 1 příst.	90,83	210,05	65,64	137,05
(SE; rozmezí)	(28,4; 11,4-187)	(41,7; 60,7-368)	(24,9; 15,8-92,2)	(25,4; 11,4-368)
- na milion obyvatel	1,67	0,46	1,72	1,17
(SE; rozmezí)	(0,62; 0-5,31)	(0,15; 0-1,70)	(0,01; 0,63-3,74)	(0,33; 0-5,31)

Incidence C53 = průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; Mortalita C53 = průměrná hrubá úmrtnost na karcinom hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; SE = standardní chyba průměru; RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie, BRT = brachyterapie

V Jižní Americe a Karibiku pracuje celkem 1 463 radiačních onkologů a na 200 ozařovaných pacientů tak připadá v průměru 0,48 lékaře. O něco lépe je na tom v tomto ohledu region Jižní Ameriky mírného pásma, kde je nejnižší počet pacientek s karcinomem hrdla dělohy na jednoho radiačního onkologa (17,09). Nejhůře je na tom region tropické Jižní Ameriky, kde na jednoho lékaře připadá průměrně 69 pacientek a 167 frakcí brachyterapie ročně. V Jižní Americe a Karibiku pracuje podle údajů WHO celkem 1 077 dohledatelných lékařských fyziků s průměrem 0,7 fyzika na jeden megavoltážní ozařovač, což je nejhorší průměr napříč všemi kontinenty. Detailnější informace uvádí tabulka č.34.

Tabulka 34: Počty a vytížení radiačních onkologů a lékařských fyziků v Jižní Americe a Karibiku s bližším zaměřením na karcinom hrdla dělohy

	Karibik	tropická Jižní Amerika	Jižní Amerika mírného pásma	Jižní Amerika celkem
Počet RO	101	1 086	276	1 463
RO / 200	0,44	0,45	0,72	0,48
(SE; rozmezí)	(0,11; 0-0,98)	(0,10; 0-1,10)	(0,24; 0,41-1,19)	(0,07; 0-1,19)
Počet C53 / 1 RO	34,14	68,99	17,09	46,64
(SE; rozmezí)	(10,9; 5,5-103,7)	(16,1; 19,0-151,3)	(5,85; 54,47-24,1)	(9,25; 54,7-151,3)
Frakcí BRT / 1 RO	82,77	167,28	41,44	113,08
(SE; rozmezí)	(26,4; 13,3-251)	(39,0; 46,1-366,9)	(14,19; 13,3-58,3)	(22,4; 13,3-366,9)
Počet LF	67	814	196	1 077
LF / EBRT	0,60	0,80	0,65	0,69
(SE; rozmezí)	(0,36; 0-2,88)	(0,30; 0-2,50)	(0,39; 0-1,34)	(0,20; 0-2,88)

RO = radiační onkolog; RO / 200 = průměrný počet RO na 200 ozařovaných pacientů; C53 = pacientky s karcinomem hrdla dělohy; LF = lékařský fyzik; LF / EBRT = průměrný počet LF na jeden přístroj pro megavoltážní zevní radioterapii; BRT = brachyterapie; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru)

7.6. Severní a Střední Amerika

V rozsáhlé oblasti Severní a Střední Ameriky se nachází jen 10 zemí, z toho v Severní Americe jen dvě (USA a Kanada) a osm ve Střední Americe. Celkem zde žije více než 548 milionů obyvatel, což je 7,07% z celosvětové populace. Ani jedna země regionu není světovou bankou hodnocena jako země s nízkým HNP a jen 4 země Střední Ameriky lze považovat za rozvojové s nižším středním HNP. V těchto zemích žije 7,46% obyvatel kontinentu, zatímco naprostá většina obyvatelstva žije v bohatých zemích s vysokým HNP. Detailnější přehled o rozložení zemí a obyvatelstva podle HNP přináší tabulka č.35.

Tabulka 35: Rozložení zemí a obyvatelstva v Severní a Střední Americe podle HNP

	Severní Amerika	Mexiko a Střední Amerika	Severní a Střední Amerika celkem
Počet zemí	2	8	10
- vysoký HNP	2 (100%)	0 (0,00%)	2 (20,00%)
- vyšší střední HNP	0 (0,00%)	4 (50,00%)	4 (40,00%)
- nižší střední HNP	0 (0,00%)	4 (50,00%)	4 (40,00%)
- nízký HNP	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
Počet obyvatel	368 745 000 (67,24%)	179 672 000 (32,76%)	548 417 000 (100%)
- vysoký HNP	368 745 000 (100%)	0 (0,00%)	368 745 000 (67,24%)
- vyšší střední HNP	0 (0,00%)	138 740 000 (77,22%)	138 740 000 (25,30%)
- nižší střední HNP	0 (0,00%)	40 932 000 (22,78%)	40 932 000 (7,46%)
- nízký HNP	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

HNP = hrubý národní produkt

Všechny země kontinentu mají zavedený nádorový registr, ale jen 3 z nich mají registr vysoce kvalitní. Zbylých 7 zemí se nachází v regionu Střední Ameriky. Screeningový program pro karcinom hrdla dělohy má 9 zemí z deseti, 8 z nich má program založen na cytologickém vyšetření. Celkem je na kontinentu instalováno 15 465 CT přístrojů, 13 023 MR přístrojů a 2 518 hybridních PET/CT scannerů. Dostupnost zobrazovacích vyšetření na 10 tisíc onkologických pacientů je ve všech regionech severoamerického kontinentu dobrá, avšak značně se liší v přepočtu na 1 000 pacientek s karcinomem hrdla dělohy, který je mnohem častější v zemích Střední Ameriky, zatímco v USA a Kanadě se jedná již o téměř vzácné onemocnění. V zemích Severní a Střední Ameriky pracuje 46 tisíc radiologických asistentů a

hned více než 41 tisíc z nich pracuje v USA či Kanadě. Detailnější informace o dostupnosti preventivních a zobrazovacích vyšetření v Severní a Střední Americe uvádí tabulka č. 36.

Tabulka 36: Rozložení dostupnosti preventivních a diagnostických vyšetření v Severní a Střední Americe

	Severní Amerika	Mexiko a Střední Amerika	Severní a Střední Amerika celkem
Zemí s registrem	2 (100%)	8 (100%)	10 (100%)
- vysoce kvalitní	2 (100%)	1 (12,50%)	3 (30%)
Zemí se screeningem	2 (100%)	7 (87,50%)	9 (90,00%)
- vizuální	0	1 (14,29%)	1 (10,00%)
- PAP (cytologie)	2 (100%)	6 (85,71%)	8 (80,00%)
- detekce HPV	0	0	0
CT přístrojů	14 442	1 023	15 465
- na 10 000 C	43,85	47,80	47,01
(SE; rozmezí)	(21,35; 22,5-65,2)	(13,92; 19,1-139,7)	(11,45; 19,1-139,7)
- na 1 000 C53	688,89	66,54	191,01
(SE; rozmezí)	(298,08; 390,8-987)	(11,15; 23,62-108,73)	(94,54; 23,62-987)
MR přístrojů	12 608	415	13 023
- na 10 000 C	36,1	18,04	21,65
(SE; rozmezí)	(21,4; 14,7-57,5)	(5,59; 6,8-55,9)	(5,95; 6,8-57,5)
- na 1 000 C53	562,81	24,95	132,52
(SE; rozmezí)	(307,6; 255,2-870,4)	(4,59; 9,67-43,48)	(85,20; 9,67-870,4)
PET/CT přístrojů	2 460	58	2 518
- na 10 000 C	6,75	1,1	2,23
(SE; rozmezí)	(4,55; 2,2-11,3)	(0,38; 0-2,7)	(1,06; 0-11,3)
- na 1 000 C53	104,67	2,42	22,87
(SE; rozmezí)	(66,32; 38,35-171,0)	(0,97; 0-6,48)	(16,86; 0-171,0)
Radiol. Asistentů	41 228	4 772	46 000

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); CT = výpočetní tomografie; MR = magnetická rezonance; PET/CT = hybridní pozitronová emisní tomografie/CT; na 10 000 C = průměr na 10 000 nových onkologických pacientů; na 1 000 C53 = průměr na 1 000 nových pacientek s karcinomem hrdla dělohy

V Severní a Střední Americe se ročně diagnostikuje více než 2,6 milionů maligních onemocnění a 788 tisíc nemocných malignitě ročně podlehnou. Radioterapii potřebuje ročně až 1,3 milionů onkologických pacientů a jen pro 2-3% z nich je radioterapie kapacitně nedostupná. Jedná se celkem o 31 – 41 tisíc pacientů ročně výhradně ze zemí Střední Ameriky. V USA a

Kanadě tak má k radioterapii teoreticky přístup každý pacient, který ji potřebuje. Jedná se ale jen o výpočet ozařovacích a personálních kapacit USA a Kanady a nikoliv reálný stav věcí. Pokud něco brání pacientům v Severní Americe v léčbě ozařováním, pak je to systém pojištění a financování nákladné péče, která nemusí být plně hrazena z pojištění pacienta. V Mexiku a Střední Americe se pak 24-32% pacientů k radioterapii nedostane, převážně z důvodů její nedostupnosti. Tito pacienti pak často shánějí finance na léčbu v USA, případně se dobrovolně účastní sponzorovaných klinických studií na území Spojených Států.

Jen jedna země Střední Ameriky nemá žádné centrum radioterapie. Tou zemí je Belize, ve které žije jen 398 tisíc obyvatel. Přestože je na území Severní a Střední Ameriky instalováno o 1 400 zevních ozařovačů více, než je potřeba pro naplnění kapacit, jejich distribuce je značně nerovnoměrná, s převahou v USA, a v zemích Střední Ameriky tak stále chybí více než 90 nových lineárních urychlovačů. Potřeby ozařovačů ve Střední Americe jsou tak pokryty jen z 68%. V USA a Kanadě je tak až desetkrát více center radioterapie a megavoltážních ozařovačů na milion obyvatel, než je průměr v zemích Střední Ameriky. Detailnější informace poskytuje tabulka č. 37.

