proLékaře.cz | 25.11.2026

Ovlivnění funkce sluchové dráhy u pacientů s vestibulárním schwannomem léčených Leksellovým gama nožem

Influencing the Auditory Pathway in Patients with Vestibular Schwannoma Treated with Gamma Knife Radiosurgery

Souhrn

Cíl: Analyzovat prezervaci funkce sluchové dráhy tónovou audiometrií a BERA u pacientů s vestibulárním schwannomem před léčbou Leksellovým gama nožem a po ní. *Soubor a metodika:* Dvacet sedm pacientů léčených v období 1999–2009. Provedena tónová audiometrie, její vyhodnocení podle Gardner-Robertsona a BERA. *Výsledky:* Prezervace použitelného sluchu po radiochirurgii byla 50 % z celkového počtu pacientů se zachovaným použitelným sluchem před léčbou. Průměrná doba sledování šest roků. Před léčbou mělo použitelný sluch 67 %, patologickou BERA 93 % pacientů. Zhoršení sluchu bylo statisticky významné na všech frekvencích (p = 0,05). Prodloužení latence vlny V na straně nádoru bylo statisticky významné na obou hladinách 80/90 dB u 89 %, vlny III u 81 % a vlny I u 48 % pacientů (p = 0,001). Patologický stranový rozdíl intervalu I–V jsme zachytili u 85 % pacientů (p = 0,001) a intervalu III–V u 74 % pacientů (p = 0,01). Po radiochirurgii došlo k statisticky významné změně BERA na obou sledovaných hladinách 80/90 dB pouze u vlny V (p = 0,05). *Závěr:* V současnosti se jeví BERA jako vysoce spolehlivá skríningová diagnostická metoda. Její spolehlivost 93 % převyšuje spolehlivost vestibulárních testů. Při hodnocení BERA je nejdůležitější komplexní posouzení všech sledovaných parametrů. Pomocí BERA i tónové audiometrie lze vysledovat ovlivnění funkce sluchové dráhy u všech stadií vestibulárního schwannomu před radiochirurgií. V monitoringu otoneurologického profilu u pacientů s vestibulárním schwannomem léčených radiochirurgicky je kontrolní vyšetření tónovou audiometrií statisticky významné a dobře hodnotí prezervaci funkce sluchové dráhy po léčbě, ale také prokazuje signifikantně a statisticky významně ztrátu užitečného sluchu. Naproti tomu po radiochirurgii se BERA záznam, kromě latence vlny V, zásadně statisticky nemění.

Moje poděkování patří paní ing. Aleně Dohnalové, vědecké pracovnici Fyziologického ústavu 1. LF UK v Praze na Albertově, která mi byla velmi ochotně nápomocna při zpracování statistických dat.

Autoři deklarují, že v souvislosti s předmětem studie nemají žádné komerční zájmy.
The authors declare they have no potential conflicts of interest concerning drugs, products, or services used in the study.
Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.
The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.

R. Holý[1], P. Praženica[1], P. Fundová[1], D. Kovář[1], J. Skutil[2], A. Hahn[2]

[1] ORL klinika 3. LF UK a ÚVN – Vojenská FN Praha
[2] ORL klinika 3. LF UK a FN Královské Vinohrady, Praha

✉
as. MUDr. Richard Holý
ORL klinika 3. LF UK
a ÚVN – Vojenská FN Praha
U Vojenské nemocnice 1200
169 02 Praha 6
e-mail: richard.holy@uvn.cz

Přijato k recenzi: 30. 9. 2013
Přijato do tisku: 9. 1. 2014

Klíčová slova
vestibulární schwannom – sluchově evokované kmenové potenciály – tónová audiometrie – gama nůž

Key words
vestibular schwannoma – acoustic evoked brain stem potential – pure-tone audiometry – gamma knife radiosurgery

proLékaře.cz | 25.11.2026

Abstract

Objectives: To evaluate preservation of the auditory pathway with pure-tone audiometry and brainstem evoked audiometry (BERA) in patients with vestibular schwannoma before and after treatment with Leksell gamma knife. *Population and method:* Twenty seven patients with vestibular schwannoma treated between 1999 and 2009. Pure-tone audiometry applying Gardner-Robertson scale and BERA were recorded. *Results:* During the 6-year observation, 50% patients had serviceable hearing after treatment. Before treatment, 67% patients had usable hearing level, and 93% patients had pathological BERA. Hearing deterioration was statistically significant in all frequencies (p = 0.05). Ipsilateral prolongations of the latency of waves V, III, and I were statistically significant at 80/90dB levels (p = 0,001) in 89%, 81%, and 48% patients, respectively. Interaural pathological I–V interval difference was statistically significant in 85% patients (p = 0.001), interaural III–V interval difference reached statistical significance in 74% patients (p = 0.01). After treatment, BERA detected statistically significant difference at 80/90 dB level only for the wave V (p = 0.05). *Conclusion:* BERA remains reliable screening diagnostic method. Its reliability of 93% exceeds reliability of vestibular tests. Comprehensive assessment of all monitored parameters is fundamental. By incorporating pure-tone audiometry and BERA before radiosurgery, we can reliably detect whether the function of the auditory pathway is affected in patients with vestibular schwannoma of all degrees. Follow-up pure-tone audiometry is statistically significant in patients with vestibular schwannoma after gamma-knife procedure and reliably assesses preservation of the auditory pathway as well as it demonstrates distinct and statistically significant loss of serviceable hearing. Conversely, BERA remains statistically unchanged except for latency of wave V.

