

e-ISSN: 2345-0592 Online issue Indexed in <i>Index Copernicus</i>	Medical Sciences Official website: www.medicosciences.com	
--	--	---

The benefits of vestibular schwannoma treatment by the means of gamma knife radiosurgery. Literature review

Domantas Jakštas¹, Gabija Pajedienė¹, Monika Martusevičienė²

¹Lithuanian University of Health Sciences, Medical Academy, Faculty of Medicine

²Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas Hospital

Abstract

Vestibular schwannoma (VS), also known as acoustic neuroma, is a benign, slow-growing tumor that develops due to hyperproduction of Schwann's cells surrounding the balance and auditory nerves in the inner ear. Symptoms such as asymmetric hearing loss, tinnitus, dizziness, and imbalance occur as the tumor grows. Significant enlargement of the tumor may exhibit pressure on the surrounding brain structures, leading to various neurological deficits and life-threatening damage to the brain stem. Due to the complex localization of the tumor, surgical treatment is associated with a high risk of complications and more difficult recovery, leading to the increasing use of radiosurgical treatments. Gamma knife stereotaxic radiosurgery is a promising and effective treatment method that is increasingly used to treat VS.

Aim: to collect publications on the treatment of vestibular schwannoma with stereotaxic radiosurgery using Gamma knife and to systematically evaluate the benefits provided by this method over traditional microsurgery.

Methods. A comprehensive search of English-language literature in the PubMed database was performed. The search was performed using MeSH terms: Gamma knife, radiosurgery, stereotactic radiosurgery, vestibular schwannoma, acoustic neuroma.

Article inclusion criteria:

1. Article was published in English
2. Article was not older than 15 years
3. Article was describing the results of vestibular schwannoma treatment by the means of Gamma knife (LINAC radiosurgery and CyberKnife were excluded)

Exclusion criteria:

1. Articles, describing the use of other radiosurgery modalities, such as LINAC and CyberKnife

Results: with the use of chosen keywords, 60 studies were found. After implementing inclusion and exclusion criteria, 31 articles were selected for further evaluation. After analyzing the information, presented in these articles, we have come to conclusion that Gamma Knife is an effective method of VS treatment, with an advantage as this method can avoid many of the complications associated with open surgical treatment, such as hearing loss, facial or trigeminal nerve dysfunction.

Keywords: vestibular schwannoma, gamma knife, stereotactic radiosurgery.

Vestibulinės švanomos radiochirurginio gydymo Gama peiliu pranašumai. Literatūros apžvalga

Domantas Jakštas¹, Gabija Pajedienė¹, Monika Martusevičienė²

¹Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Medicinos fakultetas

²Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Kauno ligoninė

Santrauka

Vestibulinė švanoma (VŠ) – dar žinoma kaip akustinė neuroma – gerybinis, lėtai augantis navikas, besivystantis dėl Švano ląstelių, supančių pusiausvyros ir klausos nervus vidinėje ausyje, hiperprodukcijos. Navikui augant atsiranda tokių simptomų, kaip asimetrinis klausos sutrikimas, spengimas ausyse, galvos svaigimas ir pusiausvyros sutrikimas. Navikui reikšmingai padidėjus atsiranda spaudimas į aplinkines smegenų struktūras, dėl to kyla kiti neurologiniai deficitai, o pasiekus smegenų kamieną – pavojus gyvybei. Dėl sudėtingos naviko lokalizacijos chirurginis gydymas siejamas su didele komplikacijų rizika ir sunkesne reabilitacija, todėl vis plačiau taikomi radiochirurginiai gydymo metodai. Gama peilio stereotaksinė radiochirurgija yra perspektyvus ir efektyvus gydymo metodas, vis plačiau taikomas VŠ gydymui.

Tikslas: surinkti paskelbtas publikacijas apie vestibulinės švanomos gydymą stereotaksine chirurgija gama peiliu ir sistemingai įvertinti šio metodo teikiamus pranašumus, lyginant su tradicine chirurgija.

Metodai: buvo atlikta išsami anglų kalba publikuotos literatūros paieška „PubMed“ duomenų bazėje. Paieška vykdyta pagal pasirinktus MeSH terminus: Gamma knife, radiosurgery, stereotactic radiosurgery, vestibular schwannoma, acoustic neuroma.