Tabulka 37: Přehled o počtu všech malignit a úmrtí na malignitu a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie v Severní a Střední Americe

	Severní Amerika	Mexiko a Střední Amerika	Severní a Střední Amerika celkem
Malignit / rok celkem	2 378 195	256 782	2 634 997
Úmrtí / rok celkem	668 825	119 746	788 571
Potřebuje RT celkem	1 189 098	128 391	1 317 489
- má k RT přístup	1 189 098	87 300 - 97 000	1 276 398-1 286 098
(%)	(100%)	(68,00 – 77,55%)	(96,88 – 97,62%)
- nemá k RT přístup	0	31 391 – 41 091	31 391 – 41 091
(%)	0 (0,00%)	(24,50 – 32,00%)	(2,38 – 3,12%)
Center radioterapie	2 603	124	2 727
- na milion obyvatel	4,53	0,54	1,34
(SE; rozmezí)	(3,18; 1,35 – 7,71)	(0,12; 0-0,92)	(0,72; 0-7,71)
Zemí bez center	0	1	1
- obyvatel bez center	0	398 000	398 000
(%)	(0,00%)	(0,22%)	(0,073%)
EBRT přístrojů	4 111	194	4 305
- potřeba celkem	2 642	285	2928

- potřeba navíc	0 (0,00%)	91 (31,93%)	91 (3,11%)
- pokrytí potřeb	100%	68,07%	96,89%
- na milion obyvatel	9,54	0,88	2,61
(SE; rozmezí)	(2,02; 7,52-11,56)	(0,21; 0-1,85)	(1,21; 0-11,56)

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie

Průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy v Severní a Střední Americe je 16,38 případů na 100 tisíc žen ročně. Zatímco v zemích Střední Ameriky představuje tato nemoc 4,8% případů všech malignit, v zemích Severní Ameriky je to jen 0,65%. V USA a Kanadě je tak karcinom hrdla dělohy prakticky vzácným onemocněním a ročně se v těchto dvou rozlehlých zemích diagnostikuje pouze 15,5 tisíc případů. Zevní radioterapii potřebuje na celém kontinentu ročně téměř 24 tisíc pacientek a brachyterapii 20 tisíc pacientek ročně. Potřeby zevní radioterapie i brachyterapie jsou v zemích Severní Ameriky pokryty ze 100%, zatímco v zemích Střední Ameriky je zevní radioterapie pokryta z 66-73% a brachyterapie z 95%. Ročně se tak k zevní radioterapii nedostane 2,8 – 3,6 tisíc pacientek ze zemí Střední Ameriky, zatímco k brachyterapii se nedostane přibližně jen 400 pacientek. K pokrytí požadavků brachyterapie by teoreticky postačovalo nainstalovat pouhý jeden přístroj v regionu Střední Ameriky, tyto odhady jsou však založeny na předpokladu maximální vytiženosti stávajících přístrojových kapacit. Další informace o potřebách a pokrytí potřeb radioterapie karcinomu hrdla dělohy v Severní a Střední Americe uvádí tabulka č. 38.

Tabulka 38: Přehled o incidenci, mortalitě a počtech nádorů hrdla dělohy a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie této nemoci v Severní a Střední Americe

	Severní Amerika	Mexiko a Střední Amerika	Severní a Střední Amerika celkem
Incidence C53 (SE; rozmezí)	8,1 (0,4; 7,7-8,5)	18,45 (1,43; 12-23,9)	16,38 (1,78; 7,7-23,9)
Případů / rok celkem (% ze všech malignit)	15 499 (0,65%)	12 406 (4,83%)	27 905 (1,06%)
Mortalita C53 (SE; rozmezí)	3,15 (0,05; 3,1-3,2)	10,1 (0,82; 6,3-13)	8,71 (1,13; 3,1-13)
Úmrtí / rok celkem (% ze všech malignit)	5 852 (0,87%)	6 619 (5,53%)	12 471 (1,58%)
Potřebuje EBRT	13 236	10 595	23 831

- má k RT přístup (%)	13 236 (100%)	6 993 – 7 770 (66,00 – 73,34%)	20 229 – 21 006 (84,89 – 88,15%)
- nemá k RT přístup (%)	0 (0,00%)	2 825 – 3 602 (26,66 – 34,00%)	2 825 – 3 602 (11,85 – 15,11%)
Potřebuje BRT	11 066	8 858	19 924
- potřeba frakcí BRT	32 092	25 688	57 780
- má k BRT přístup	11 066 (100%)	8 457 (95,47%)	19 523 (97,99%)
- nemá k BRT přístup	0 (0,00%)	401 (4,53%)	401 (2,01%)
BRT přístrojů	887	78	965
- potřeba celkem	32	26	58
- potřeba navíc	0 (0,00%)	1 (3,85%)	1 (1,72%)
- pokrytí potřeb	100%	96,15%	98,28
- pacientek na 1 příst.	15,86	283,72	224,19
(SE; rozmezí)	(3,83; 12,03-19,69)	(67,71; 86,44-574,1)	(65,00; 12,03-574,1)
- na milion obyvatel	1,95	0,26	0,60
(SE; rozmezí)	(0,57; 1,38-2,52)	(0,06; 0-0,50)	(0,25; 0-2,52)

Incidence C53 = průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; Mortalita C53 = průměrná hrubá úmrtnost na karcinom hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie, BRT = brachyterapie

V Severní a Střední Americe pracuje celkem 3 309 radiačních onkologů a na 200 ozařovaných pacientů tak připadá 0,36 lékařů. Tento údaj není zdaleka ideální ani v zemích Severní Ameriky, kde aktuálně chybí více než 2 640 radiačních onkologů v USA a dalších 260 v Kanadě. Již nyní ale připadají na každého radiačního onkologa v Severní Americe jen 4 pacientky s karcinomem hrdla dělohy a 10 frakcí brachyterapie pro tuto nemoc ročně, což je ale dáno nízkou incidencí nemoci, nikoliv vysokým počtem specialistů. V zemích Střední Ameriky pak na jednoho lékaře připadá ročně více než 80 pacientek s touto nemocí a téměř 200 frakcí brachyterapie. Z 9 789 lékařských fyziků na celém kontinentu pracuje v USA a Kanadě hned 9 582 z nich. Nicméně průměrný počet fyziků na jeden zevní ozařovač je pro Severní a Střední Ameriku téměř totožný. Je to dáno zejména nadstandardně vysokým počtem instalací lineárních urychlovačů ve Spojených Státech. Detailnější informace lze nalézt v tabulce č. 39.

Tabulka 39: Počty a vytížení radiačních onkologů a lékařských fyziků v Severní a Střední Americe s bližším zaměřením na karcinom hrdla dělohy

	Severní Amerika	Mexiko a Střední Amerika	Severní a Střední Amerika celkem
Počet RO	3 041	268	3 309
RO / 200 (SE; rozmezí)	0,54 (0,04; 0,50-0,57)	0,31 (0,07; 0-0,56)	0,36 (0,06; 0-0,57)
Počet C53 / 1 RO (SE; rozmezí)	3,95 (0,53; 3,42-3,48)	80,94 (21,59; 16,65-171,65)	63,83 (20,00; 3,42-171,65)
Frakcí BRT / 1 RO (SE; rozmezí)	9,57 (1,28; 8,29-10,85)	196,25 (52,34; 40,38-416,19)	154,77 (48,49; 8,29-416,19)
Počet LF	9 582	207	9 789
LF / EBRT (SE; rozmezí)	2,43 (0,12; 2,31-2,55)	1,92 (0,85; 0-6,4)	2,03 (0,65; 0-6,4)

RO = radiační onkolog; RO / 200 = průměrný počet RO na 200 ozařovaných pacientů; C53 = pacientky s karcinomem hrdla dělohy; LF = lékařský fyzik; LF / EBRT = průměrný počet LF na jeden přístroj pro megavoltážní zevní radioterapii; BRT = brachyterapie; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru)

7.7. Evropa

V Evropě se nachází celkem 44 zemí. Pět miniaturních států Evropy však má statistiky společné se sousedními zeměmi, které jim také zajišťují kapacity radioterapie. Monako má společné statistiky s Francií, Vatikán a San Marino s Itálií, Andora s Francií a se Španělskem, a Lichtenštejnsko se Švýcarskem. Tyto země a jejich obyvatelstvo tak nelze považovat za země bez center a přístupu k radioterapii. Tyto země tak byly začleněny do statistik okolních zemí a dále budeme pracovat s celkovým počtem zemí 39. Z těchto zemí se nachází 19 v západní a 20 ve východní Evropě. Všechny země západní Evropy mají vysoký HNP, zatímco ve východní Evropě je 9 zemí s vysokým HNP (kam patří i Česká republika), 9 zemí s vyšším středním HNP a 2 země s nižším středním HNP. Ani jeden stát Evropy nemá podle světové banky nízký HNP.

V Evropě žije celkem 747 milionů obyvatel, což představuje 9,63% celosvětové populace. Z toho 85% obyvatel žije v zemích s vysokým HNP. Detailnější informace uvádí tabulka č. 40.