Úvod

Z nádorů mostomozečkového koutu (MMK) má vestibulární schwannom (VS) nejtěsnější vztah k vláknům statoakustického nervu a ke sluchové dráze [1–3]. VS představuje jeden z hlavních zájmů otoneurologie [4]. Jedná se o nezhoubný nádor vycházející z ektodermu Schwannovy pochvy vestibulární porce osmého hlavového nervu. [1]. Byla navržena celá řada klasifikací velikostí VS, nejčastěji je však užívána klasifikace podle Koose [1,4,5]. Při svém růstu nádor nejprve rozšíří ústí vnitřního zvukovodu a při dalším růstu expanduje do mostomozečkového koutu, kde může komprimovat mozkový kmen, kraniální nervy V., IX., X. a mozeček. VII. hlavový nerv je komprimován už i VS I. stupně podle Koose při čistě intrakanalikulární lokalizaci [1–5]. První příznaky VS jsou kochleární – ušní šelest a poruchy sluchu. Vestibulární příznaky se dostavují později. Ztráta sluchu je často postupná a dlouho může zůstat nepovšimnuta [1,3,5]. Příznaky mohou mnohdy napodobovat běžné kochleovestibulární afekce způsobené příčinami oběhově cévními, metabolickými a degenerativními [6,7]. V diagnostice VS dominuje tónová audiometrie (PTA), slovní audiometrie (SDS) a sluchově evokované kmenové potenciály (BERA, BAEP). Jejich podrobná analýza významně napomáhá objevení retrokochleární léze [1,3,8,9]. Dominantní zobrazovací metoda k vyloučení VS je MR mozku [1,3–6]. Součástí vyšetřovacích postupů jsou vestibulární testy a posturografie [4,5]. Symptomatologie VS nekoreluje s růstem nádoru a jeho velikostí, příčinou pozdní diagnostiky bývají právě mírné obtíže v rozporu se značnými rozměry VS [1,5]. Problematikou sluchově evokovaných kmenových potenciálů ve vztahu k VS se otoneurologové zabývají podrobně, výsledky PTA a BERA mohou prokázat, jak VS ve všech stadiích ovlivňuje funkci sluchové dráhy [1–3,5,10–13]. Princip PTA a i vyšetření BERA je dostatečně znám.

Hodnocení BERA záznamu probíhá na podkladě posouzení jednotlivých parametrů odpovědi. Nejdůležitější je posouzení latencí jednotlivých vln, jejich amplitudy, hodnot mezivrcholových intervalů (IPL) I–V a III–V a jejich stranová symetričnost, tzv. interaurální diference (IDL) [8–12]. V praxi se užívá i Maurerovo rozdělení nálezů BERA do jednotlivých skupin A až E u ipsilaterálního snímání potenciálů [3,10].

Současná klinická aplikace sluchově evokovaných kmenových potenciálů [2,11,12]:

a) pacienti s podezřením na sluchovou vadu, kteří jsou klasickou tónovou audiometrií nevyšetřitelní (např. kojenci, malé děti, kandidáti kochleární implantace),
b) podezření na retrokochleární lézi – funkční postižení mozkového kmene nebo statoakustického nervu – struktur zadní jámy lebeční. Jedná se hlavně o léze axiální (např. gliomy kmene, RS) a léze extraaxiální (nejčastěji vestibulární schwannom),
c) peroperační monitoring funkce sluchové dráhy.

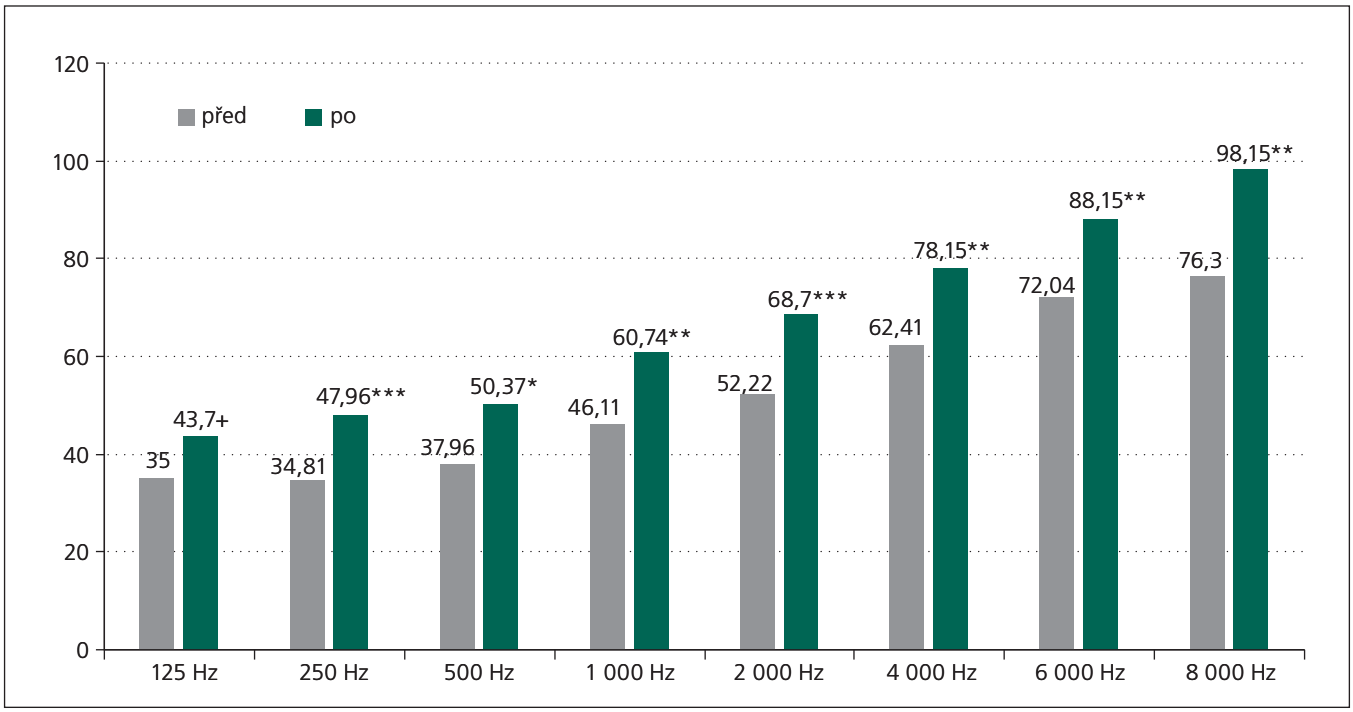
Hlavní indikací k vyšetření BERA v otoneurologické ambulanci je vyloučení retrokochleární léze, tedy nejčastěji VS. Tato metoda je v otoneurologii stále nepostradatelná, a to i přes dominantní vliv MR mozku [1–3,5,10].

