

Nákladová efektivita genomického testovania ako nástroja optimalizácie liečby zhubných nádorov prsníka

Veronika Rybanská
Juraj Hunák

Genomické testovanie, najmä pomocou Oncotype DX a MammaPrint, predstavuje kľúčový nástroj precíznej onkológie pri rozhodovaní o adjuvantnej chemoterapii u pacientok s včasným HR+/HER2- karcinómom prsníka. Zahraničné štúdie ukazujú, že jeho využitie zvyšuje QALY ($\approx 0,08-0,61$) a zároveň znižuje indikáciu chemoterapie o 40–50 %, čo sa premieta do významných ekonomických úspor. Genomické testy sú preto často hodnotené ako dominantná stratégia, najmä vďaka redukcii nákladov na chemoterapiu, jej komplikácie a liečbu recidív.

Analýza slovenských dát potvrdzuje vysokú ekonomickú záťaž liečby ($\approx 9\,000$ EUR na pacientku; >30 mil. EUR ročne). Plošné podávanie chemoterapie bez stratifikácie rizika by viedlo k nadliečeniu a rastu nákladov, zatiaľ čo genomické testovanie umožňuje eliminovať zbytočnú liečbu približne u 40 % pacientok. Celkovo tak predstavuje klinicky aj ekonomicky efektívnejšiu stratégiu.

Používanie genomických testov pri diagnostike zhubných nádorov prsníka

Používanie genomických (multigénových) testov vo včasnom karcinóme prsníka predstavuje kľúčový nástroj precíznej onkológie, ktorý **umožňuje presnejšie rozhodovanie o adjuvantnej systémovej liečbe** nad rámec tradičných klinicko-patologických ukazovateľov, ako sú veľkosť nádoru, stav lymfatických uzlín, histologický grading alebo proliferačný index Ki-67. Najčastejšie ide o hormonálne receptorovo pozitívny, HER2-negatívny (HR+/HER2-) podtyp, ktorý tvorí približne 75 % všetkých prípadov včasného karcinómu prsníka.

Multigénové testy, ako sú Oncotype DX® a MammaPrint® (v kombinácii s Blueprint), poskytujú **nezávislé prognostické informácie o riziku vzdialenej recidívy a niektoré testy aj prediktívne informácie o pravdepodobnom benefite chemoterapie**. Ich klinická využiteľnosť je podporená **dôkazmi** z prospektívnych randomizovaných klinických štúdií, ktoré preukázali, že **významná časť pacientok môže bezpečne vynechať adjuvantnú chemoterapiu bez negatívneho vplyvu na invazívne bezpríznakové prežívanie a celkové prežívanie**.

Indikácia genomického testovania sa primárne týka pacientok s HR+/HER2- včasným karcinómom prsníka v štádiu pT1–2, pN0–1 (max. 1–3 postihnuté axilárne lymfatické uzliny), kde tradičné klinicko-patologické faktory neposkytujú jasnú indikáciu chemoterapie. Výsledky testov sú interpretované v kontexte klinického obrazu pacientky (vek, menopauzálny status, veľkosť nádoru, histologický typ, grading) a slúžia na optimalizáciu rozhodovania o adjuvantnej liečbe. U pacientok s nízkym genomickým rizikom je indikovaná samotná hormonálna liečba, zatiaľ čo u pacientok s vysokým genomickým rizikom je odporúčaná kombinácia hormonálnej terapie a chemoterapie.

Hlavným prínosom implementácie genomických testov je presnejšia stratifikácia pacientok podľa rizika recidívy a pravdepodobného benefitu liečby, čo umožňuje:

- **redukciu nadliečenia**, najmä zbytočnej chemoterapie,
- **minimalizáciu** akútnych aj chronických **nežiaducich účinkov**,
- **zlepšenie kvality života pacientok**,
- **racionalizáciu využitia zdravotníckych zdrojov a nákladov**.