Tabulka 40: Rozložení zemí a obyvatelstva v Evropě podle regionů a HNP

	východní Evropa	západní Evropa	Evropa celkem
Počet zemí	20	19	39
- vysoký HNP	9 (45,00%)	19 (100%)	28 (71,80%)
- vyšší střední HNP	9 (45,00%)	0 (0,00%)	9 (23,08%)
- nižší střední HNP	2 (10,00%)	0 (0,00%)	2 (5,12%)
- nízký HNP	0 (%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
Počet obyvatel	322 739 000 (43,20%)	424 367 000 (56,80%)	747 106 000 (100%)
- vysoký HNP	212 069 000 (65,71%)	424 367 000 (100%)	636 436 000 (85,19%)
- vyšší střední HNP	62 902 000 (19,49%)	0 (0,00%)	62 902 000 (8,42%)
- nižší střední HNP	47 768 000 (14,80%)	0 (0,00%)	47 768 000 (6,39%)
- nízký HNP	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

HNP = hrubý národní produkt

Všechny země Evropy mají zavedený nádorový registr a 72% z nich má registr na vysoké úrovni. Program pro screening karcinomu hrdla dělohy mají zavedený všechny země Evropy, v naprosté většině založený na cytologickém vyšetření. V Evropě je instalováno celkem 17 232 CT přístrojů, 12 099 MR přístrojů a 915 PET/CT přístrojů. Průměrná kapacita těchto přístrojů na 10 tisíc onkologických pacientů ročně je přibližně 2x větší v zemích západní

Evropy, než v regionu východoevropském. V přepočtu na tisíc nově diagnostikovaných případů karcinomu hrdla dělohy jsou však kapacity západní Evropy 4-8x větší, zejména díky nižší incidenci této nemoci. Radiologických asistentů v Evropě pracuje více než 87 tisíc a jejich dostupnost je v obou regionech Evropy stejná. Podrobnější informace uvádí tabulka č. 41.

Tabulka 41: Rozložení dostupnosti preventivních a diagnostických vyšetření v Evropě podle jednotlivých regionů

	východní Evropa	západní Evropa	Evropa celkem
Zemí s registrem	20 (100%)	19 (100%)	39 (100%)
- vysoce kvalitní	10 (50,00%)	18 (94,74%)	28 (71,79%)
Zemí se screeningem	20 (100%)	19 (100%)	39 (100%)
- vizuální	1 (5,00%)	0 (0,00%)	1 (2,56%)
- PAP (cytologie)	18 (90,00%)	17 (89,47%)	35 (89,74%)
- detekce HPV	1 (5,00%)	2 (10,53%)	3 (7,70%)
CT přístrojů	5 386	11 846	17 232
- na 10 000 C	38,07	55,04	46,36
(SE; rozmezí)	(3,18; 15,7-70,4)	(8,16; 21,6-180)	(4,46; 15,7-180)
- na 1 000 C53	179,77	744,72	455,00
(SE; rozmezí)	(21,71; 37,55-373,2)	(155,4; 281,5-3327,1)	(88,28; 37,55-3327,1)
MR přístrojů	2 478	9 621	12 099
- na 10 000 C	17,13	35,43	26,05
(SE; rozmezí)	(1,27; 7,2-25,2)	(3,10; 17,5-67,2)	(2,20; 7,2-67,2)
- na 1 000 C53	85,84	472,50	274,22
(SE; rozmezí)	(14,63; 17,2-309,1)	(65,99; 218,8-1472,9)	(45,20; 17,2-1472,9)
PET/CT přístrojů	98	817	915
- na 10 000 C	1,43	3,98	2,67
(SE; rozmezí)	(0,27; 0-3,9)	(0,56; 0,7-10,3)	(0,37; 0-10,3)
- na 1 000 C53	7,57	55,71	31,02
(SE; rozmezí)	(1,82; 0,-27,27)	(9,87; 9,04-181,81)	(6,21; 0-181,81)
Radiol. Asistentů	41 089	46 296	87 385

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); CT = výpočetní tomografie; MR = magnetická rezonance; PET/CT = hybridní pozitronová emisní tomografie/CT; na 10 000 C = průměr na 10 000 nových onkologických pacientů; na 1 000 C53 = průměr na 1 000 nových pacientek s karcinomem hrdla dělohy

V Evropě se ročně diagnostikuje 4,2 milionů nádorových onemocnění a 1,9 milionů nemocných na malignitu ročně zemře. Radioterapii potřebuje více než 2,1 milionů onkologických pacientů ročně a tato léčba je dostupná pro 80-87% z nich. Dostupnost

radioterapie ve východní Evropě je o něco menší (66-74%) než v Evropě západní (87-93%). Ročně se v Evropě k radioterapii nedostane přibližně 274 až 416 tisíc pacientů.

Vyjma zmíněných miniaturních států Evropy, jejichž léčbu zářením zajišťují okolní země, není v Evropě žádná země zcela bez centra radioterapie. Celkem je v Evropě instalováno 3 802 megavoltážních ozařovačů, z toho je necelá třetina kobaltových přístrojů, které jsou stále v oblibě v zemích východní Evropy. V průměru na jeden milion obyvatel připadá v Evropě 1,96 center radioterapie a 5,2 megavoltážních ozařovačů a i v těchto statistikách je na tom o něco lépe západní Evropa před východní. Přístrojové požadavky pro zevní radioterapii jsou v Evropě naplněny z 80%, přičemž v západní Evropě z 87% a ve východní z 66%. Celkem by bylo potřeba nainstalovat 407 nových lineárních urychlovačů v západní Evropě a 518 ve východní, aby byly potřeby zcela naplněny. Detailnější přehled uvádí tabulka č. 42.

Tabulka 42: Přehled o počtu všech malignit a úmrtí na malignitu a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie obecně napříč regiony Evropy.

	východní Evropa	západní Evropa	Evropa celkem
Malignit / rok celkem	1 395 779	2 825 824	4 221 603
Úmrtí / rok celkem	789 581	1 149 328	1 938 909
Potřebuje RT celkem	697 890	1 412 912	2 110 802
- má k RT přístup (%)	464 683 – 516 183 (66,58-73,96%)	1 229 632 – 1 320 270 (87,03-93,44)	1 694 315 – 1 836 453 (80,27-87,00%)
- nemá k RT přístup (%)	181 707 – 233 207 (26,04-33,42%)	92 642 – 183 280 (6,56-12,97%)	274 349 - 416 487 (13,00-19,73%)
Center radioterapie - na milion obyvatel (SE; rozmezí)	407 1,55 (0,16; 0,25-3,08)	1 082 2,38 (0,18; 1,09-4,27)	1 489 1,96 (0,14; 0,25-4,27)
Zemí bez center - obyvatel bez center (%)	0 0 0,00%	0 0 0,00%	0 0 0,00%
EBRT přístrojů - potřeba celkem - potřeba navíc - pokrytí potřeb - na milion obyvatel (SE; rozmezí)	1 033 1 551 518 (34,40%) 65,60% 3,58 (0,28; 0,74-5,70)	2 769 3 139 407 (12,97%) 87,03% 6,82 (0,27; 5,08-8,98)	3 802 4 690 925 (19,72%) 80,28% 5,16 (0,33; 0,74-8,98)

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie

Průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy v Evropě je 16,68 případů na 100 tisíc žen. Ve východní Evropě je tento průměr 2x vyšší, než v západní. Celkem se na evropském kontinentu diagnostikuje 61 tisíc případů této nemoci ročně, což představuje 1,4% všech malignit. Až 52 tisíc pacientek s karcinomem hrdla dělohy potřebuje ročně zevní radioterapii a 43,5 tisíc potřebuje brachyterapii. Zatímco k brachyterapii by se měly snadno dostat prakticky všechny pacientky v Evropě, k zevní radioterapii se ročně nedostane 10 až 14 tisíc pacientek, přičemž 80-88% z nich bude pocházet ze zemí východní Evropy. Na jeden přístroj brachyterapie připadá v Evropě v průměru necelých 70 pacientek ročně. Přesnější informace o dostupnosti radioterapie pro pacientky s karcinomem cervixu v Evropě uvádí tabulka č. 43.

Tabulka 43: Přehled o incidenci, mortalitě a počtech nádorů hrdla dělohy a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie této nemoci napříč regiony Evropy.

	východní Evropa	západní Evropa	Evropa celkem
Incidence C53 (SE; rozmezí)	22,99 (1,80; 9,2-33,1)	10,03 (0,63; 5,1-14,3)	16,68 (1,42; 5,1-33,1)
Případů / rok celkem (% ze všech malignit)	39 538 (2,83%)	21 460 (0,76%)	60 998 (1,44%)
Mortalita C53 (SE; rozmezí)	9,62 (0,73; 3,6-17,3)	3,74 (0,24; 1,8-6,3)	6,76 (0,62; 1,8-17,3)
Úmrtí / rok celkem (% ze všech malignit)	17 479 (2,21%)	8 324 (0,72%)	25 803 (1,33%)
Potřebuje EBRT	33 765	18 327	52 092
- má k RT přístup (%)	22 277 – 24 752 (65,98-73,31%)	17 888 – 18 327 (97,60-100,00%)	40 165 – 43 079 (77,10-82,70%)
- nemá k RT přístup (%)	9 026 – 11 541 (26,73-34,18%)	1 255 – 2 733 (6,85-14,91%)	10 281 – 14 274 (19,74-27,40%)
Potřebuje BRT	28 230	15 323	43 553
- potřeba frakcí BRT	81 867	44 435	126 302
- má k BRT přístup	28 023 (99,27%)	15 315 (99,95%)	43 338 (99,51%)
- nemá k BRT přístup	207 (0,73%)	8 (0,05%)	215 (0,49%)
BRT přístrojů	322	789	1 111
- potřeba celkem	82	44	126
- potřeba navíc	0,6 (0,73%)	0 (0%)	0,6 (0,48%)
- pokrytí potřeb	99,27%	100%	99,52%
- pacientek na 1 příst.	114,60	21,98	69,54

(SE; rozmezí)	(24,73; 15,7-456,2)	(2,78; 7,37-42,97)	(14,78; 7,37-456,2)
- na milion obyvatel	1,14	1,92	1,52
(SE; rozmezí)	(0,16; 0-2,57)	(0,20; 3,19)	(0,14; 0-3,19)

Incidence C53 = průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; Mortalita C53 = průměrná hrubá úmrtnost na karcinom hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie, BRT = brachyterapie

V Evropě pracuje celkem 8 589 radiačních onkologů a na 200 ozařovaných pacientů připadá průměrně 0,90 radiačního onkologa, což je nejlepší poměr ze všech kontinentů. V západní Evropě je tento poměr jen o něco lepší, než v Evropě východní. Na jednoho radiačního onkologa v Evropě připadá průměrně 8,23 pacientek s karcinomem hrdla dělohy a 20 frakcí brachyterapie ročně. Oba tyto parametry jsou asi 4x vyšší pro radiační onkology východní Evropy než pro ty západoevropské. Lékařských fyziků v Evropě pracuje více než 14 tisíc a jejich rozdělení je značně nerovnoměrné. Hned 12,5 tisíc z nich pracuje v zemích západní Evropy, a tak nepřekvapí, že na jeden megavoltážní zevní ozařovač připadá v západní Evropě 7,3 lékařského fyzika, kdežto ve východní Evropě jen 2. Blíže viz tabulka č. 44.