V posledních letech je předmětem zájmu a četných diskuzí otázka hodnocení prezervace funkce sluchové dráhy po léčbě Leksellovým gama nožem (LGN). Pomocí PTA, SDS a parciálně i sluchově evokovanými potenciály sledujeme v dlouhodobém časovém horizontu uchování funkce sluchové funkce po radiochirurgii [14–27].

Metoda a materiál

V období 1999–2009 jsme diagnostikovali a následně opakovaně vyšetřili na ORL klinice 3. LF UK a ÚVN – Vojenské FN Praha 27 pacientů primárně léčených Leksellovým gama nožem (LGN) z celkového počtu 53 pacientů s diagnózou VS. Všichni byli komplexně otoneurologicky vyšetřeni kochleovestibulárními testy. Dalších 11 pacientů s VS bylo léčeno primárně chirurgicky a 15 pacientů je sledováno (wait and scan). Z 27 pacientů bylo 15 (56 %) mužů a 12 (44 %) žen, ve věku 28–80 let, průměrný věk pacientů byl 54 roků, nádor byl zaznamenán 13× vlevo, 14× vpravo. Maximální výskyt osm (30 %) nemocných byl v šesté dekádě. Výskyt VS podle Koosovy klasifikace: I. st. šest (22 %), II. st. 11 (41 %), III. st. devět (33 %), IV. st. jeden (4 %). Doba sledování 2–13 let, průměrně šest let. Follow-up do 24 měsíců byl u tří, tři až pět let u šesti, šest až sedm let u 12, osm až 10 let u pěti a 13 let u jednoho pacienta. Pacienti měli první kontrolu vždy v kritickém období do 24 měsíců od radiochirurgie. Pokud byly další kontroly, tak s odstupem 24–36 měsíců.

proLékaře.cz | 25.11.2026



Graf 1. Změny sluchového prahu v decibelech (dB) před a po radiochirurgii.

+ hladina významnosti 0,1; * hladina významnosti 0,05; ** hladina významnosti 0,01; *** hladina významnosti 0,001.

Provedli jsme analýzu PTA pomocí Gardner-Robertsonovy klasifikace před léčbou LGN a po ní pomocí klinického audiometru Orbiter 922 od firmy Madsen. Posoudili jsme změnu sluchového prahu v decibelech (dB) v jednotlivých frekvencích. Pomocí přístroje Octavus BERA od firmy Madsen jsme opakovaně provedli vyšetření sluchově evokovaných kmenových potenciálů před léčbou LGN a po ní. BERA vyšetření jsme prováděli pomocí repetice bipolárního alternujícího kliku (frekvence 20/s), celkově 2 000× se opakující klik. Vyšetření jsme prováděli na hladině 90 dB a 80 dB oboustranně. Všechny testy proběhly v audiometrické laboratoři na ORL klinice 3. LF UK a ÚVN – Vojenské FN Praha.