Įtraukimo į tyrimą kriterijai:

1. Publikacija išspausdinta anglų kalba
2. Publikacija ne senesnė nei 15 metų
3. Straipsnyje publikuojami Gama peiliu gydytų pacientų rezultatai

Neįtraukimo į tyrimą kriterijai:

1. Publikuojami rezultatai, gauti pasitelkus kitas radiochirurginio gydymo sistemas (LINAC, CyberKnife).

Rezultatai. Pritaikius pasirinktus raktažodžius buvo rasta 60 tyrimų. Pritaikius įtraukimo ir atmetimo kriterijus buvo gauta 31 šiam straipsniui tinkanti publikacija. Susisteminus rastą informaciją buvo prieita prie išvados – Gama peilis yra efektyvus VŠ gydymo metodas, pranašesnis tuo, kad padeda išvengti daugelio komplikacijų, asocijuotų su atviru chirurginiu VŠ gydymu, tokių kaip klausos praradimas, veidinio ar trišakio nervo disfunkcija.

Raktažodžiai: vestibular schwannoma, gamma knife, stereotactic radiosurgery.

Ižanga

Gama peilio stereotaksinė radiochirurgija (GPSRC) – vertingas pirminis vestibulinės švanomos (VŠ) gydymo būdas ypač aktyviai besivystantiems navikams. Gama peilio išskirtinumas yra tas, kad iš išorinio aparato, neinvaziškai, į konkretų smegenų tašką nukreipiamas mažos srovės jonizuojančių spindulių pluoštas. Šimtai mažos srovės spindulių susirenka viename taške ir žudo auglio ląsteles, nepažeisdami aplinkinių audinių. Dėl nepaprastai didelio tikslumo ir mažos aplinkinių audinių iradiacijos, užtenka vienos GPSRC procedūros, kad navikas gautų pakankamą radiacijos dozę. Išsamūs tyrimai su klinikiniais ir radiologiniais, daugiau nei 10 metų trunkančiais stebėjimais parodė, kad išgyvenamumas be progresavimo po GPSRC svyruoja nuo 85 iki 98% [1, 2].

Gydymo pasirinkimas

Iki pasirodant Gama peiliui ilgą laiką buvo ieškoma geriausios gydymo strategijos sporadine VŠ ir II tipo neurofibromatoze (NFII) sergantiems pacientams. Pagrindinės gydymo taktikos buvo stebėjimas, mikrochirurgija ir radiochirurgija. Anksčiau stebėjimas laikytas perspektyvia alternatyva, tačiau šie navikai neišvengiamai auga, o tai lemia didesnę neurologinių sutrikimų riziką bei blogesnes ilgalaikes išėitis. Didžiąjai daliai pacientų, kuriems taikytas tik stebėjimas, prireikė gydymo per ateinančius keturis metus dėl naviko augimo [1,3,4].

Anksčiau VŠ gydymas buvo chirurginės intervencijos sritis, tačiau dėl keliamų rizikų per pastaruosius 20 metų jis pamažu keičiamas mažiau invaziniais ir ekonomiškais radiochirurginiais gydymo metodais. Mikrochirurgija išlieka svarbia

alternatyva gydant dideles VŠ su spaudimo simptomais (masės efektu) arba atliekant planinę subtotalinę rezekciją, skirtą sumažinti spaudimą neurovaskulinėms struktūroms, siekiant vėliau atlikti GPSRC. Deja, negalima atlikti atsitiktinių imčių kontrolinio tyrimo, kuriuo būtų galima palyginti mikrochirurgiją su GPSRC gydant VŠ, kadangi klinikinis sprendimų priėmimas ir chirurgų patirtis gydymo centre gali daryti reikšmingą įtaką tyrimuose analizuojamoms kohortoms. VŠ pasireiškimas ir sukeliama simptomai dažnai gali būti reikšmingesni gyvenimo kokybei nei pasirinktas gydymo būdas [5]. Literatūroje aprašomi tyrimai, lyginantys gyvenimo kokybę priklausomai nuo pasirinktos gydymo taktikos – mikrochirurgijos, GPSRC ir stebėjimo. Ilgalaikiai skirtumai tarp grupių yra labai įvairūs ir dažnai atspindi naviko apimtį bei sukeltus simptomus [5]. Remiantis specifinio standartizuoto klausimyno PANQOL (Penn Acoustic Neuroma Quality-of-life) rezultatais, nustatyta, kad GPSRC pacientai gyvenimo kokybę vertina geriau, lyginant su mikrochirurgijos pacientais ($p<0,02$) [6]. Verta pridėti, jog pacientams, kuriems buvo taikyta GPSRC, nedarbingumo vidurkis po operacijos buvo 7 dienos ir 99% šių pacientų po to sugrįžo į darbą, kai po mikrochirurgijos pacientų nedarbingumo vidurkis siekė 130 dienų ir tik 66% iš jų sugrįžo į darbą [7].