Tabulka 44: Počty a vytížení radiačních onkologů a lékařských fyziků napříč regiony Evropy s bližším zaměřením na karcinom hrdla dělohy

	východní Evropa	západní Evropa	Evropa celkem
Počet RO	2 584	6 005	8 589
RO / 200	0,82	0,98	0,90
(SE; rozmezí)	(0,07; 0,34-1,29)	(0,10; 0,42-2,16)	(0,06; 0,34-2,16)
Počet C53 / 1 RO	12,80	3,42	8,23
(SE; rozmezí)	(1,86; 3,03-34,45)	(0,46; 0,85-9,07)	(1,23; 0,85-34,45)
Frakcí BRT / 1 RO	31,04	8,29	19,96
(SE; rozmezí)	(4,5; 7,35-83,53)	(1,10; 2,07-22,00)	(2,98; 2,07-83,53)
Počet LF	1 550	12 496	14 046
LF / EBRT	2,05	7,34	4,63
(SE; rozmezí)	(0,36; 0-5,45)	(4,42; 0-8,57)	(2,17; 0-8,57)

RO = radiační onkolog; RO / 200 = průměrný počet RO na 200 ozařovaných pacientů; C53 = pacientky s karcinomem hrdla dělohy; LF = lékařský fyzik; LF / EBRT = průměrný počet LF na jeden přístroj pro megavoltážní zevní radioterapii; BRT = brachyterapie; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru)

7.8. Oceánie

V Oceánii, neboli jižním a západním Pacifiku, se nachází celkem 10 zemí, ve kterých žije celkem 42 milionů obyvatel. Jedná se tak o suverénně nejméně lidnatý kontinent světa ve kterém žije jen 0,54% světové populace. Tři čtvrtiny populace Oceánie žije v zemích s vysokým HNP a zbývající čtvrtina žije v zemích s nižším středním HNP (viz tabulka č.45).

Tabulka 45: Rozložení zemí a obyvatelstva v jižním a západním Pacifiku podle HNP

Počet zemí	10	Počet obyvatel	42 067 000 (%)
- vysoký HNP	5 (50,00%)	- vysoký HNP	31 032 000 (73,77%)
- vyšší střední HNP	2 (20,00%)	- vyšší střední HNP	1 094 000 (2,60%)
- nižší střední HNP	3 (30,00%)	- nižší střední HNP	9 941 000 (23,63%)
- nízký HNP	0 (0,00%)	- nízký HNP	0 (0,00%)

HNP = hrubý národní produkt

Jen 4 země z desíti mají fungující nádorový registr, avšak jen 2 země mají tento registr na kvalitativně vysoké úrovni. Polovina zemí má systematický program screeningu karcinomu hrdla dělohy, přičemž 2 země mají tento screening stále založený jen na fyzikálním gynekologickém vyšetření. V jižním a západním Pacifiku je instalováno celkem 1 679 CT přístrojů, 434 MR přístrojů a 85 PET/CT přístrojů a pracuje zde 2,5 tisíce radiologických asistentů. Detailnější informace uvádí tabulka č. 46.

Tabulka 46: Rozložení dostupnosti preventivních a diagnostických vyšetření v jižním a západním Pacifiku

	jižní a západní Pacifik
Zemí s registrem / vysoce kvalitní	4 (40,00%) / 2 (20,00%)
Zemí se screeningem	5 (50,00%)
- vizuální / PAP (cytologie) / detekce HPV	2 (20,00%) / 2 (20,00%) / 10 (10,00%)
CT přístrojů	1 679
- na 10 000 C (SE; rozmezí)	17,53 (7,86; 0 - 80,1)
- na 1 000 C53 (SE; rozmezí)	231,41 (170,73; 0 - 1715,35)
MR přístrojů	434
- na 10 000 C (SE; rozmezí)	6,19 (3,27; 0 - 18,6)

- na 1 000 C53 (SE; rozmezí)	74,84 (49,41; 0- 398,27)
PET/CT přístrojů	85
- na 10 000 C (SE; rozmezí)	0,54 (0,41; 0 - 4)
- na 1 000 C53 (SE; rozmezí)	11,29 (8,76; 0 – 85,58)
Radiologických asistentů	2 490

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); CT = výpočetní tomografie; MR = magnetická rezonance; PET/CT = hybridní pozitronová emisní tomografie/CT; na 10 000 C = průměr na 10 000 nových onkologických pacientů; na 1 000 C53 = průměr na 1 000 nových pacientek s karcinomem hrdla dělohy

Ročně se v oblasti diagnostikuje 250 tisíc nádorových onemocnění a za stejné období zemře na malignitu 68 tisíc obyvatel. Radioterapii potřebuje ročně asi 125 tisíc onkologických pacientů a až 90% z nich by se mělo k léčbě dostat bez větších potíží. Problémem regionu však není přístrojová nevybavenost, ale logistická dostupnost léčby pacientů žijících mimo hustě zalidněné oblasti Austrálie a ostrovních zemí Pacifiku. Velká část nemocných tak musí řešit dojezd či ubytování během léčby zářením.

Celkem 7 zemí jižního a západního Pacifiku nemá vybudované vlastní centrum radioterapie (70%), v těchto zemích však žije jen 6,65% populace regionu. Jedná se především o menší ostrovní státy bez vlastní zdravotnické infrastruktury. Část pacientů z těchto zemí se dostane k léčbě v okolních zemích regionu s lépe vybudovanou infrastrukturou. Potřeby přístrojového vybavení ozařovači jsou saturovány z 90% a v celém regionu tak chybí jen asi 30 nových lineárních urychlovačů. Bližší informace přináší tabulka č. 47.

Tabulka 47: Přehled o počtu všech malignit a úmrtí na malignitu a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie v jižním a západním Pacifiku

	jižní a západní Pacifik
Malignit / rok celkem	250 077
Úmrtí / rok celkem	67 956
Potřebuje RT celkem	125 039
- má k RT přístup (%)	111 538 – 112 938 (89,20 – 90,32%)
- nemá k RT přístup (%)	12 101 - 13 501 (9,68 – 10,80%)
Center radioterapie	108
- na milion obyvatel (SE; rozmezí)	0,55 (0,40; 0- 3,92)
Zemí bez center	7 (70,00%)

- obyvatel bez center (%)	2 798 000 (6,65%)
EBRT přístrojů	249
- potřeba celkem	279
- potřeba navíc	30 (10,75%)
- pokrytí potřeb	89,25%
- na milion obyvatel (SE; rozmezí)	1,44 (0,98; 0 – 8,67)

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie

V Oceánii se ročně diagnostikuje asi 2,4 tisíc případů karcinomu hrdla dělohy, což činí necelé 1% všech malignit. Hrubá incidence je srovnatelná s Evropou a činí 16,69 případů na 100 tisíc žen ročně. Na rozdíl od vyspělejší Evropy se však až polovina pacientek Oceánie k radioterapii pro karcinom hrdla dělohy nedostane. Hlavním důvodem je vysoká incidence této nemoci právě v zemích bez zdravotní infrastruktury, zatímco v bohatých zemích regionu je tato nemoc již vzácná. Potřeby brachyterapie jsou v regionu pokryty asi z 60% a k léčbě brachyterapií se nedostane odhadem až jedna třetina pacientek. Detailnější informace o dostupnosti radioterapie pro pacientky s karcinomem cervixu v Oceánii uvádí tabulka č. 48.

Tabulka 48: Přehled o incidenci, mortalitě a počtech nádorů hrdla dělohy a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie této nemoci v jižním a západním Pacifiku

	jižní a západní Pacifik
Incidence C53 (SE; rozmezí)	16,69 (2,27; 7,4 – 27,6)
Případů / rok celkem (% ze všech malignit)	2 413 (0,97%)
Mortalita C53 (SE; rozmezí)	9,84 (1,85; 2,7 – 20,9)
Úmrtí / rok celkem (% ze všech malignit)	1 234 (1,82%)
Potřebuje EBRT	2 061
- má k RT přístup (%)	965 – 1 077 (46,82 – 52,26%)
- nemá k RT přístup (%)	984 – 1 096 (47,74 – 53,18%)
Potřebuje BRT	1 723
- potřeba frakcí BRT	4 996
- má k BRT přístup	1 140 (66,16%)
- nemá k BRT přístup	583 (33,84%)
BRT přístrojů	16

- potřeba celkem	5
- potřeba navíc	2 (40,00%)
- pokrytí potřeb	60,00%
- pacientek na 1 příst. (SE; rozmezí)	275,0 (228,19; 33,92 – 731,14)
- na milion obyvatel (SE; rozmezí)	0,14 (0,09; 0 – 0,83)

Incidence C53 = průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; Mortalita C53 = průměrná hrubá úmrtnost na karcinom hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie, BRT = brachyterapie

V celém jižním a západním Pacifiku pracuje dle WHO statistik jen 267 radiačních onkologů a na 200 onkologických pacientů tak připadá jen 0,1 radiačního onkologa. V tomto parametru je na tom Oceánie zdaleka nejhůře ze všech kontinentů a hůře je na tom ve světě jen nejhudší region střední Afriky. Jen v Austrálii chybí odhadem až 270 radiačních onkologů. Na jednoho lékaře tak připadá až 148 pacientek s karcinomem hrdla dělohy a 360 frakcí brachyterapie této nemoci ročně. Lékařských fyziků pracuje v regionu 716 a na jeden přístroj pro zevní radioterapii tak připadá průměrně jen jeden fyzik (viz tabulka č. 49). Personálně na tom tedy není region Oceánie vůbec dobře.