Výsledky a statistické zhodnocení

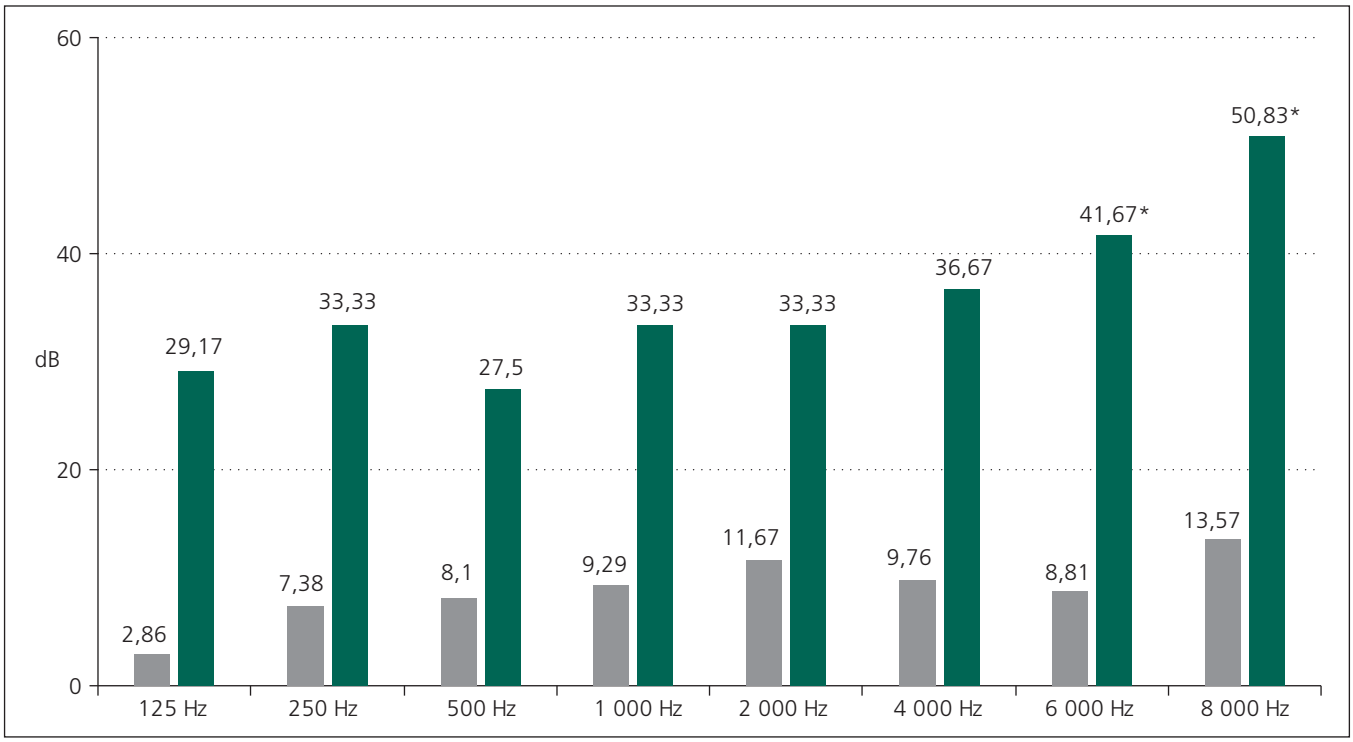
Již dříve jsme referovali o výsledcích léčby VS pomocí LGN u naší sestavy. Z 27 pacientů léčených radiochirurgií byl zastaven růst nádoru v 81 %, po léčbě se nádor zmenšil u 48 % nemocných a nezměnil svou velikost u 33 % pacientů. Komplikaci po léčbě LGN mělo šest pacientů (22 %). Růst ozářeného ložiska se vyskytl čtyřikrát. To bylo řešeno třikrát úspěšně reozářením LGN a jedenkrát úspěšně neurochirurgickou operací. Jedenkrát se objevil přechodný poradiační edém, který byl úspěšně léčen kortikosteroidy. U jedné pacientky vznikl hyporesorpční hydrocefalus, jenž byl vyřešen ventrikuloperitoneální drenáží. Referenční dávka záření na okraj nádorového ložiska byla v průměru 12 Gy na 50% izodóze [5].

Nově jsme statisticky vyhodnotili ovlivnění sluchové dráhy léčbou LGN pomocí PTA s užitím Gardner-Robertsonovy klasifikace sluchu. Posoudili jsme sluchový práh před radiochirurgií a po ní a vyhodnotili jeho změnu. Statistické vyhodnocení jsme provedli na všech frekvencích od 125 Hz do 8 000 Hz (graf 1). Na obr. 1 je zakreslena zprůměrovaná křivka sluchového prahu před léčbou LGN a po ní. Před radiochirurgií mělo užitečný sluch (Gardner-Robertson skupina I a II) celkem 18 pacientů (67 %) a po léčbě se užitečný sluch udržel u devíti pacientů (33 %). Prezervace užitečného sluchu byla za průměrné šestileté sledovací období 50 %. Hluchota nebo praktická hluchota (Gardner-Robertson skupina IV nebo V) se po radiochirurgii nově objevila u dvou pacientů, z toho u jednoho pacienta, který měl po léčbě LGN komplikaci. Ke statistickému zhodnocení byl užit neparametrický Wilcoxonův test. Práh sluchu se po radiochirurgii statisticky významně zhoršil pro všechny frekvence v rozmezí 250–8 000 Hz ($p = 0,05$) (graf 1). Zhoršení sluchového prahu po léčbě LGN u pacientů s komplikacemi po LGN bylo vždy větší než u pacientů bez komplikací po LGN. Pouze pro frekvence 6 000 Hz a 8 000 Hz se však podařilo statisticky prokázat pomocí neparametrického testu Mann-Whitneyova, že je zhoršení statisticky významné ($p = 0,05$). Gardner-Robertsonova klasifikace hodnotí frekvence 500 Hz až 4 000 Hz. Proto konstatujeme, že se nepodařilo statisticky prokázat významné rozdíly ve zhoršení sluchu po léčbě LGN ve skupině pacientů s komplikací po radiochirurgii, což ale může být způsobeno malým počtem pacientů ve skupině s komplikacemi po léčbě LGN ($n = 6$) (graf 2).