Genomické testovanie predstavuje významný krok v oblasti precíznej onkológie pre pacientky s hormonálne receptorovo pozitívnym (HR+) a HER2-negatívnym (HER2-) včasným karcinómom prsníka,

s cieľom optimalizovať indikáciu adjuvantnej chemoterapie. Dostupné dôkazy z farmakoeconomických analýz konzistentne preukazujú, že **implementácia genomických testov vedie k zlepšeniu klinických výsledkov pri súčasnej optimalizácii nákladov zdravotnej starostlivosti**. Hlavným mechanizmom tohto efektu je **presnejšia stratifikácia pacientok podľa rizika recidívy, ktorá umožňuje individualizovať indikáciu adjuvantnej chemoterapie a redukovať jej nadmerné používanie**.

Analýzy efektu používania genomických testov

Z klinického hľadiska vedie využitie genomického testovania k **zvýšeniu kvalitou upravených rokov života (QALY) a predĺženiu celkového prežívania**. Napríklad kombinácia Oncotype DX® s germinálnym genetickým testovaním viedla k nárastu o 0,286 QALY u pacientok bez postihnutia lymfatických uzlín (N0) a o 0,099 QALY u pacientok s limitovaným postihnutím uzlín (N1), pričom súčasne došlo k predĺženiu očakávanej dĺžky života (Goulson et al. 2024). Podobne analýza využitia Oncotype DX® v japonskej populácii preukázala nárast o 0,207 QALY pri súčasnom znížení nákladov (Koizumi et al. 2026). Najvýraznejší prínos bol zaznamenaný v štúdií Retèl et al. (2013), kde použitie MammaPrint® viedlo k zvýšeniu o 0,61 QALY v porovnaní so štandardným klinickým hodnotením.

Z ekonomického hľadiska sú genomické testy vo väčšine analýz hodnotené ako **dominantná stratégia**, teda **prinášajú vyšší klinický benefit pri nižších celkových nákladoch**. V štúdií Goulson et al. (2024) došlo k zníženiu celoživotných nákladov o 16 463 USD na pacientku v N0 populácii a o 299 USD v N1 populácii. Podobne Berdunov et al. (2024) uvádzajú úspory vo výške 13 395 USD pre N0 pacientky a 2 526 USD pre N1 pacientky, pričom významnú časť týchto úspor predstavovalo zníženie nákladov na liečbu vzdialených recidív a adjuvantnú chemoterapiu. V japonskej analýze boli náklady nižšie o ¥649 596, pričom hlavný prínos bol spojený s redukciou vzdialenej recidívy (Koizumi et al. 2026).

Významné úspory boli preukázané aj pri použití MammaPrint®. V štúdií Mansani & Koppen (2020) viedlo jeho využitie k **zníženiu indikácie chemoterapie o 46 %**, čo sa premietlo do úspory 5 133 USD na pacientku pri režime AC-T a 764 USD pri režime TC. Retèl et al. (2013) zároveň preukázali zníženie nákladov o 2 401 € na pacientku pri použití 70-génového podpisu. V analýze Mansani et al. (2024) sa ekonomický efekt líšil podľa typu zdravotníckeho systému – v súkromnom sektore boli dosiahnuté úspory 2 423 až 9 990 USD na pacientku, zatiaľ čo vo verejnom systéme (SUS – brazílsky verejný zdravotnícky systém) došlo k miernemu nárastu nákladov o 1 334 USD na pacientku, čo poukazuje na význam kontextu financovania zdravotnej starostlivosti.

Kľúčovým determinantom ekonomickej efektívnosti je redukcia nadbytočnej chemoterapie a jej komplikácií, ako aj zníženie incidencie vzdialenej recidívy ochorenia. Okrem priamych zdravotníckych nákladov zohrávajú významnú úlohu aj **nepriame náklady, najmä strata produktivity**. Berdunov et al. (2024) uvádzajú zníženie spoločenských nákladov o 4 607 USD u N0 pacientok a 1 586 USD u N1 pacientok, čo odráža skutočnosť, že pacientky sa častejšie vracajú do pracovného procesu namiesto čerpania sociálnych dávok, práceneschopnosti alebo invalidity.

Súhrnne možno konštatovať, že genomické testovanie:

- **zvyšuje QALY** približne o 0,08 až 0,61 v závislosti od populácie a typu testu,
- **vedie k úsporám** v rozsahu od stoviek až po viac ako 16 000 USD na pacientku,
- **znižuje potrebu adjuvantnej chemoterapie** (až o 46 %),
- **redukuje incidenciu vzdialenej recidívy**,
- **znižuje priame aj nepriame (spoločenské) náklady**.