Tabulka 49: Počty a vytížení radiačních onkologů a lékařských fyziků v jižním a západním Pacifiku s bližším zaměřením na karcinom hrdla dělohy

	jižní a západní Pacifik
Počet RO	267
RO / 200 (SE; rozmezí)	0,10 (0,06; 0 – 0,48)
Počet C53 / 1 RO (SE; rozmezí)	148,19 (144,53; 3,555 – 437,25)
Frakcí BRT / 1 RO (SE; rozmezí)	359,3 (350,42; 8-62 – 1060,15)
Počet LF	716
LF / EBRT (SE; rozmezí)	1,08 (1,08; 0 – 3,24)

RO = radiační onkolog; RO / 200 = průměrný počet RO na 200 ozařovaných pacientů; C53 = pacientky s karcinomem hrdla dělohy; LF = lékařský fyzik; LF / EBRT = průměrný počet LF na jeden přístroj pro megavoltážní zevní radioterapii; BRT = brachyterapie; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru)

8. Rozdíly v dostupnosti radioterapie karcinomu hrdla dělohy v závislosti na bohatství zemí měřeném HNP

V poslední kapitole se podíváme na rozložení jednotlivých parametrů dostupnosti radioterapie karcinomu hrdla dělohy ve světě pouze v závislosti na bohatství zemí, měřeném hrubým národním produktem. Nebudeme tak nadále dělit svět na kontinenty a na regiony, ale vezmeme v potaz jen hrubé rozdělení všech zemí světa podle HNP, jak jej určuje světová banka. Rozdělení obyvatelstva světa podle toho v jak bohaté zemi žijí, odpovídá více méně normálnímu rozložení podle Gaussovy křivky. Zatímco v zemích s velmi vysokým a velmi nízkým HNP žije celkem 30% obyvatel planety, prakticky rovným dílem rozděleným mezi obě „odchýlené“ kategorie; v zemích se středním HNP žije zbylých 70% obyvatel planety. Polovina těchto obyvatel pak žije v zemích s vyšším středním HNP a druhá polovina v zemích s nižším středním HNP. Pokud pak zařadíme země s vysokým a vyšším středním HNP mezi země vyspělé, tak zjistíme, že v nich žije přesná polovina obyvatel. Ta druhá polovina obyvatel pak žije v zemích zaostalých s nízkým či nižším středním HNP. Detailněji viz. tabulka č. 50.

Tabulka 50: Rozložení zemí a obyvatelstva ve světě podle HNP

	Nízký HNP	Nižší střední HNP	Vyšší střední HNP	Vysoký HNP
Počet zemí	37	45	47	61
Počet obyvatel (% celosvětově)	1 008 309 000 (13,00%)	2 905 565 000 (37,44%)	2 527 791 000 (32,57%)	1 318 392 000 (16,99%)

HNP = hrubý národní produkt

Téměř všechny vyspělé země mají zavedený nádorový registr, ale jen většina zemí s vysokým HNP má tento registr na vysoké úrovni. Dostupnost kvalitního nádorového registru je tak signifikantně závislá na HNP ($p < 0,00001$; Chí kvadrát). Stejně tak i dostupnost screeningového programu pro časnou detekci karcinomu hrdla dělohy je signifikantně závislá na bohatství dané země ($p < 0,00001$; Chí kvadrát). Zatímco země rozvojové buď screeningový program nemají vůbec, nebo je založen pouze na fyzikálním gynekologickém vyšetření pouhým okem a pohmatem, země vyspělé mají již screening běžně dostupný a založený na mnohem přesnějším cytologickém vyšetření.

Polovina CT přístrojů světa je instalována do bohatých zemí s vysokým HNP, zatímco ta druhá polovina je v zemích se středním HNP. Na 13% světové populace žijící v nejchudších zemích s nízkým HNP tak připadá necelých 0,8% ze všech CT přístrojů. Na 10 tisíc nově

diagnostikovaných onkologických onemocnění ročně tak připadá signifikantně více CT přístrojů v zemích s vysokým HNP, než v zemích s nízkým ($p < 0,00001$), či nižším středním HNP ($p = 0,001$). Rozdíl mezi zeměmi s vysokým a vyšším středním HNP už není v tomto ohledu významný ($p = 0,35$). Významný je ale rozdíl v počtu CT přístrojů na 10 tisíc onkologických pacientů mezi zeměmi s nižším středním a nízkým HNP ($p = 0,0009$), nebo mezi zeměmi s vyšším středním a nízkým ($p < 0,00001$), či nižším středním HNP ($p = 0,0001$).

Zatímco v zemích s vysokým HNP je až 5,66 krát více CT přístrojů na 10 tisíc onkologických pacientů oproti zemím s nízkým HNP, v přepočtu na tisíc pacientek s karcinomem hrdla dělohy je v zemích s vysokým HNP až 47,8 krát více CT přístrojů, než v zemích s nízkým HNP. Tento rozdíl je pochopitelně statisticky významný ($p < 0,00001$), stejně jako srovnání počtu CT přístrojů na tisíc pacientek s karcinomem hrdla dělohy mezi zeměmi s vysokým a nižším středním ($p < 0,00001$), či vyšším středním HNP ($p = 0,0009$), nebo jako poměr mezi zeměmi s nízkým a nižším středním HNP ($p = 0,017$), nebo mezi zeměmi s vyšším středním a nízkým ($p < 0,00001$), nebo nižším středním HNP ($p = 0,0025$).

Ještě větší rozdíly v závislosti na bohatství země je v počtu instalovaných MR přístrojů. Více než 93% všech rezonancí ve světě je instalováno ve vyspělých zemích, takže na 50% světové populace žijící v rozvojových zemích připadá jen 7% z celosvětové kapacity MR přístrojů. Tyto rozdíly jsou vysoce signifikantní jak při přepočtu MR přístrojů na 10 tisíc onkologických diagnóz za rok ($p < 0,00001$), tak ještě výrazněji při přepočtu MR přístrojů na tisíc pacientek s karcinomem hrdla dělohy ($p = < 0,00001$).

Vyšetření pomocí hybridního PET/CT zobrazení mimo země s vysokým HNP, kde je instalováno více než 77% všech přístrojů světa, je prakticky nereálné. V rozvojových zemích připadá v průměru na 10 tisíc nově diagnostikovaných malignit ročně necelý jeden hybridní PET/CT scanner. Rozdíly v průměrném počtu PET/CT přístrojů na 10 tisíc malignit, případně na tisíc karcinomů hrdla dělohy, jsou signifikantně závislé na HNP ($p = 0,013 - 0,00001$). Rozdíly nejsou signifikantní jen při srovnání země s nízkým a nižším středním HNP ($p = 0,12 - 0,28$), neboť je tato zobrazovací technika podobně špatně dostupná v zemích obou kategorií. Přesnější informace přináší tabulka č. 51.

Tabulka 51: Rozložení dostupnosti preventivních a diagnostických vyšetření ve světě dle HNP

	Nízký HNP	Nižší střední HNP	Vyšší střední HNP	Vysoký HNP
Země s registrem	22 (59,46%)	31 (68,89%)	43 (91,49%)	60 (98,36%)
- vysoce kvalitní	3 (8,11%)	5 (11,11%)	16 (34,04%)	52 (85,25%)

Zemí se screeningem	16 (43,24%)	25 (55,56%)	32 (72,16%)	55 (90,16%)
- vizuální	13	10	3	0
- PAP (cytologie)	2	15	26	52
- detekce HPV	1	0	3	3
CT přístrojů	720 (0,76%)	12 184 (12,93%)	32 241 (34,21%)	49 108 (52,10%)
- na 10 000 C	11,58	25,75	53,65	65,58
(SE; rozmezí)	(2,22; 0-59,3)	(3,26; 0-91,7)	(6,03; 0-161,9)	(10,46; 0-422,8)
- na 1 000 C53	11,93	66,61	225,68	570,28
(SE; rozmezí)	(2,71; 0-76,9)	(20,18; 0-722,3)	(46,08; 0-1458)	(83,28; 0-3327)
MR přístrojů	196 (0,38%)	3 267 (6,34%)	14 387 (27,90%)	33 714 (65,38%)
- na 10 000 C	3,65	9,46	22,96	53,89
(SE; rozmezí)	(0,98; 0-25,4)	(1,33; 0-29,8)	(2,82; 0-70,8)	(10,64; 0-373,9)
- na 1 000 C53	3,84	24,33	99,34	384,37
(SE; rozmezí)	(1,12; 0-31,8)	(7,03; 0-201,2)	(23,57; 0-632,4)	(58,77; 0-2052)
PET/CT přístrojů	10 (0,19%)	367 (7,01%)	798 (15,25%)	4 057 (77,55%)
- na 10 000 C	0,35	0,87	1,40	4,02
(SE; rozmezí)	(0,31; 0-11)	(0,35; 0-15,6)	(0,28; 0-9,3)	(0,68; 0-30,7)
- na 1 000 C53	0,56	1,92	7,77	39,49
(SE; rozmezí)	(0,52; 0-19,2)	(0,65; 0-20,6)	(2,47; 0-83,3)	(6,07; 0-186,4)
Radiol. Asistentů	2 404 (6,63%)	62 208 (17,15%)	160 702 (44,31%)	137 335 (37,87%)