Dále jsme vyhodnotili BERA záznamy před léčbou LGN a po ní. Hodnotili jsme absolutní hodnoty latencí vln I, III, V a mezivrcholové intervaly vln (IPL) I–V a III–V a dále parametr interaurální diference latencí (IDL) před léčbou LGN i po ní. Přesné hodnocení amplitud naše přístrojové vybavení neumožnilo.

BERA záznam před radiochirurgií byl hodnocen statistickým testem normality (Shapiro-Wilk). Bylo zjištěno, že testované

proLékaře.cz | 25.11.2026



Graf 2. Rozdíly zhoršení sluchu v decibelech (dB) před radiochirurgií u pacientů s komplikacemi po léčbě (ano) a bez komplikací po léčbě (ne).

* hladina významnosti 0,05.

Tab. 1. Základní statistická charakteristika a výsledek t testu – srovnání mezi zdravým uchem a uchem s vestibulárním schwannomem při BERA před radiochirurgií pro intenzitu 90 dB, počet pacientů 27.

Parametr	Ucho	Průměr	Směrodatná odchylka	Hodnota testovací statistiky	p
vlna I	nádor	2,0330	0,45299	3,776	**0,001**
	zdravé	1,6678	0,20331		
vlna III	nádor	4,4100	0,59243	5,720	**0,001**
	zdravé	3,8219	0,26002		
vlna V	nádor	6,8104	0,94835	6,318	**0,001**
	zdravé	5,6393	0,37892		
interval I–V	nádor	4,7781	0,75796	5,404	**0,001**
	zdravé	3,9719	0,41760		
interval III–V	nádor	2,4022	0,75041	3,847	**0,001**
	zdravé	1,8200	0,27350		

parametry mají normální rozdělení. Proto k testování, jak se liší hodnoty latencí a intervalů ucha zdravého a ucha s VS, jsme použili t-test pro dva závislé výběry. Statistickým vyhodnocením bylo zjištěno, že na hladině významnosti p = 0,001; resp. p = 0,01 se významně statisticky odlišují jak absolutní hodnoty latencí vln I, III, V, tak i IPL – mezivrcholové intervaly I–V a III–V, a to jak na hladině 90 dB, tak i 80 dB. Zjistili jsme statistickou významnost při hodnocení IDL – interaurální diference latencí. Vyhodnocení je patrno v tab. 1 a 2. Patologický záznam BERA byl identifikován u 25 (93 %) pacientů s VS na straně nádoru v souboru 27 pacientů. Pouze u dvou pacientů (7 %) byl BERA záznam na straně nádoru normální. U pacientů, u kterých byl záznam BERA v normě, byla zjištěna porucha sluchu podle Gardner-Robertsona II. a III. stupně a následně objeven VS II. a III. stupně. U absolutních hodnot latencí jsme zjistili prodloužení latence vlny V na straně VS u 24 (89 %), vlny III u 22 (81 %) a vlny I u 13 (48 %). Patologický stranový rozdíl (IDL) intervalu I–V jsme zachytili u 23 (85 %) pacientů a intervalu III–V u 20 (74 %) pacientů.

Rozložení nálezů BERA před radiochirurgií podle Maurera do skupin A až E pro ipsilaterální snímání potenciálů: A 2× (7 %), B 11× (41 %), podskupina B2 žádný (0 %), C 14× (52 %), podskupina C2 žádný (0 %), D žádný (0 %), E žádný (0 %).

Dále byly sledovány záznamy BERA po léčbě LGN. Pro statistické vyhodnocení byl použit t-test. Pro hladinu 90 dB se statisticky významné rozdíly podařilo prokázat u vlny V (p = 0,001), intervalu I–V (p = 0,01), intervalu III–V (p = 0,05) rozdílu R/L I–V (p = 0,001) a rozdílu R/L III–V (p = 0,01). Pro vlnu I a vlnu III se statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti (p = 0,05) nepodařilo prokázat (tab. 3).

Pro hladinu 80 dB jsme prokázali statisticky významný rozdíl jen u vlny

proLékaře.cz | 25.11.2026

V (p = 0,05). U ostatních sledovaných parametrů se statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti (p = 0,05) nepodařilo prokázat (tab. 4).

Po radiochirurgii se nově objevil normální záznam BERA jedenkrát, zůstal v mezích normy jedenkrát, změnil se z normálního záznamu před léčbou na patologický po léčbě jedenkrát.

Hodnocení BERA záznamu před léčbou má vysokou diagnostickou spolehlivost (93 %) a statistickou významnost na obou hodnocených hladinách 80/90 dB (p = 0,001; resp. p = 0,01). Naproti tomu při srovnání záznamů BERA před léčbou LGN a po ní nebyly zaznamenány současně na obou sledovaných hladinách 80/90 dB, s výjimkou prodloužení latence vlny V po radiochirurgii (p = 0,05), statisticky významné změny hodnot latencí vln a intervalů a rozdílu R/L.