Naviko kontrolės rezultatai

Naviko kontrolė ir išgyvenamumas be naviko progresavimo (angl. *progression free survival – PFS*) yra pagrindinis onkologinio gydymo tikslas. Vestibulinė švanoma – lėtai augantis navikas, todėl ilgalaikis stebėjimas yra būtinas, norint nustatyti realistiškus gydymo rezultatus. 1 lentelėje sistemaiškai pateikti duomenys iš septynių naviko kontrolę nagrinėjančių prospektyvinių bei

didžiausią imtį turinčių tyrimų. Naviko kontrolės dažnis (procentinė pacientų, kuriems navikas neatsinaujino arba neprogresavo, išraiška) svyravo nuo 91 iki 97% per 5 metus ir nuo 85 iki 95% per 10 metų [2, 8, 9]. Naviko dydis yra pats nuosekliausias kintamasis, susijęs su PFS sumažėjimu [2, 8, 10]. Papildomas faktorius, kuris buvo tirtas kiek rečiau, yra ribinės dozės sumažinimas. [11]. Nuo vestibulinės švanomos gydymo stereotaksine radiochirurgija pradžios 1980 metais literatūroje yra stebima gydymo tendencija stabiliai mažinti gydymui naudojamą ribinę dozę, norint pasiekti auglio kontrolę ir sumažinti šalutinių poveikių riziką. Literatūros duomenimis, 1997 metais buvo

apibūdinta minimali ribinė dozė, kuri naudojama jau daugiau nei 20 metų. Didžioji dalis tyrimų šia tema publikuojančių centrų dokumentuoja 11-13 Gy (Grėjų) dozę [9,11,12]. Naviko kontrolės tikimybė reikšmingai sumažėja naudojant mažesnę nei 11 arba 12 Gy dozę. Šie pokyčiai kartu su technologinėmis inovacijomis bėgant metams žymiai pagerino pacientų gydymo rezultatus šiuolaikinėje eroje. Tačiau tai nepakeičia poreikio sukurti gerai parengtą ir suderintą radiochirurginį planą, kuris apsaugotų jautrias aplinkines neurologines struktūras.

1. Lentelė. Ilgalaikės VS kontrolės statistika po gydymo Gama peiliu literatūros duomenimis. Auglio kontrolė vertinta MRT tyrimo duomenimis. Klausos funkcija buvo vertinta toninės ribinės audiometrijos metodu.

Publikacijos data	Publikacija	Pacientų imtis	Dozė, Gy	Klausos funkcija,% (metais-m)	Auglio kontrolė, % (metais – m.)
2018	Johnson [2]	875	13	51%(10m)	93%(5m.) 86%(10m.)
2016	Watanabe [10]	207	12	49%(5m)/ 24%(10m)	96%(5m.) 93%(10m.)
2018	Frischer [12]	426	12	53% (5m) 34% (10m)	92% (5m.) 91% (10m.)
2016	Klijin [9]	420	11	42% (5m)	91,3% (5m.)
2014	Boari [8]	219	13	49% (5m)	97,1% (5m.)
2013	Hasegawa [11]	440	13	43% (5m)	93% (5m.) 92% (10m.)

Auglio kontrolė sergant II tipo neurofibromatoze

II tipo neurofibromatozė yra autosominiu dominantiniu būdu paveldimas navikinis sindromas, kuriam būdingas ankstyvas (paprastai <30 metų) abipusis VŠ vystymasis, dažnai pasibaigiantis abipusiu kurtumu. Šių navikų gydymo strategija dažniausiai yra sutelkta į maksimalų klausos funkcijos išsaugojimą, tuo pačiu siekiant kontroliuoti agresyvų šio tipo navikų augimą.

NFII tipo naviko gydymo rezultatai ir audiometrijos duomenys pateikti 2 lentelėje. Literatūros duomenimis, esant su NFII asocijuotai VŠ yra gerokai sunkiau pasiekti naviko kontrolę, palyginus su sporadine VŠ. Su išgyvenamumu be progresavimo yra susiję tradiciniai veiksniai, tokie kaip mažesnis naviko tūris. Pagrindinės citogenetinės NFII charakteristikos yra svarbus veiksnys, vertinant galimo gydymo sėkmę. Feilingo-

Gardnerio fenotipas dažniau aptinkamas tiriant sporadinius navikus, o Wisharto fenotipas atspindi agresyvesnę, su NFII asocijuotą VŠ [13].