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); CT = výpočetní tomografie; MR = magnetická rezonance; PET/CT = hybridní pozitronová emisní tomografie/CT; na 10 000 C = průměr na 10 000 nových onkologických pacientů; na 1 000 C53 = průměr na 1 000 nových pacientek s karcinomem hrdla dělohy

Ve světě se ročně diagnostikuje skoro 18 milionů maligních onemocnění a skoro 9,5 milionů lidí na malignitu ve světě zemře. Signifikantně více nových případů i úmrtí je ročně zaznamenáno v zemích s vysokým HNP, než v zemích s nízkým HNP ($p = 0,03 - 0,04$). Důvodem je především vyšší průměrný věk, kterého se obyvatelé bohatších zemí dožívají, nebo horší diagnostické metody v chudých zemích bez fungujícího zdravotního systému. Avšak i důkladné hlášení malignit díky fungujícím nádorovým registrům ve vyspělých zemích hraje jistě v tomto ohledu značnou roli. Rozdíly v incidenci a mortalitě na zhoubné nemoci mezi ostatními kategoriemi zemí podle HNP nedosahují statistické významnosti.

Radioterapii potřebuje ve světě ročně až 9 milionů pacientů. V zemích s vysokým HNP potřebuje radioterapii téměř 10x více pacientů, než v zemích s nízkým HNP ($p = 0,034$). Přesto je dostupnost radioterapie v bohatých regionech podstatně lepší, než v regionech chudých. Zatímco se v zemích s vysokým HNP nedostane k radioterapii ročně cca 6-11% pacientů,

v zemích s vyšším středním HNP je to již 48-53%, v zemích s nižším středním HNP už 55-59% a v zemích s nízkým HNP neuvěřitelných 87-88% ($p < 0,00001$). Až 89% ze všech světových center radioterapie se nachází v zemích vyspělých s vysokým či vyšším středním HM, zatímco na chudší polovinu obyvatelstva planety připadne jen 11% center světa. Průměrný počet center radioterapie přepočtený na milion obyvatel je tak velice významně závislý na HNP ($p < 00001$ napříč kategoriemi). S narůstajícím bohatstvím regionů tak významně klesá počet zemí, ve kterých nejsou centra radioterapie zbudována. Sice existuje i 9 zemí s vysokým HNP, kde nejsou národní centra pro radioterapii přímo zřízena, jedná se ale převážně o velmi bohaté miniaturní státy, které mají služby radioterapie zajištěny v okolních zemích (Vatikán, San Marino, Monaco, Andora, Lichtenštejnsko, Francouzská Guyana, Francouzská Polynésie, Guam a Nová Kaledonie).

S počtem center radioterapie koreluje také průměrný počet zevních ozařovačů na jeden milion obyvatel, který je významně vyšší v zemích s vysokým HNP, oproti zemím s nízkým, nižším středním, ale i vyšším středním HNP ($p < 00001$). Stejně tak je významně více ozařovačů na milion obyvatel v zemích s vyšším středním HNP, oproti zemím s nízkým, či nižším středním HNP ($p < 00001$). Rozdíl mezi zeměmi s nízkým a nižším středním HNP není již tak veliký, avšak stále je statisticky významný ($p = 0,049$).

Tabulka 52: Přehled o počtu všech malignit a úmrtí na malignitu a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie ve světě podle HNP.

	Nízký HNP	Nižší střední HNP	Vyšší střední HNP	Vysoký HNP
Malignit / rok celkem	797 063	2 889 575	6 575 493	7 691 788
Úmrtí / rok celkem	570 525	1 867 065	3 993 323	2 978 457
Potřebuje RT celkem	398 532	1 444 788	3 287 747	3 845 894
- má k RT přístup (%)	46 804-51 954 (11,74-13,04%)	587816-652566 (40,69-45,17%)	1550455-1697143 (47,16-51,62%)	3438856-3597744 (89,42-93,55%)
- nemá k RT přístup (%)	346578-351728 (86,96-88,26%)	792222-856972 (54,83-59,31%)	1590604-1737292 (48,38-52,84%)	248 151-407 039 (6,45-10,58%)
Center radioterapie - na milion obyvatel (SE; rozmezí)	60 (0,74%) 0,11 (0,06; 0-2,29)	828 (10,25%) 0,33 (0,07; 0-2,26)	2 169 (26,86%) 0,90 (0,09; 0-2,59)	5 019 (62,15%) 2,03 (0,20; 0-7,7)
Zemí bez center - obyvatel bez center (%)	19 (51,35%) 306 721 000 (30,42%)	11 (23,91) 14 952 000 (0,51%)	6 (12,77%) 7 318 000 (0,29%)	9 (14,75%) 1 000 000 (0,076%)

EBRT přístrojů	105 (0,75%)	1 312 (9,32%)	3 504 (24,86%)	9 166 (65,07%)
- potřeba celkem	886	3 211	7 306	8 564
- potřeba navíc	782 (88,26%)	1 904 (59,30%)	3 861 (52,85%)	905 (10,56%)
- pokrytí potřeb	12,74%	40,70%	47,15%	89,44%
- na milion obyvatel	0,20	0,53	1,70	4,79
(SE; rozmezí)	(0,12; 0-4,58)	(0,11; 0-4,01)	(0,18; 0-4,78)	(0,67; 0-11,56)

SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie

Na rozdíl od absolutního počtu diagnostikovaných malignit je hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy v zemích s vysokým HNP naopak významně nižší, než v zemích s nízkým ($p = 0,018$), nižším středním ($p = 0,001$), nebo vyšším středním HNP ($p = 0,009$). Rozdíly v incidenci karcinomu hrdla dělohy mezi zeměmi s nízkým, nižším středním a vyšším středním HNP již významné nejsou ($p = 0,34 - 0,8$). Rozdíly v hrubé mortalitě v závislosti na HNP jsou ještě významnější, kdy s rostoucím HNP výrazně klesá mortalita na toto onemocnění ($p < 0,00001$). Pouze mezi zeměmi s nízkým a nižším středním HNP nejsou rozdíly v mortalitě signifikantní ($p = 0,25$).

Zevní radioterapii pro karcinom hrdla dělohy potřebuje ročně až 485 tisíc žen s touto nemocí. Zatímco se v zemích s vysokým HNP nedostane k radioterapii ročně jen 0-6% pacientek, v zemích s vyšším středním HNP je to již 47-53%, v zemích s nižším středním HNP už 57-61% a v zemích s nízkým HNP dokonce 88-90% pacientek ($p < 0,00001$). Celkem se tak k zevní radioterapii ročně nedostane 244 - 266 tisíc pacientek s karcinomem hrdla dělohy, 67-70% z nich pak z rozvojových zemí s nízkým či nižším středním HNP.

Brachyterapii potřebuje ročně ve světě 405,5 tisíc pacientek s karcinomem hrdla dělohy. Zatímco v zemích s vysokým HNP se k brachyterapii nedostane ročně jen 0,3% pacientek, v zemích s vyšším středním HNP je to překvapivě až 57,5%, v zemích s nižším středním HNP už jen 25,5% a v zemích s nízkým HNP pak podle očekávání až 81,7% pacientek ($p < 0,00001$). Zajímavé je, že země s vyšším středním HNP mají horší dostupnost brachyterapie karcinomu hrdla dělohy, než země s nižším středním HNP. Tato diskrepance vznikla díky lidnatému regionu východní Asie a zejména díky Číně, kde nemá brachyterie tradici a kde je tato forma léčby dlouhodobě nedostupná.

Průměrný počet pacientek s karcinomem hrdla dělohy na jeden přístroj brachyterapie je významně vyšší v zemích s nízkým HNP, než v zemích s nižším středním HNP ($p = 0,006$), vyšším středním HNP ($p = 0,048$), nebo vysokým HNP ($p < 0,00001$). Naopak země s vysokým HNP mají významně méně pacientek na jeden přístroj než země s nižším středním HNP ($p <$

0,00001), nebo vyšším středním HNP ($p = 0,008$). Mezi zeměmi s nižším středním a vyšším středním HNP v tomto ohledu významný rozdíl není ($p = 0,79$).

Průměrný počet BRT přístrojů na jeden milion obyvatel ve světě klesá s klesajícím HNP napříč všemi kategoriemi ($p < 0,00001 - 0,001$). Detailnější informace o dostupnosti a pokrytí potřeb radioterapie karcinomu hrdla dělohy ve světě v závislosti na HNP uvádí tabulka č. 53.

Tabulka 53: Přehled o incidenci, mortalitě a počtech nádorů hrdla dělohy a o dostupnosti, potřebách a pokrytí potřeb radioterapie této nemoci ve světě podle HNP.