Tab. 2. Základní statistická charakteristika a výsledek t testu – srovnání mezi zdravým uchem a uchem s vestibulárním schwannomem při BERA před radiochirurgií pro intenzitu 80 dB, počet pacientů 27.

Parametr	Ucho	Průměr	Směrodatná odchylka	Hodnota testovací statistiky	p
vlna I	nádor	1,9681	0,38152	4,288	**0,001**
	zdravé	1,6993	0,17501		
vlna III	nádor	4,4730	0,45103	5,903	**0,001**
	zdravé	3,8819	0,31307		
vlna V	nádor	6,7726	0,56875	7,545	**0,001**
	zdravé	5,7656	0,42815		
interval I–V	nádor	4,8059	0,60711	5,152	**0,001**
	zdravé	4,0678	0,35068		
interval III–V	nádor	2,3007	0,58898	3,142	**0,01**
	zdravé	1,8848	0,34735		

Tab. 3. Základní statistická charakteristika BERA výsledek t-testu pro ucho s nádorem mezi hodnotami před a po radiochirurgii pro intenzitu 90 dB, počet pacientů 27.

Parametr	Ucho	Průměr	Směrodatná odchylka	Hodnota testovací statistiky	p
vlna I	před	2,033	0,453	–0,424	0,675
	po	2,073	0,488		
vlna III	před	4,410	0,592	–1,761	0,090
	po	4,660	0,699		
vlna V	před	6,810	0,948	–3,675	0,001
	po	7,384	1,022		
interval I–V	před	4,778	0,758	–3,279	0,003
	po	5,313	0,917		
interval III–V	před	2,402	0,750	–2,447	0,021
	po	2,713	0,888		
rozdíly R/L I–V	před	0,242	0,993	–3,724	0,001
	po	1,150	0,717		
rozdíly R/L III–V	před	0,133	0,811	–2,925	0,007
	po	0,781	0,691		

Diskuze

O diagnostické úloze sluchově evokovaných potenciálů je v literatuře bohatě diskutováno obzvláště ve vztahu k VS. Detailně rozpracoval BERA Maurer. Jeho rozdělení do skupin A–E se užívá dodnes [3,10]. U nás se problematice BERA věnovali Bareš, Šejna, Stejskal, Astl, Valvoda, Kluh, Šmilauer [2,3,8,9,11]. Jednotliví autoři navrhovali rozdělení BERA záznamů do různých skupin, zabývali se významem amplitud jednotlivých vln a následně upřeli pozornost na hodnocení absolutních hodnot latencí jednotlivých vln a intervalů [2,3,8–12]. Např. Stejskal se podrobně věnoval hodnocení mezivrcholových intervalů I–III, I–V, III–V (IPL) a interaurální diference latencí (IDL). Uvádí, že prodloužení intervalů I–III a I–V je pro diagnostiku VS nejspecifičtější. Dále je posuzována IDL, která je hodnocena jako norma do 0,2 ms [10–12]. Zajímavé je například i hodnocení přítomnosti jen vlny I ve 40 % anebo poměrně vzácné variety přítomnosti pouze vlny V u VS [10,11].

Nám se jeví v diagnostice jako nejdůležitější posouzení všech parametrů komplexně. A to jak absolutních hodnot latencí jednotlivých vln, kde podle nás dominuje hodnocení vlny V, tak i hodnocení mezivrcholových intervalů (IPL), stejně jako i hodnocení interaurální diference latencí (IDL). Zaznamenali jsme např. dva případy VS, kdy stranový rozdíl I–V a III–V byl v normě a na VS nás upozornilo hodnocení absolutních hodnot latencí jednotlivých vln.

Šmilauer se věnoval hodnocení jednotlivých typů BERA záznamů podle Maurera, který zavedl dělení podle skupin A až E (ipsilaterální snímání potenciálů). Nejčastěji zaznamenal typ C a typ E, normální záznam typu A nezaznamenal [2,10]. Je to rozdíl oproti našim výsledkům – A normální záznam 2×, B 11×, C 14×, D žádný, E žádný. Nezaznamenali jsme případ chybění jednotlivých vln. Tato rozdílnost může být dána tím, že ve Šmilauerově skupině VS převládaly v 78 % tumory IV. stadia dle Koose [1,2,4,5]. Námi zjištěná spolehlivost BERA vyšetření 93 % pro diagnostiku VS je srovnatelná s publikovanými světovými pracemi Maurera, Zappii, Selterse, Brackmanna [10–12].

Nově je bohatě zvažována prezervace sluchu po léčbě LGN. K jejímu posouzení autoři využívají PTA a klasifikaci podle Gardner-Robertsona nebo slovní audiometrii.