2 lentelė. Su NFII asocijuotos vestibulinės švanomos gydymas Gama peiliu. Auglio kontrolė vertinta BMR tyrimu. Klausos funkcija vertinta toninės ribinės audiometrijos metodu.

Publikacijos metai	Publikacija	Pacientų imtis	Auglių skaičius	Auglių tūrio vidurkis cm ³	Ribinė dozė, Gy	Auglio kontrolė % (metai)	Klausos funkcijos išsaugojimas % (metai)
2007	Mathieu [14]	62	74	5,7	13	85% (5m)/81% (10m)	48% (5m)
2016	Spatola [15]	103	129	1,5	13	88% (5m)/75%(10m)	47% (5m) 34% (10m)
2018	Kruyt [13]	34	47	3,1	11	87% (5m)/87% (8m)	59% (5m) 33% (7m)

Auglio tūrio įtaka gydymui

Didėjant naviko dydžiui, pasiekus Koos 3-4 lygį, naviko tūrio sumažinimo nauda tampa dar reikšmingesnė. Watanabe ir kolegų [10] bei Sun ir Liu [1] atliktuose tyrimuose aprašomas reikšmingas naviko tūrio sumažėjimas po stereotaksinės radiochirurgijos – 61,0–64,2% atvejų. Stabilumas pasiektas 25,3–27% atvejų, o 10,5–12% atvejų pastebėtas tam tikras didėjimas ar pseudoprogresavimas [1, 10]. Naviko didėjimas ne visada reikalauja papildomos intervencijos, nes gali stabilizuotis ir vėliau tūris gali sumažėti. Nustatyta, jog BMR (branduolių magnetinio rezonanso) radiografinės charakteristikos turi teigiamą predikciją GPSRC apimties pokyčiams. Seniau buvo įprasta manyti, jog cistiniai navikai (ypač didesni) nepasiduoda gydymui GPSRC, bet daugybė naujų straipsnių paneigė šį įsitikinimą. Navikų klasifikacija pagal tai, ar jie homogeniški, cistiniai

ar mikrocistiniai, yra svarbi nustatant tūrinį atsaką, nors ir kontrolės rodikliai yra labai panašūs.

Navikų redukcijos greitis, literatūros duomenimis, taip pat buvo aiškiai pastebimas, nes vidutinis makrocistinių, mikrocistinių ir homogeninių navikų tūrio sumažėjimas po gydymo stereotaksine radiochirurgija buvo atitinkamai 17,2%, 7,5% ir 7,9% per metus ($p < 0,001$) [16]. Pseudoprogresavimas (laikinas tūrio padidėjimas po procedūros praėjus 3–12 mėnesių) yra aprašytas po radiochirurgijos, kai naudojama keletas skirtingų radiacijos būdų. Dažnis svyruoja maždaug nuo 20 iki 40%, priklausomai nuo mokslinio tyrimo ir jo tikslumo matuojant tūrinius pokyčius. Šis procesas atspindi laikiną naviko padidėjimą prieš stabilizuojantis. Tai gali prasidėti praėjus 3–6 mėnesiams po radiochirurgijos ir, kaip dokumentuojama literatūroje, stabilizacija gali užtrukti vidutiniškai iki 2,4 metų [17]. Dėl to gali pasireikšti neurologinė simptomatika, reikalaujanti laikino gydymo steroidiniais vaistais arba, retais atvejais, tolesnės intervencijos, tačiau didžiosios

daugumos vestibulinių švanomų (77% per 6 metus) tūris toliau stabiliai mažėja laikui bėgant [17]. Svarbu tai suprasti, to tikėtis ir tinkamai valdyti šią gydymo stadiją, kad būtų išvengta nereikalingos chirurginės ar GPSRC procedūros.

Neurologinių funkcijų išsaugojimas

Klausa turi būti įvertinta audiometrija prieš visas VŠ GPSRC procedūras ir kiekvieno sekimo po gydymo metu, nes tai yra svarbus kintamasis rezultatų vertinimui. Tai ypač svarbu NF2 populiacijoje dėl didesnės abipusio kurtumo tikimybės. Funkcinės klausos dažnis analizuotuose tyrimuose daugiausia svyravo nuo 42 iki 53% per 5 metus, o per 10 metų rodikliai sumažėjo iki 24–44% [9, 10, 12, 22]. Šie rezultatai gauti analizuojant visus pacientus, kurie turėjo kliniškai gerą klausą (Gardener-Robertson I ar II laipsnio) prieš GPSRC.