Tieto výsledky jednoznačne podporujú využitie genomických testov ako nákladovo efektívneho nástroja personalizovanej medicíny vo včasnom karcinóme prsníka, pričom ich najväčší prínos spočíva v optimalizácii liečebných rozhodnutí a znížení celkovej ekonomickej záťaže zdravotníckeho systému.

Test	Populácia	QALY (Δ)	Rozdiel nákladov (€)	Hlavný mechanizmus	Štúdia
MammaPrint®	HR+/HER2-, včasný karcinóm	n/a	-4 722 (AC-T); -703 (TC)	↓ chemoterapia (-46 %)	Mansani & Koppen 2020
Oncotype DX® + GGT	N0; N1	+0,286 (N0); +0,099 (N1)	-15 146 (N0); -275 (N1)	↓ recidíva + optimalizácia liečby	Goulson et al. 2024
MammaPrint®	HR+, vysoké klinické riziko	n/a	+1 228 (SUS); -2 229 až -9 191	↓ chemoterapia	Mansani et al. 2024
MammaPrint®	N0	+0,61	-2 401	presnejšia stratifikácia	Retèl et al. 2013
Oncotype DX®	N0	+0,207	-4 027	↓ vzdialená recidíva	Koizumi et al. 2026
Oncotype DX®	N0; N1	+0,25 (N0); +0,08 (N1)	-12 323 (N0); -2 324 (N1)	↓ chemoterapia + ↑ produktivita	Berdunov et al. 2024

- N0 = bez postihnutia lymfatických uzlín; N1 = 1–3 pozitívne uzliny
- SUS = verejný zdravotnícky systém v Brazílii
- Prepočty: približný kurz 1 USD \approx 0,92 €; 1 JPY \approx 0,0062 €
- „n/a“ = údaj nebol v štúdiu reportovaný
- QALY – kvalitou upravený rok života (quality-adjusted life-year)

Benefity využívania genomických testov pri liečbe zhubných nádorov prsníka

Klinické benefity

- **Bezpečná deeskalácia chemoterapie:** Pacientky s nízkym genomickým rizikom môžu byť liečené samotnou endokrinnou terapiou bez zníženia invazívneho bezpríznakového prežívania alebo celkového prežívania (Mansani & Koppen 2020; Retèl et al. 2013; Berdunov et al. 2024).
- **Zvýšenie kvality života:** Zníženie expozície toxickej chemoterapii vedie k redukcii akútnych a chronických nežiaducich účinkov a zlepšeniu kvality života (Goulson et al. 2024; Verill et al. 2025).
- **Optimalizácia liečby u N1 pacientok:** U pacientok s limitovaným postihnutím lymfatických uzlín je možné cielene rozhodovať o chemoterapii s ohľadom na genetický profil a supresiu ovariálnej funkcie, čím sa maximalizuje klinický prínos a minimalizuje nadliečenie (Koizumi et al. 2026; Berdunov et al. 2024).
- **Zvýšenie očakávanej dĺžky života a QALY:** Viaceré štúdie preukázali nárast kvalitou upravených rokov života (QALY) až o 0,61 u pacientok s N0 stavom a predĺženie očakávanej dĺžky života približne o 0,31 roka (Retèl et al. 2013; Goulson et al. 2024).

Ekonomické benefity

- **Zníženie priamej finančnej záťaže:** Redukcia indikácie chemoterapie vedie k zníženiu nákladov na lieky, infúzny materiál, podpornú liečbu a hospitalizácie. Úspory sa pohybujú od niekoľkých stoviek až po viac ako 16 000 USD na pacientku, v závislosti od typu liečebného režimu a zdravotníckeho systému (Mansani & Koppen 2020; Goulson et al. 2024; Mansani et al. 2024; Retèl et al. 2013).
- **Dominantné stratégie:** V štúdiách s Oncotype DX® a MammaPrint® boli testy dominantné, t.j. poskytovali vyšší klinický prínos pri nižších alebo porovnateľných nákladoch (Berdunov et al. 2024; Koizumi et al. 2026; Retèl et al. 2013).
- **Mechanizmy úspor:** Primárnym mechanizmom úspory je zníženie indikácie chemoterapie u pacientok s nízkym genomickým rizikom, zníženie nákladov na manažment recidív a komplikácií, a efektívnejšie alokovanie zdrojov (Mansani et al. 2024; Goulson et al. 2024).