proLékaře.cz | 25.11.2026

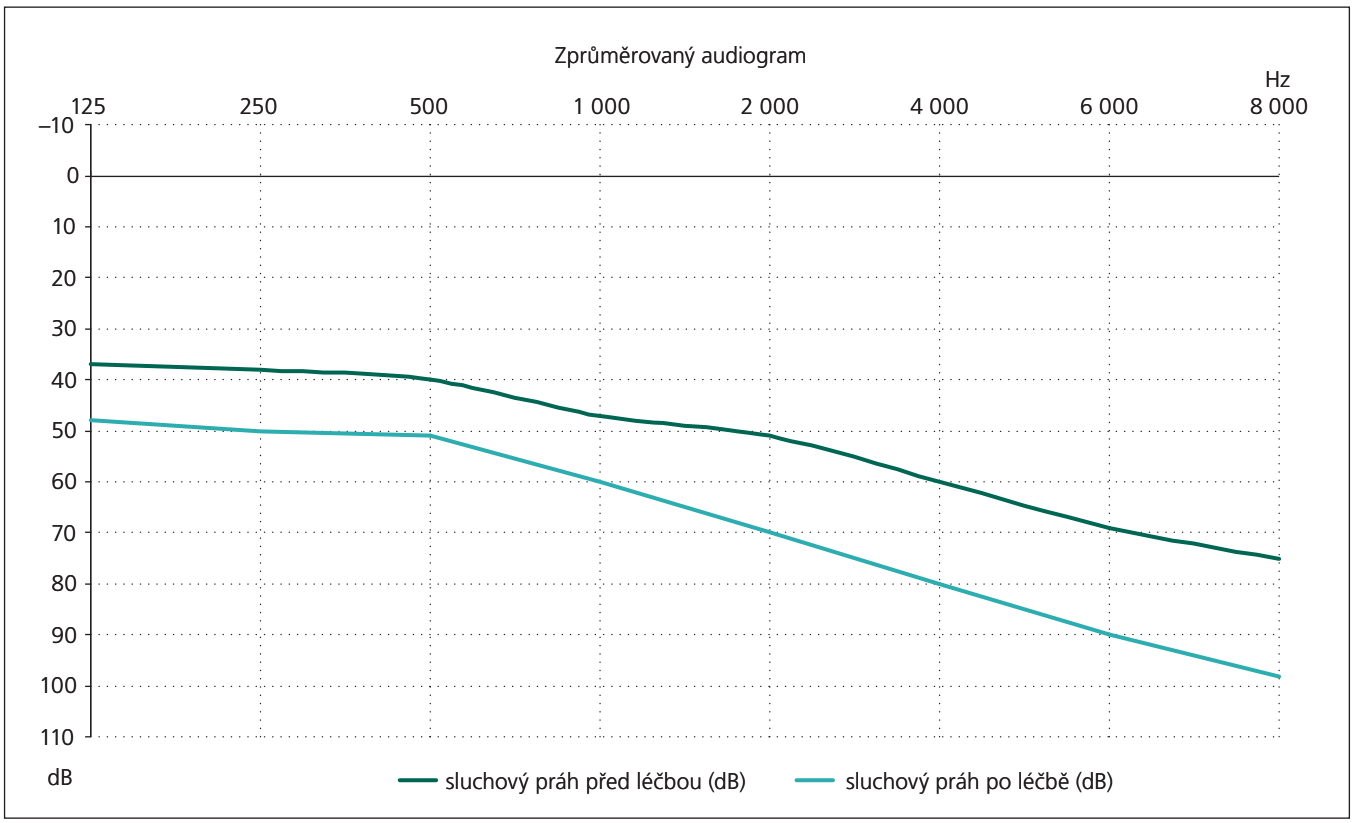
Tab. 4. Základní statistická charakteristika BERA výslede t-testu pro ucho s nádorem mezi hodnotami před a po radiochirurgii pro intenzitu 80 dB, počet pacientů 27.

Parametr	Ucho	Průměr	Směrodatná odchylka	Hodnota testovací statistiky	p
vlna I	před	1,968	0,382	–1,282	**0,211**
	po	2,089	0,484		
vlna III	před	4,473	0,451	–1,955	**0,061**
	po	4,690	0,667		
vlna V	před	6,773	0,569	–2,475	**0,020**
	po	7,073	0,700		
interval I–V	před	4,806	0,607	–1,148	**0,261**
	po	4,986	0,715		
interval III–V	před	2,301	0,589	–0,556	**0,583**

Výsledky dlouhodobé prezervace užitečného sluchu nad pět let od radiochirurgie se pohybují podle různých světových autorů v rozmezí 34–78 %. Naše výsledky dlouhodobé prezervace užitečného sluchu 50 % u našeho souboru longitudinálně sledovaných 27 pacientů s VS léčených radiochirurgicky v letech 1999–2009 jsou tedy srovnatelné [15–27]. Zajímavé je sledování francouzských autorů Yomo et al, kteří se věnovali „annual hearing decrease rate". Jejich zkušenosti ukazují, že porucha sluchu není po ošetření jednorázová a fixní, ale jedná se o dynamický děj, a je tedy nutné longitudinální sledování sluchového prahu, a zdůrazňují důležitost časového faktoru kontrolních vyšetření po radiochirurgii [27]. Dále je sledována ve vztahu k prezervaci sluchu i referenční dávka záření na okraj nádorového ložiska, která je u světových sestav 10–13 Gy a v našem souboru byla v průměru 12 Gy na 50 % izodóze. Nepříznivým faktorem pro prezervaci sluchu se jeví reozáření LGN při dalším růstu ozářeného ložiska po primární léčbě LGN [14–27].

Monitorování VS po léčbě LGN pomocí BERA jsme v zahraniční literatuře zjistili pouze u jediné sestavy Kim et al [21]. My jsme zaznamenali např. případ zhoršení sluchu po radiochirurgii podle Gardner-Robertsona ze stupně I. na stupeň II. a paradoxně úpravu patologického BERA záznamu do normy. Statisticky se jeví monitoring BERA před léčbou LGN a po ní jako méně významný, protože hodnoty jednotlivých sledovaných parametrů sluchově evokovaných potenciálů se po ozáření LGN významně nemění. Jediným statisticky významným parametrem bylo prodloužení latence vlny V současně na obou hladinách 80/90 dB.