Įvairūs gydymo metodai buvo pritaikyti tam, kad būtų išsaugota klausos funkcija. Publikuotose studijose matoma, kad statistiškai reikšmingi veiksniai, galintys paskatinti klausos pablogėjimą, yra: amžius > 65 metų ($p = 0,02$), naviko tūris > 8 cm³, didesnė vidutinė Gy dozė sraigei ($p < 0,001$) ir gryno tono vidurkis prieš GPSRC ($p = 0,045$) [10, 22].

Tyrimai rodo, kad klausos silpnėjimo laipsnis tuo metu, kai atliekama GPSRC, turi didžiausią įtaką ilgalaikiams audiometrijos rezultatams. Mousavi ir kolegų atliktame tyrime, vidutiniškai 65 mėnesių laikotarpyje, kalbos diskriminacija nustatyta 98% pacientų, turinčių normalią klausą [23]. Tačiau pacientų, kurių klausos funkcija, įvertinta Gardener-Robertson I ar II laipsniu ir audiometrijos rezultatas buvo mažiau 10dB – klausą sumažėjo iki 73%, o rezultatui esant daugiau 10 dB – klausos praradimas GPSRC metu pasitaikė tik 33% pacientų [23].

Konservatyviai gydomiems pacientams audiometrijos reikšmės mažėja, nepaisant naviko augimo greičio. Klausos išsaugojimas pastebėtas iki 66% pacientų per 3 metus ir iki 41% per 5 metus, taikant tik stebėjimo taktiką, o tai yra prastesni rezultatai lyginant su 5 metų klausos išlikimu po GPSRC [3, 4]. Be to, pacientai be subjektyvaus klausos praradimo prieš gydymą turėjo geresnius ilgalaikius audiometrijos rezultatus, jei buvo gydomi per pirmuosius 2 metus po VŠ diagnozės patvirtinimo. 88% pacientų, gavusių gydymą per pirmus 2 metus, išsaugota gera klausos funkcija 5 metams. Pacientams, kuriems gydymas pradėtas po daugiau nei 2 metų, gera klausos funkcija tam pačiam laikotarpiui išsaugota tik 55% atvejų [24].

Reikalingas detalesnis ištyrimas ir suvokimas, kokios yra šio ilgalaikio klausos sumažėjimo priežastys, kaip jų išvengti ir koks gydymo planas reikalingas. Tai būtų naudinga planuojant gydymo taktiką, nes dabartiniai duomenys rodo, kad ankstyva intervencija gali būti naudinga. Geriausi ilgalaikiai klausos išsaugojimo rezultatai po 10 metų rasti pacientams su nustatyta I laipsnio klausos funkcija (pagal Gardener-Robertson) radiochirurgijos atlikimo metu, kuriems buvo 45 metai, naviko dydis mažesnis nei 1,5 cm³ ir gydyti per 2 metus BMR tyrimu nustačius diagnozę [23, 26].

Vėdinio nervo funkcija

Vėdinio nervo funkcijos išsaugojimas yra esminis faktorius lemiantis gydymo pasirinkimą, nes šio nervo disfunkcijos pasekmės gali reikšmingai paveikti gyvenimo kokybę. GPSRC išsaugo normalią vėdinio nervo motorinę funkciją 96,2–99% pacientų (House Brackmann I laipsnis) [9, 25]. Pacientai gavę <13 Gy dozę (98,5% išsaugojimas), kai auglio tūris <1,5cm³ (99,5%

išsaugojimas) ir pacientai virš 60m. amžiaus (96,8% išsaugojimas), visi demonstravo statistiškai reikšmingai didesnę VII galvinio nervo išsaugojimo lygį, kaip rašo Yang su kolegomis [25]. Šiuo metu apskaičiuota veidinio nervo neuropatijos rizika bet kuriame House- Brackmann laipsnyje yra <1%.

Trišakio nervo neuropatija

Trišakio nervo disfunkcijos simptomų laipsnis yra kintantis ir dažnai yra didesnių navikų, apimančių trišakį nervą ar užpakalinę jo šaknelės įėjimo zoną, pasekmė. Trišakio nervo pažeidimo simptomai aptinkami 0,6–5,8% pacientų po GPSRC [2, 9]. Tyrimai rodo, kad paskutiniu metu sumažėjusį neuropatijų dažnį nulėmė chirurgų sukaupta patirtis ir technologiniai patobulinimai. Pacientams su didesniais navikais, užspaudžiančiais trišakio nervo šaknies patekimo zoną, yra 10% rizika, kad per 2 metus po radiochirurginio gydymo bus aptinkamas lengvo prisilietimo pojūčio sumažėjimas.