Systémové a organizačné prínosy

- **Efektívna alokácia zdrojov:** Genomické testovanie umožňuje zdravotníckym systémom, vrátane systémov s limitovanými zdrojmi (napr. SUS – brazílsky verejný systém), optimalizovať využitie dostupných finančných a liečebných zdrojov (Mansani et al. 2024).
- **Podpora udržateľnosti:** Zníženie nadliečenia prispieva k udržateľnosti zdravotníckeho systému, predovšetkým v krajinách so stredným a nízkym socioekonomickým rozvojom (Mansani & Koppen 2020; Mansani et al. 2024).
- **Podpora precíznej onkológie:** Testy umožňujú individualizované rozhodovanie, minimalizujú podliečenie a nadliečenie, a poskytujú dátovo podložené podklady pre rozhodovanie platcov a regulačných orgánov (Verill et al. 2025).

Analýza nákladov na Slovensku

Za účelom analýzy nákladov bola identifikovaná kohorta všetkých pacientok, u ktorých bola v priebehu roku 2023 stanovená diagnóza C50. Následne boli u tejto kohorty sledované **náklady počas 12 mesiacov¹ od stanovenia diagnózy**, a to osobitne v oblasti ambulantnej zdravotnej starostlivosti, ako aj v oblasti liekov a ostatných zdravotníckych pomôcok.

V rámci ambulantnej zdravotnej starostlivosti bolo identifikovaných celkovo **3 528 pacientok**, ktoré spĺňali uvedené kritériá a čerpali tento typ zdravotnej starostlivosti. Z tejto kohorty si liečbu vo forme liekov alebo zdravotníckych pomôcok indikovaných pre danú diagnózu vybralo aspoň raz 3 326 pacientok, čo predstavuje podmnožinu pacientok zahrnutých do ambulantnej zdravotnej starostlivosti.

Ambulantná zdravotná starostlivosť	
Počet unikátnych pacientiek	3 528
Priemerná úhrada ZP na pacientku za rok od diagnostiky (EUR)	7 057.97
Priemerný doplatok na pacientku za rok od diagnostiky (EUR)	4.96

Lieky a ostatné zdravotné pomôcky	
Počet unikátnych pacientiek	3 326
Priemerná úhrada ZP na pacientku za rok od diagnostiky (EUR)	1 736.41
Priemerný doplatok na pacientku za rok od diagnostiky (EUR)	23.74

¹ T.j. ak bola pacientka diagnostikovaná 1.1.2023, náklady boli sledované do 31.12.2023; ak bola diagnostikovaná 15.1.2023, náklady sledované do 14.1.2024; ak diagnostikovaná 31.12.2023, náklady sledované do 30.12.2024 a pod.