	Nízký HNP	Nižší střední HNP	Vyšší střední HNP	Vysoký HNP
Incidence C53 (SE; rozmezí)	18,63 (1,58; 3,9-43,1)	19,22 (1,68; 1,2-52,9)	17,22 (1,29; 1,3-33,4)	13,01 (0,96; 2,2-33,1)
Případů / rok celkem (% ze všech malignit)	88 473 (11,10%)	212 555 (7,36%)	184 196 (2,80%)	82 817 (1,08%)
Mortalita C53 (SE; rozmezí)	13,19 (1,17; 2,6-29,8)	11,40 (1,00; 0,8-32,2)	8,94 (0,73; 0,8-24,8)	5,79 (0,50; 1,1-18,1)
Úmrtí / rok celkem (% ze všech malignit)	62 199 (10,90%)	127 930 (6,85%)	87 815 (2,20%)	32 490 (1,09%)
Potřebuje EBRT	75 556	181 522	157 303	70 726
- má k RT přístup (%)	7 972 – 8 906 (10,55 – 11,79%)	70 619 – 78 616 (38,90 – 43,31%)	75 943 – 85 111 (48,28 – 54,11%)	66 711 – 70 726 (94,32 – 100%)
- nemá k RT přístup (%)	66 704 – 67 584 (88,28 – 89,45%)	103 120 – 110 924 (56,81 – 61,10%)	74 120 – 83 541 (47,12 – 53,11%)	0 - 4 015 (0 - 5,68%)
Potřebuje BRT	63 170	151 764	131 516	59 131
- potřeba frakcí BRT	183 192	440 116	381 396	171 481
- má k BRT přístup	11 536 (18,26%)	113 114 (74,53%)	55 946 (42,54%)	58 965 (99,72%)
- nemá k BRT přístup	51 634 (81,74%)	38 650 (25,47%)	75 570 (57,46%)	166 (0,28%)
BRT přístrojů	34 (1,03%)	517 (15,71%)	500 (15,19%)	2 240 (68,07%)
- potřeba celkem	183	440	381	171
- potřeba navíc	150 (81,97%)	112 (25,45%)	219 (57,48%)	0 (0,00%)
- pokrytí potřeb	18,03%	74,55%	42,52%	100%
- pacientek na 1 příst. (SE; rozmezí)	1561,44 (469; 157-4578)	509,95 (128; 30-3556)	430,26 (250; 38-9499)	41,23 (6,26; 7,37-242)
- na milion obyvatel (SE; rozmezí)	0,03 (0,008; 0-0,20)	0,15 (0,03; 0-1,14)	0,47 (0,07; 0-1,73)	1,49 (0,17; 0-5,31)

Incidence C53 = průměrná hrubá incidence karcinomu hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; Mortalita C53 = průměrná hrubá úmrtnost na karcinom hrdla dělohy na 100 tisíc žen za rok; SE = Standard Error of Mean

(standardní chyba průměru); RT = radioterapie; EBRT = zevní megavoltážní radioterapie, BRT = brachyterapie

Více než 90% všech radiačních onkologů světa pracuje ve vyspělých zemích s vysokým či vyšším středním HNP. Na 200 ozařovaných pacientů tak připadá signifikantně více radiačních onkologů s rostoucím bohatstvím země či regionu ($p < 0,00001 - 0,005$). Ani průměrný počet lékařů na 200 pacientů v zemích s vysokým HNP však nedosahuje 1,0, tak jak to vyžadují národní radiologické standardy vydané věstníkem Ministerstva zdravotnictví v České republice. I v nejbohatších zemích světa tak chybí poměrně velké počty radiačních onkologů, což již bylo zmíněno v předchozích kapitolách. Česká republika a okolní země ve střední Evropě si v tomto parametru stojí nadprůměrně dobře, i ve srovnání s mnohem bohatšími zeměmi západní Evropy či Severní Ameriky. Absolutní nedostatek radiačních onkologů je však znatelný především v zemích rozvojových, kde by na jednoho radiačního onkologa připadalo teoreticky v průměru až 3 333 ozařovaných pacientů v zemích s nízkým HNP a 714 ozařovaných v zemích s nižším středním HNP. Jen pro úplnost připadá v zemích s vyšším středním HNP průměrně na jednoho radiačního onkologa teoreticky 408 ozařovaných pacientů a v zemích s vysokým HNP pak 256 pacientů. Tyto výpočty však počítají s teoretickou situací, kdy by se všichni onkologičtí pacienti, kteří radioterapii potřebují, k léčbě dostali.

Rozdíly v průměrném počtu pacientek s karcinomem hrdla dělohy na jednoho radiačního onkologa ve světě jsou v závislosti na HNP ještě výraznější ($p < 0,00001$), stejně jako počet frakcí brachyterapie pro toto onemocnění na jednoho lékaře ($p < 0,00001$). V zemích s nízkým HNP by tak na jednoho lékaře připadalo teoreticky 85 krát více pacientek, než na jednoho lékaře v zemích s vysokým HNP.

Jedině průměrné počty lékařských fyziků na jeden megavoltážní ozařovač ve světě nejsou statisticky významně závislé na HNP ($p = 0,055-0,96$). To je dáno malým počtem ozařovačů v rozvojových zemích, kde pracuje současně jen 10% všech lékařských fyziků.

Bližší informace o personální situaci ve světě v závislosti na HNP uvádí tabulka č. 54.

Tabulka 54: Počty a vytížení radiačních onkologů a lékařských fyziků ve světě podle HNP s bližším zaměřením na karcinom hrdla dělohy

	Nízký HNP	Nižší střední HNP	Vyšší střední HNP	Vysoký HNP
Počet RO	130 (0,53%)	2 000 (8,10%)	10 273 (41,59%)	12 300 (49,78%)
RO / 200	0,06	0,28	0,49	0,78

<i>(SE; rozmezí)</i>	<i>(0,03; 0-0,92)</i>	<i>(0,05; 0-1,11)</i>	<i>(0,06; 0-2,00)</i>	<i>(0,07; 0-3,05)</i>
Počet C53 / 1 RO <i>(SE; rozmezí)</i>	666,71 <i>(133; 34-1791)</i>	189,73 <i>(39,4; 3,5-801)</i>	65,44 <i>(31,1; 3-1259)</i>	7,82 <i>(1,04; 0,9-33,3)</i>
Frací BRT / 1 RO <i>(SE; rozmezí)</i>	1616,48 <i>(323,2;82-4344)</i>	460,07 <i>(95,4; 8,5-1942)</i>	158,55 <i>(75,4; 8-3053)</i>	18,96 <i>(2,51; 2,1-80,8)</i>
Počet LF	404 (1,19%)	2 963 (8,72%)	4 982 (14,66%)	25 628 (75,43%)
LF / EBRT <i>(SE; rozmezí)</i>	1,40 <i>(0,53; 0-9,4)</i>	2,40 <i>(0,63; 0-16,7)</i>	1,37 <i>(0,24; 0-6,4)</i>	4,86 <i>(1,69; 0-8,57)</i>

RO = radiační onkolog; RO / 200 = průměrný počet RO na 200 ozařovaných pacientů; C53 = pacientky s karcinomem hrdla dělohy; LF = lékařský fyzik; LF / EBRT = průměrný počet LF na jeden přístroj pro megavoltážní zevní radioterapii; BRT = brachyterapie; SE = Standard Error of Mean (standardní chyba průměru)

9. Závěry

Díky pokrokům vědy a medicíny, znalostem etiologie onemocnění a jeho způsobu chování, i díky spolehlivým možnostem prevence a velice účinným metodám léčby by v 21. století již neměly ženy produktivního věku umírat na karcinom hrdla dělohy. A přesto jich ročně zemře více než čtvrt milionu a toto číslo se v čase trvale zvyšuje. Nadále je nutné dbát na udržování kvality primární i sekundární prevence, diagnostiky a léčby této nemoci i v zemích s vysokým HNP, kde se již v některých bohatých regionech podařilo tuto nemoc téměř eradikovat. V těchto zemích již ale není takový potenciál dalším pokrokem medicíny zachraňovat životy žen s touto nemocí. Naopak v zemích rozvojových je potenciál zachránit životy žen s karcinomem hrdla dělohy mimořádně veliký.

Díky značné asymetrii v dostupnosti preventivních programů, správné diagnostiky a léčby této nemoci v závislosti na bohatství daného regionu se trvale a čím dál rychleji rozevírají nůžky přežití mezi ženami žijícími v rozvojových zemích a těmi, které žijí v zemích s rozvinutým zdravotnictvím. Světové statistiky jednoznačně dokazují, že ve fungujícím zdravotnictví založeném na důkazech, s fungujícími preventivními, diagnostickými a léčebnými modalitami, lze incidenci a mortalitu karcinomu hrdla dělohy snížit pod 1% všech malignit.

V diagnostice karcinomu hrdla dělohy pracují zdravotníci v rozvojových zemích stále převážně s nenákladnými a dostupnými diagnostickými modalitami, jako je fyzikální vyšetření, ultrazvuk, případně RTG vyšetření. Naopak v nejbohatších zemích světa jsou potřeby moderních metod pro diagnostiku a staging karcinomu hrdla dělohy naplněny často hned několikanásobně. Polovina až tři čtvrtiny všech CT, MR a PET/CT přístrojů světa je instalováno v zemích s vysokým HNP, ve kterých žije jen 17% obyvatel.

Radioterapie je velice mladý a sofistikovaný medicínský obor, založený na velmi náročných a odborných bezpečnostních, technických, logistických, vzdělávacích a mezioborových personálních požadavcích. Tyto požadavky jsou náročně splnitelné i pro bohaté země s rozvinutou strukturou zdravotnictví a služeb. Pro většinu zemí rozvojových jsou tyto požadavky nadále nesplnitelné, nebo splnitelné jen částečně. To je důvod, proč je léčba radioterapií ve světě běžně dostupná jen pro 63 - 67% onkologických pacientů, kteří ji potřebují.