Pakartotinė radiochirurgija Gama peiliu

Poreikis antrai radiochirurginei procedūrai Gama peiliu, gydant VŠ, pasitaiko retai, nes dažnai jau pirminis gydymas sukelia auglio kontrolę. Didžiausi tai nagrinėjantys klinikiniai tyrimai pateikti 3 lentelėje. [19-21]. Nagrinėjant literatūrą matoma, jog naviko kontrolės dažnis pasiskirsto nuo 85 iki 100% ir dažniausiai yra pasiekiamas po pirminio gydymo radiochirurginiu metodu. Įdomu yra tai, jog atlikus voliumetrinę analizę matoma, kad pirminis atsakas į gydymą nekoreliuoja su vėlesniais tūrio pokyčiais po pakartotinio gydymo [21]. Tai leidžia užtikrinti gerą naviko kontrolę ir sumažinti jo tūrį, nepaisant anksčiau nepasisekusio gydymo. Tačiau dėl galimo papildomo radiacijos kiekio gali būti stebimi dažnesni trigeminalinės neuralgijos simptomai kaip šio naviko pakartotinio gydymo komplikacija.

3 lentelė. Literatūros duomenys apie pakartotinę vestibulinės švanomos gydymą Gama peiliu. Auglio kontrolė vertinta BMR tyrimo metu

Publikacijos metai	Publikacija	Pacientų imtis	Gydymo intervalai, mėnesiai	Auglio tūris, cm ³ (prieš pakartotinį gydymą)	Auglio kontrolės dažnis %	Ribinė dozė, Gy
2009	Liscak [19]	24	43	2,9	92	13
2015	Lonneville [20]	27	45	2,3	85	12
2018	Fu [21]	38	49	3,6	100	11,5

Mikrochirurgija ir radiochirurgija Gama peiliu

Mikrochirurginio ir stereotaksinio radiochirurginio VŠ gydymo kombinacija nėra retas atvejis. Dažnai po chirurginės rezekcijos šis auglys gali atsinaujinti. Tokiu atveju gali būti naudojamas gydymas Gama peiliu. Literatūros duomenimis, atsitikus tokiam scenarijui, naviko kontrolė yra pasiekama 95% atvejų 5 metų eigoje ir 90% atvejų per 10 metų. [27]. Golfinos ir bendraautorai [28] palygino mikrochirurginį VŠ gydymo būdą su gydymu Gama peiliu. Šio tyrimo rezultatai – abiejų gydymo metodikų pagalba buvo pasiektas panašus auglio kontrolės laipsnis. Tačiau autoriai skelbia, kad Gama peiliu gydytų pacientų grupė pasižymėjo geresniu klausos išsaugojimu (42,8% – gydant chirurgiškai, 85,7% – GKS) ir rečiau pasitaikančiais veidinio nervo disfunkcijos atvejais (11% – gydant chirurgiškai, 0% - GKS) [28]. Ypač dideli navikai, sukeltys masės efektą pontocerebeliariame kampe, dažnai vis dar gydomi chirurgiškai. Tačiau, literatūros duomenimis, vestibulinės švanomos, kurių diametras yra mažesnis nei 3 cm, gali būti efektyviai gydomos GPSRC, neretai pasiekiant gerą naviko kontrolės dažnį – 90,7-95% 5 metų laikotarpiu, 92% – per 10 metų. [29,30]. Gydant didesnio diametro navikus, didelė dalis pasaulio neurochirurginių centrų renkasi tokią taktiką – pirmiausia taikoma atvira chirurginė operacija, siekiant sumažinti masės efektą ir aplinkinių neurovaskulinių struktūrų spaudimą. Kitas žingsnis – stereotaksinė radiochirurgija, siekiant sumažinti klausos, veidinio ir trišakio nervų disfunkcijas. Neseniai Starnoni ir kolegų [31] atlikta meta-analizė parodė šio kombinuoto metodo sėkmę. Gydant šia metodika, naviko kontrolė buvo stebima 93,3% atvejų, klausos funkcionalumo išsaugojimas 59,9% atvejų, o veidinio nervo disfunkcija pasireiškė tik 3,9% visų atvejų [31]. Taigi ši kombinuota metodika gali suteikti galimybę gydyti net ir komplikuotas

vestibulines švanomas, išsaugant paciento klausą ir normalią neurologinę būklę.