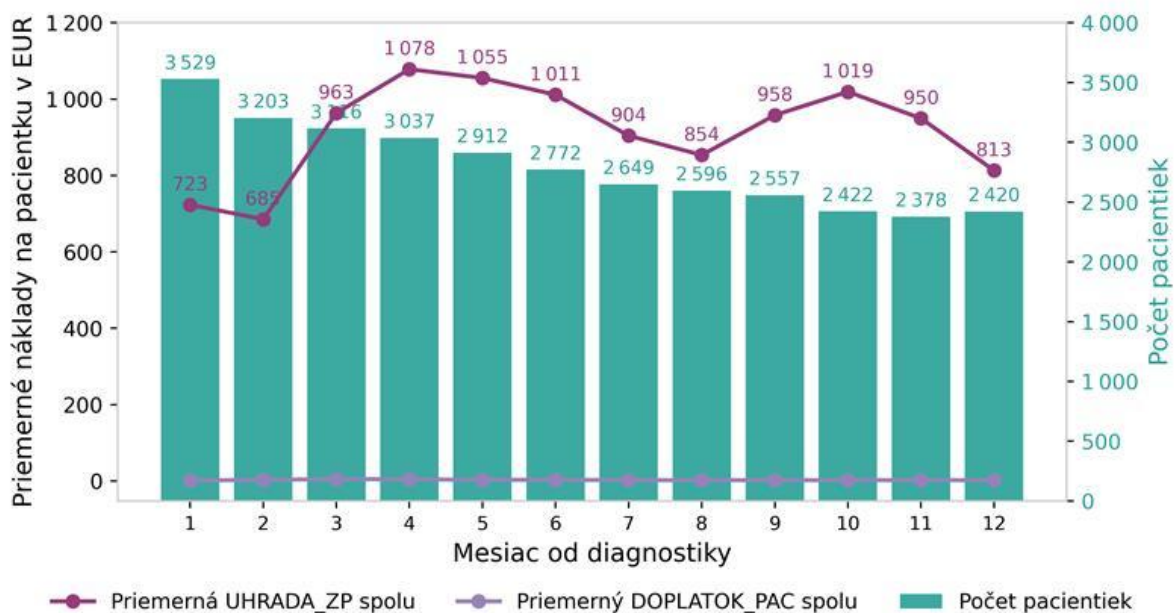
Liečba karcinómu prsníka predstavuje významnú ekonomickú záťaž pre systém zdravotného poistenia. Počas prvých 12 mesiacov od stanovenia diagnózy dosahujú **priemerné náklady na jednu pacientku**, zahŕňajúce ambulantnú zdravotnú starostlivosť a lieky vrátane zdravotníckych pomôcok, približne **9 000 EUR**. V agregovanom vyjadrení tieto výdavky predstavujú celkovú finančnú **záťaž presahujúcu 30 miliónov EUR** pre zdravotné poisťovne.

Kumulatívne náklady pre pacientky diagnostikované s C50 v roku 2023, liečené ďalších 12 mesiacov		
Oblasť	suma_UHRADA_ZP (EUR)	suma_DOPLATOK_PAC (EUR)
AZP	24 882 762.25	17 443.07
LIEKY_A_INE	5 772 338.45	78 942.84
SPOLU	30 655 100.70	96 385.91

Nie všetky pacientky čerpajú zdravotnú starostlivosť alebo liečbu (či už vo forme ambulantných výkonov, liekov alebo zdravotníckych pomôcok) kontinuálne v každom mesiaci sledovaného obdobia. V dôsledku toho počet pacientok, ktoré v danom mesiaci využívajú akúkoľvek formu liečby, postupne klesá. Tento trend môže byť ovplyvnený viacerými faktormi, vrátane vyššej intenzity liečby v úvodných mesiacoch po stanovení diagnózy, ukončenia liečby, ako aj mortality v sledovanej populácii.

Analýza priemerných mesačných nákladov, ktorá zahŕňa iba pacientky čerpajúce zdravotnú starostlivosť v danom mesiaci (t. j. pacientky bez čerpania v danom mesiaci nie sú zahrnuté do výpočtu priemeru), poukazuje na dynamický priebeh nákladov v čase. Pozorovaný je mierny nárast nákladov približne do 4. mesiaca od diagnostiky, následný pokles a opätovný nárast v neskoršej fáze, približne okolo 10. mesiaca liečby. Takýto vývoj mesačných nákladov odráža typický klinický priebeh a vzorce využívania zdrojov v onkologickej starostlivosti. Počiatočný nárast nákladov v prvých mesiacoch po stanovení diagnózy je primárne spôsobený intenzívnymi diagnostickými vyšetreniami, chirurgickými výkonmi a iniciáciou systémovej liečby, ako je chemoterapia alebo rádioterapia. Následne dochádza k relatívnemu poklesu nákladov, keď pacientky prechádzajú do menej intenzívnych fáz liečby, vrátane ukončenia chemoterapie alebo pokračovania v udržiavacej liečbe, napríklad hormonálnej terapii, ktorá je spravidla menej nákladná. Opätovný nárast nákladov v neskoršom období môže súvisieť s oneskorenými komplikáciami liečby, ďalšími terapeutickými intervenciami (napr. sekvenčná rádioterapia), kontrolnými vyšetreniami alebo skorou recidívou ochorenia u časti pacientok. Doplatky pacientok zostávajú počas celého sledovaného obdobia na marginálnej úrovni.