Radioterapie hraje velmi významnou roli v léčbě karcinomu hrdla dělohy, jehož incidence je vysoká zejména v zemích bez rozvinutého zdravotnictví. Ročně tak zevní

radioterapii potřebuje až 485 tisíc žen s touto nemocí, avšak 244 - 266 tisíc z nich se k léčbě nedostane; 67-70% z nich pak pochází z rozvojových zemí s nízkým či nižším středním HNP. Brachyterapie je pro pacientky s karcinomem hrdla dělohy o něco dostupnější a mělo by k ní mít dobrý přístup přibližně 59% pacientek, které ji potřebují. Jedná se o technicky méně náročnou a finančně méně nákladnou léčebnou modalitu, která má v rozvojových zemích delší tradici než zevní megavoltážní terapie. Přístroje pro zevní radioterapii i brachyterapii jsou ve světě distribuovány zcela nerovnoměrně a dostupnost léčby zářením pro ženy s karcinomem hrdla dělohy se značně liší mezi jednotlivými kontinenty i regiony. Hlavním faktorem dostupnosti radioterapie ale není geografická lokalizace regionu, jako spíše bohatství a vyspělost zdravotnictví každé jednotlivé země v daném regionu.

Podobně závažnou asymetrii v návaznosti na bohatství regionu lze nalézt i v dostupnosti zkušeného lékařského i nelékařského personálu. Více než 90% všech radiačních onkologů světa pracuje ve vyspělých zemích s vysokým či vyšším středním HNP. Navzdory trvale rostoucímu bohatství většiny zemí a regionů nejsou požadavky na personální kapacity pro radioterapii zdaleka naplněny a právě nedostatek personálu může sehrát v budoucnosti radioterapie větší roli, než nedostatek ozařovací techniky. Lidskou práci lze částečně nahradit automatizací procesů a moderními programovacími technologiemi. Trvale narůstající využití těchto sofistikovaných systémů ve vyspělých zemích však bude nejspíše jen další příčinou trvale se rozevírajících nůžek (ne)dostupnosti radioterapie mezi bohatými a chudými regiony světa.

10. Literatura

1. de Sanjose S, Quint WGV, Alemany L, Geraets DT, Klaustermeier JE, Lloveras B, et al. Human papillomavirus genotype attribution in invasive cervical cancer: a retrospective cross-sectional worldwide study. *The Lancet Oncology*. 2010;11(11):1048–56.
2. Fischerova D, Cibula D. The role of ultrasound in primary workup of cervical cancer staging (ESGO, ESTRO, ESP cervical cancer guidelines). *Ceska Gynekologie*. 2019;84(1):40–8.
3. Chuang LT, Feldman S, Nakisige C, Temin S, Berek JS. Management and care of women with invasive cervical cancer: ASCO resource-stratified clinical practice guideline. *Journal of Clinical Oncology*. 2016;34(27):3354–5.
4. Carlson RW, Scavone JL, Koh W-J, McClure JS, Greer BE, Kumar R, et al. NCCN framework for resource stratification: A framework for providing and improving global quality oncology care. *JNCCN Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. 2016;14(8):961–9.
5. Cibula D, Pötter R, Planchamp F, Avall-Lundqvist E, Fischerova D, Haie Meder C, et al. The European Society of Gynaecological Oncology/European Society for Radiotherapy and Oncology/European Society of Pathology Guidelines for the Management of Patients With Cervical Cancer. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2018;28(4):641–55.
6. Holschneider CH, Petereit DG, Chu C, Hsu I-C, Ioffe YJ, Klopp AH, et al. Brachytherapy: A critical component of primary radiation therapy for cervical cancer: From the Society of Gynecologic Oncology (SGO) and the American Brachytherapy Society (ABS). *Brachytherapy*. 2019;18(2):123–32.
7. Mazon R, Castelnuovo-Marchand P, Dumas I, Del Campo ER, Kom LK, Martinetti F, et al. Impact of treatment time and dose escalation on local control in locally advanced cervical cancer treated by chemoradiation and image-guided pulsed-dose rate adaptive brachytherapy. *Radiotherapy and Oncology*. 2015;114(2):257–63.
8. Sturdza A, Pötter R, Fokdal LU, Haie-Meder C, Tan LT, Mazon R, et al. Image guided brachytherapy in locally advanced cervical cancer: Improved pelvic control and survival in RetroEMBRACE, a multicenter cohort study. *Radiotherapy and Oncology*. 2016;120(3):428–33.
9. Sankaranarayanan R, Swaminathan R, Brenner H, Chen K, Chia KS, Chen JG, et al. Cancer survival in Africa, Asia, and Central America: a population-based study. *The Lancet Oncology*. 2010;11(2):165–73.
10. Regionální geografie. In: Wikipedie [Internet]. 2017 [citován 7. prosinec 2019]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Region%C3%A1ln%C3%AD_geografie&oldid=15408822
11. Hrubý domácí produkt. In: Wikipedie [Internet]. 2019 [citován 6. prosinec 2019]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Hrub%C3%BD_dom%C3%A1c%C3%AD_produktd&oldid=17874158
12. Hrubý národní produkt. In: Wikipedie [Internet]. 2019 [citován 6. prosinec 2019]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Hrub%C3%BD_n%C3%A1rodn%C3%AD_produktd&oldid=16827441
13. Index lidského rozvoje. In: Wikipedie [Internet]. 2019 [citován 6. prosinec 2019]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Index_lidsk%C3%A9ho_rozvoje&oldid=17243661

14. Hrubé národní štěstí. In: Wikipedie [Internet]. 2019 [citován 6. prosinec 2019]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Hrub%C3%A9_n%C3%A1rodn%C3%AD_%C5%A1t%C4%9Bst%C3%AD&oldid=17724533
15. Rosenblatt E. Planning national radiotherapy services. *Frontiers in Oncology*. 2014;4(NOV).
16. „International Atomic Energy Agency (IAEA). Planning National Radiotherapy Services: A Practical Tool. Vienna: IAEA, Human Health Series No. 14 (2011).”
17. Dunscombe P. Recommendations for safer radiotherapy: What’s the message? *Frontiers in Oncology*. 2012;2 SEP.
18. „International Atomic Energy Agency (IAEA). Applying Radiation Safety Standards in Radiotherapy. Vienna: IAEA, Safety Report Series 38 (2006).”
19. Delaney G, Jacob S, Featherstone C, Barton M. The role of radiotherapy in cancer treatment: Estimating optimal utilization from a review of evidence-based clinical guidelines. *Cancer*. 2005;104(6):1129–37.
20. Barton MB, Jacob S, Shafiq J, Wong K, Thompson SR, Hanna TP, et al. Estimating the demand for radiotherapy from the evidence: A review of changes from 2003 to 2012. *Radiotherapy and Oncology*. 2014;112(1):140–4.
21. Bentzen SM, Heeren G, Cottier B, Slotman B, Glimelius B, Lievens Y, et al. Towards evidence-based guidelines for radiotherapy infrastructure and staffing needs in Europe: The ESTRO QUARTS project. *Radiotherapy and Oncology*. 2005;75(3):355–65.
22. International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiotherapy Facilities: Master Planning and Concept Design Considerations. Vienna: IAEA, Human Health Reports 10 (2014).
23. Dunscombe P, Roberts G. Radiotherapy Service Delivery Models for a Dispersed Patient Population. *Clinical Oncology*. 1. únor 2001;13(1):29–37.
24. Arenas M, Gomez D, Sabater S, Rovirosa A, Biete A, Colomer J. Decentralisation of radiation therapy. Is it possible and beneficial to patients? Experience of the first 5 years of a satellite radiotherapy unit in the province of Tarragona, Spain. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*. 1. března 2015;20(2):141–4.
25. Jones AP, Haynes R, Sauerzapf V, Crawford SM, Zhao H, Forman D. Travel time to hospital and treatment for breast, colon, rectum, lung, ovary and prostate cancer. *European Journal of Cancer*. 2008;44(7):992–9.
26. Chan J, Polo A, Zubizarreta E, Bourque J-M, Hanna TP, Gaudet M, et al. Access to radiotherapy and its association with cancer outcomes in a high-income country: Addressing the inequity in Canada. *Radiotherapy and Oncology*. 2019;
27. Merie R, Gabriel G, Shafiq J, Vinod S, Barton M, Delaney GP. Radiotherapy underutilisation and its impact on local control and survival in New South Wales, Australia. *Radiotherapy and Oncology*. 2019;141:41–7.
28. International Atomic Energy Agency (IAEA). Setting up a Radiotherapy Programme: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects. (2008).
29. „International Atomic Energy Agency (IAEA). Staffing in Radiotherapy: An Activity Based Approach. Vienna: IAEA Human Health Reports No. 13. (2015).

30. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards (Interim Edition), General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3 (Interim). Vienna: IAEA (2011).
31. American Society of Radiation Oncology. Safety is No Accident: A Framework for Quality Radiation Oncology and Care. ASTRO and other societies (2012).
32. Levin V, Tatsuzaki H. Radiotherapy services in countries in transition: Gross national income per capita as a significant factor. *Radiotherapy and Oncology*. 2002;63(2):147–50.
33. Zubizarreta EH, Fidarova E, Healy B, Rosenblatt E. Need for Radiotherapy in Low and Middle Income Countries - The Silent Crisis Continues. *Clinical Oncology*. 2015;27(2):107–14.
34. Datta NR, Samiei M, Bodis S. Radiotherapy infrastructure and human resources in Europe - Present status and its implications for 2020. *European Journal of Cancer*. 2014;50(15):2735–43.
35. Barton MB, Frommer M, Shafiq J. Role of radiotherapy in cancer control in low-income and middle-income countries. *Lancet Oncology*. 2006;7(7):584–95.
36. Atun R, Jaffray DA, Barton MB, Bray F, Baumann M, Vikram B, et al. Expanding global access to radiotherapy. *The Lancet Oncology*. 2015;16(10):1153–86.
37. Abdel-Wahab M, Fidarova E, Polo A. Global Access to Radiotherapy in Low- and Middle-income Countries. *Clinical Oncology*. 2017;29(2):99–104.
38. Cavalli F. An appeal to world leaders: Stop cancer now. *The Lancet*. 2013;381(9865):425–6.