Išvados

Apibendrinant galima teigti, jog nepaisant naujų technologijų ir sparčiai tobulėjančių chirurginių metodų, VŠ išlieka reikšmingu iššūkiu neurochirurgams. Tokios technologijos kaip stereotaksinė radiochirurgija Gama peiliu, gali palengvinti šių kompleksinių darinių gydymą ir yra pranašesnės už įprastą chirurgiją, sukeliančią tokias komplikacijas, kaip klausos praradimas, veidinio ar trišakio nervų paralyžius. Tačiau galutinis sprendimas dėl šio kompleksinio naviko gydymo turi būti individualizuotas. Galima teigti, jog stereotaksinė chirurgija Gama peiliu yra inovatyvus ir geras pacientų išeitis lemiantis gydymo būdas, naudojamas tiek savarankiškai, tiek kombinacijoje su kitais metodais.

Literatūra

1. Sun S, Liu A. Long-term follow-up studies of Gamma Knife surgery with a low margin dose for vestibular schwannoma. *J Neurosurg* 2012;117(suppl):57–62.
2. Johnson S, Kano H, Niranjana A, Monaco EA, Andrew F, Pease M, et al. Leksell SRS for vestibular schwannomas: tumor control and cranial nerve outcomes up to 20 years; in: University of Pittsburgh, Neurosurgery News 2018;17:1, editor (Gerszten).
3. Yamakami I, Uchino Y, Kobayashi E, Yamaura A. Conservative management, gamma-knife radiosurgery, and microsurgery for acoustic neurinomas: a systematic review of outcome and risk of three therapeutic options. *Neurol Res.* 2003;25:682–690.
4. Regis J, Carron R, Park MC, Soumare O, Delsanti C, Thomassin JM, et al. Wait-and-see

- strategy compared with proactive Gamma Knife surgery in patients with intracranial vestibular schwannomas: clinical article. *J Neurosurg* 2013;119(suppl):105–111.
5. Foley RW, Maweni RM, Jaafar H, McConn Walsh R, Javadpour M, Rawluk D. The impact of primary treatment strategy on the quality of life in patients with vestibular schwannoma. *World Neurosurg* 2017;102:111–116.
 6. Carlson ML, Tveiten OV, Driscoll CL, Goplen FK, Neff BA, Pollock BE, et al. Long-term quality of life in patients with vestibular schwannoma: an international multicenter cross-sectional study comparing microsurgery, stereotactic radiosurgery, observation, and nontumor controls. *J Neurosurg* 2015;122: 833–842.
 7. Regis J, Pellet W, Delsanti C, Dufour H, Roche PH, Thomassin JM, et al. Functional outcome after Gamma Knife surgery or microsurgery for vestibular schwannomas. *J Neurosurg* 2013; 119(suppl):1091–1100.
 8. Boari N, Bailo M, Gagliardi F, Franzin A, Gemma M, del Vecchio A, et al. Gamma Knife radiosurgery for vestibular schwannoma: clinical results at long-term follow-up in a series of 379 patients. *J Neurosurg* 2014;121(suppl): 123–142.
 9. Klijn S, Verheul JB, Beute GN, Leenstra S, Mulder JJ, Kunst HP, et al. Gamma Knife radiosurgery for vestibular schwannomas: evaluation of tumor control and its predictors in a large patient cohort in The Netherlands. *J Neurosurg* 2016;124:1619–1626.
 10. Watanabe S, Yamamoto M, Kawabe T, Koiso T, Yamamoto T, Matsumura A, et al. Stereotactic radiosurgery for vestibular schwannomas: average 10-year follow-up results focusing on long-term hearing preservation. *J Neurosurg* 2016; 125(suppl 1):64–72.
 11. Hasegawa T, Kida Y, Kobayashi T, Yoshimoto M, Mori Y, Yoshida J. Long-term outcomes in patients with vestibular schwannomas treated using gamma knife surgery: 10-year follow-up. *J Neurosurg* 2013;119(suppl):10–16.
 12. Frischer JM, Gruber E, Schoffmann V, Ertl A, Hoftberger R, Mallouhi A, et al. Long-term outcome after Gamma Knife radiosurgery for acoustic neuroma of all Koos grades: a single-center study. *J Neurosurg* 2019;130(2):388–97.
 13. Kruyt IJ, Verheul JB, Hanssens PEJ, Kunst HPM. Gamma Knife radiosurgery for treatment of growing vestibular schwannomas in patients with neurofibromatosis type 2: a matched cohort study with sporadic vestibular schwannomas. *J Neurosurg* 2018;128:49–59.
 14. Mathieu D, Kondziolka D, Flickinger JC, Niranjan A, Williamson R, Martin JJ, et al. Stereotactic radiosurgery for vestibular schwannomas in patients with neurofibromatosis type 2: an analysis of tumor control, complications, and hearing preservation rates. *Neurosurgery* 2007;60:460–470.
 15. Spatola G, Carron R, Delsanti C, Thomassin JM, Roche PH, Regis J. Long-term results of Gamma-Knife stereotactic radiosurgery for vestibular schwannomas in patients with type 2 neurofibromatosis. *Neurochirurgie* 2016.
 16. Bowden G, Cavaleri J, Monaco E, III, Niranjan A, Flickinger J, Lunsford LD. Cystic vestibular schwannomas respond best to radiosurgery. *Neurosurgery* 2017;81:490–497.
 17. Breshears JD, Chang J, Molinaro AM, Sneed PK, McDermott MW, Tward A, et al. Temporal dynamics of pseudoprogression after Gamma Knife radiosurgery for vestibular schwannomas