Priemerné mesačné náklady po diagnostike – priemerná úhrada pre pacientky, ktorým v daný mesiac bola podaná ambulantná starostlivosť alebo lieky



Závery a interpretácia analyzovaných dát slovenských pacientiek

Z ekonomického aj klinického hľadiska nie je stratégia plošného podávania adjuvantnej chemoterapie všetkým pacientkam s karcinómom prsníka efektívna. Naopak, dostupné dôkazy konzistentne ukazujú, že ide o prístup spojený s vyššími nákladmi a zároveň nižšou klinickou efektivitou v porovnaní s individualizovaným rozhodovaním založeným na genomickom testovaní.

Analýza dát zo Slovenska pre pacientky s diagnózou C50 ukazuje, že priemerné ročné **náklady na jednu pacientku počas prvých 12 mesiacov od diagnostiky dosahujú približne 8 800 až 9 000 EUR**, pričom najväčšiu časť predstavuje ambulantná zdravotná starostlivosť (7 058 EUR) a lieky so zdravotníckymi pomôckami (1 736 EUR). V agregovanom vyjadrení tieto náklady predstavujú približne 30,7 milióna EUR ročne pre zdravotné poisťovne. Vzhľadom na túto významnú ekonomickú záťaž je optimalizácia liečebných stratégií kľúčová.

Genomické testy, ako Oncotype DX® a MammaPrint®, umožňujú presnejšiu identifikáciu pacientok, ktoré skutočne profitujú z chemoterapie, a naopak identifikujú skupinu pacientok s nízkym genomickým rizikom, u ktorých je možné chemoterapiu bezpečne vynechať. Klinické štúdie preukázali, že implementácia týchto testov vedie k redukcii indikácie chemoterapie približne o 40–50 %, pričom

napríklad pri použití testu MammaPrint® bola zaznamenaná redukcia až o 46 %. Tento efekt znamená, že takmer polovica pacientok sa vyhne nákladnej a toxickej liečbe bez negatívneho dopadu na klinické výsledky.

Naopak, **stratégia bez genomického testovania, založená na indikácii chemoterapie podľa klasických klinicko-patologických determinantov vedie k nadliečeniu významnej časti populácie.** Tento prístup je spojený nielen so zvýšením priamych nákladov na lieky, infúziu liečbu a podpornú terapiu, ale aj s **vyšším výskytom nežiaducich účinkov**, ktoré si vyžadujú ďalšie zdravotnícke intervencie vrátane hospitalizácií.

Osobitne významný je dopad nepriamych nákladov, ktoré sú v mnohých analýzach podhodnotené. **Zvýšené využívanie chemoterapie vedie k vyššej miere toxicity**, čo sa premieta do **častejšej práceneschopnosti, zvýšeného rizika invalidizácie a poklesu produktivity pacientok.** V dôsledku toho pacientky namiesto ekonomickej aktivity a príspevkov do sociálneho systému častejšie čerpajú sociálne dávky a zdravotnú starostlivosť, čím sa celková ekonomická záťaž ešte zvyšuje. Farmakoekonomické analýzy (napr. Berdunov et al., 2024) kvantifikovali úspory v oblasti produktivity na úrovni –4 607 USD u pacientok bez postihnutia lymfatických uzlín (N0) a –1 586 USD u pacientok s postihnutím uzlín (N1), čo potvrdzuje významný spoločenský prínos optimalizácie liečby.

Hypotetická aplikácia týchto poznatkov na slovenské dáta naznačuje výrazný potenciál úspor. Štúdia je limitovaná tým, že dostupné údaje z Národného centra zdravotníckych informácií umožňujú zahrnúť iba všetky pacientky s diagnózou C50 (malígny nádor prsníka) bez možnosti rozlíšiť biologické podtypy, ako sú HR+ HER2-, HER2+ alebo triple negatívne nádory. To obmedzuje analýzu výsledkov špecifických podtypov a môže ovplyvniť interpretáciu účinnosti jednotlivých liečebných režimov.