- a retrospective volumetric study. *Neurosurgery* 2019;84(1):123–31.
18. Tsao MN, Sahgal A, Xu W, De Salles A, Hayashi M, Levivier M, et al. Stereotactic radiosurgery for vestibular schwannoma: International Stereotactic Radiosurgery Society (ISRS) practice guideline. *J Radiosurg SBRT* 2017;5:5–24.
 19. Liscak R, Vladyka V, Urgosik D, Simonova G, Vymazal J. Repeated treatment of vestibular schwannomas after gamma knife radiosurgery. *Acta Neurochir* 2009;151:317–324.
 20. Lonneville S, Delbrouck C, Renier C, Devriendt D, Massager N. Repeat Gamma Knife surgery for vestibular schwannomas. *Surg Neurol Int* 2015;6:153.
 21. Fu VX, Verheul JB, Beute GN, Leenstra S, Kunst HPM, Mulder JJS, et al. Retreatment of vestibular schwannoma with Gamma Knife radiosurgery: clinical outcome, tumor control, and review of literature. *J Neurosurg* 2018;129:137–145.
 22. Hasegawa T, Kato T, Yamamoto T, Naito T, Kato N, Torii J, et al. Long-term hearing outcomes after gamma knife surgery in patients with vestibular schwannoma with hearing preservation: evaluation in 92 patients with serial audiograms. *J Neurooncol* 2018;138:283–290.
 23. Mousavi SH, Kano H, Faraji AH, Gande A, Flickinger JC, Niranjan A, et al. Hearing preservation up to 3 years after Gamma Knife radiosurgery for Gardner-Robertson class I patients with vestibular schwannomas. *Neurosurgery* 2015; 76:584–591.
 24. Akpınar B, Mousavi SH, McDowell MM, Niranjan A, Faraji AH, Flickinger JC, et al. Early radiosurgery improves hearing preservation in vestibular schwannoma patients with normal hearing at the time of diagnosis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2016;95:729–734.
 25. Yang I, Sughrue ME, Han SJ, Fang S, Aranda D, Cheung SW, et al. Facial nerve preservation after vestibular schwannoma Gamma Knife radiosurgery. *J Neurooncol* 2009;93:41–48.
 26. Huang MJ, Kano H, Mousavi SH, Niranjan A, Monaco EA 3rd, Arai Y, et al. Stereotactic radiosurgery for recurrent vestibular schwannoma after previous resection. *J Neurosurg* 2017;126:1506–1513.
 27. Golfinos JG, Hill TC, Rokosh R, Choudhry O, Shinseki M, Mansouri A, et al. A matched cohort comparison of clinical outcomes following microsurgical resection or stereotactic radiosurgery for patients with small- and medium- sized vestibular schwannomas. *J Neurosurg* 2016;125:1472–1482.
 28. Lefranc M, Da Roz LM, Balossier A, Thomassin JM, Roche PH, Regis J. The place of Gamma Knife stereotactic radiosurgery in grade 4 vestibular schwannoma based on a case series of 86 patients with long-term follow-up. *World Neurosurg* 2018;114:e1192–e1198.
 29. Iorio-Morin C, AlSubaie F, Mathieu D. Safety and efficacy of Gamma Knife radiosurgery for the management of Koos grade 4 vestibular schwannomas. *Neurosurgery* 2016;78:521–530.
 30. Starnoni D, Daniel RT, Tuleasca C, George M, Levivier M, Messerer M. Systematic review and metaanalysis of the technique of subtotal resection and stereotactic radiosurgery for large vestibular schwannomas: a “nerve-centered” approach. *Neurosurg Focus* 2018;44:E4.
 31. Bowden GN, Niranjan A, Lunsford LD. Leksell radiosurgery for vestibular schwannomas. In: Niranjan A, Lunsford LD, Kano H,

eds. Progress in Neurological Surgery. Vol 34.
S. Karger AG; 2019:82-90.