Súhrnne možno konštatovať, že genomické testovanie predstavuje nákladovo efektívnu až dominantnú stratégiu, ktorá vedie k zníženiu nákladov, zvýšeniu kvalitou upravených rokov života (QALY) a významnej redukcii využívania chemoterapie. Naopak, stratégia podávania chemoterapie založená iba na indikácii podľa klasických klinicko-patologických determinantov vedie k zvýšeniu priamych aj nepriamych nákladov, zhoršeniu kvality života a neefektívnemu využívaniu zdravotníckych zdrojov. Z tohto dôvodu je implementácia genomického testovania ekonomicky aj klinicky výhodnejšia než neselektívne podávanie chemoterapie, a to aj napriek vstupným nákladom na samotné testovanie.

Spoločné odporúčania a závery

- Genomické testovanie je vhodné pre pacientky s HR+/HER2- včasným karcinómom prsníka podľa štandardných indikačných kritérií jednotlivých testov u pacientov, u ktorých nie je klinicky jednoznačný benefit chemoterapie.
- Testy umožňujú bezpečnú deeskaláciu chemoterapie u pacientok s nízkym genomickým rizikom a cielenejšiu chemoterapiu u pacientok s vysokým genomickým rizikom.
- Ekonomický prínos je najvýraznejší v systémoch, kde úspory z redukcie chemoterapie prevyšujú vstupné náklady na testovanie.
- Pre širšie zavedenie do klinickej praxe je potrebné prekonanie regulačných, úhradových a dátových bariér, vrátane získavania robustných „real-world“ dát a harmonizácie hodnotení zdravotníckych technológií (HTA) v rôznych krajinách.

Genomické testovanie vo včasnom HR+/HER2- karcinóme prsníka predstavuje dominantnú klinicko-ekonomickú stratégiu, ktorá umožňuje deeskaláciu chemoterapie, optimalizáciu alokácie liečby, zlepšenie kvality života a zníženie nákladov na zdravotnú starostlivosť, pričom podporuje udržateľnosť systému a rozvoj personalizovanej onkológie.

Referencie

Berdunov V, Cuyun Carter G, Laws E, Luo R, Russell CA, Campbell S, Abdou Y, Force J. Cost-Effectiveness Analysis of the Oncotype DX Breast Recurrence Score® Test from a US Societal Perspective. *Clinicoecon Outcomes Res.* 2024 Jun 4;16:471-482.

Gouldson et al. Clinical and economic benefit of genomic testing strategies to guide the treatment of patients with HR+/HER2- breast cancer in the US.. *J Clin Oncol* 42, 10584-10584(2024).

Koizumi, K., Igarashi, A., Gouldson, M. et al. Cost-effectiveness analysis of the Oncotype DX Breast Recurrence Score® test among node-negative early breast cancer patients in Japan. *Breast Cancer* 33, 499–509 (2026).

Lieberthal RD. Economics of genomic testing for women with breast cancer. *Am J Manag Care.* 2013 Dec;19(12):1024-31.

Mansani FP, Koppen M. Pharmaco-economic analysis of the use of the genomic test MammaPrint® for patients with breast cancer treated in a private health institution in Brazil. In: *Proceedings of the 2019 San Antonio Breast Cancer Symposium*; 2019 Dec 10–14; San Antonio, TX. Philadelphia (PA): AACR; 2020. *Cancer Res.* 2020;80(4 Suppl).

Mansani FP, Soares LR, Freitas Junior R. Impact of the genomic signature of 70-genes for breast cancer in the public system and in supplementary health care in a country of medium socioeconomic development. *Breast.* 2024 Aug;76:103752.

Retèl V, Joore M, Drukker C ... et al. Prospective cost-effectiveness analysis of genomic profiling in breast cancer. *European Journal of Cancer*, 2013; 49, 3773-3779.

Verrill, M., Lux, M. P., Gligorov, J., Geisler, J., Duchnowska, R., Elsberger, B., & Martin, M. (2025). Genomic tests to guide management of breast cancer in Europe: regulation, reimbursement, adoption, and challenges. *Future Oncology*, 21(27), 3573–3583.