V monitoringu VS po léčbě LGN přebírá důležitou úlohu v posouzení prezervace a ztráty užitečné funkce sluchové



Obr. 1. Zprůměrovaná křivka sluchového prahu v decibelech (dB) před a po radiochirurgii Leksellovým gama nožem.

proLékaře.cz | 25.11.2026

dráhy a v rozpoznání možné komplikace po radiochirurgické léčbě tónová audiometrie, vestibulární testy, posturografie a hlavně magnetická rezonance mozku [1,4,5,14–25].

Závěr

I v současnosti, kdy dominuje diagnostice VS magnetická rezonance, se stále jeví BERA jako vysoce spolehlivá skríningová diagnostická metoda [1–4,8–11,26]. Její výtěžnost přes 90 % převyšuje výtěžnost vestibulárních testů [2,3,10,11,26]. Nejdůležitějším v hodnocení BERA záznamu se jeví komplexní posouzení všech hodnocených parametrů. A to jak absolutních hodnot latencí jednotlivých vln, tak i hodnocení mezivrcholových intervalů (IPL) společně s hodnocením interaurální diference latencí (IDL) [2,3,10,11]. U VS ukazuje BERA záznam, jak tento nádor ovlivňuje funkci sluchové dráhy již u I. stupně onemocnění [1,2,3,10,13]. V případě dlouhodobého monitorování VS po léčbě LGN se jeví kontrolní vyšetření BERA po radiochirurgii jako statisticky méně významné [21,26]. Je nutno zdůraznit, že i když změny na BERA záznamu po léčbě LGN jsou nevýznamné, tak pacient přesto ztrácí užitečný sluch v 50 %. Ve fázi longitudinálního monitorování prezervace sluchu, otoneurologického profilu po léčbě LGN a odhalení možné komplikace po radiochirurgii přebírá hlavní roli tónová audiometrie, vestibulární testy, posturografie a magnetická rezonance [4,5,14–27].

Literatura

1. Betka J, Zvěřina E, Lisý J, Chovanec M, Kluh J, Kraus J. Vestibulární schwannom. Otorinolaryng a Foniat /Prague/ 2008; 57(4): 221–225.

2. Kluh J, Vrabec P, Kuchynková Z. Současný význam evokovaných sluchových potenciálů při audiometrickém vyšetření sluchu. Prakt Lék 1999; 79(12): 675–678.

3. Šmilauer T, Kluh J, Zvěřina E, Betka J. Přínos BERA k diagnostice neurinomu akustiku. Otorinolaryng a Foniat /Prague/ 2001; 50(2): 99–102.

4. Koos WT, Day JD, Matula C, Levy DI. Neurotopographic considerations in the microsurgical treatment of small acoustic neurinomas. J Neurosurg 1998; 88(3): 506–512.

5. Holý R, Skutil J, Navara M, Praženica P, Fundová P, Hahn A. Úloha neurootologa v záchytu poradiačních komplikací u pacientů s vestibulárním schwannomem léčených Leksellovým gama nožem. Cesk Slov Neurol N 2013; 76/109(2): 191–196.

6. Holý R, Navara M, Došel P, Fundová P, Praženica P, Hahn A. Hyperbaric oxygen therapy in idiopathic sudden sensorineural hearing loss (ISSNHL) in association with combined treatment. Undersea Hyperb Med 2011; 38(2): 137–142.

7. Mejzlík J, Chrobok V, Jelínková H. Porucha sluchu vzniklá po zasažení bleskem. Otorinolaryng Foniat /Prague/ 2011; 60(1): 46–50.

8. Astl J, Popelár J, Kvasnák E, Syka J. Comparison of response properties of neurons in the inferior colliculus of guinea pigs under different anesthetics. Audiology. 1996; 35(6): 335–345.

9. Bareš K, Šonka K, Navara M, Taudy M, Hahn A. Nový pohled na některá diagnostická kritéria vyšetření BERA. Cesk Otolaryngol 1990; 39(3): 141–145.

10. Maurer J. The role of brain stem evoked potentials in acoustic neuroma screening and diagnosis. Laryngorhinootologie 2008; 87(8): 585–596. doi: 10.1055/s-2008–1077429.

11. Stejskal L (eds). Evokované odpovědi a jejich klinické využití. 1st ed. Praha: Praha Publishing 1993.

12. Selters WA, Brackmann DE. Acoustic tumor detection with brainstem electric response audiometry. Arch Otolaryngol 1977; 103(4): 181–187.

13. Syka J, Voldřich L. Vnitřní ucho – struktura a funkce vnitřního ucha. In: Syka J, Voldřich L, Vrabec R (eds). Fyziologie a patofyziologie zraku a sluchu. 1st ed. Praha: Avicenum 1981: 186–202.

14. Liščák R, Vladyka V, Urgošík D, Šimonová G, Vymazal J. Repeated treatment of vestibular schwannomas after gamma knife radiosurgery. Acta Neurochir (Wien) 2009; 151(4): 317–324. doi: 10.1007/s00701–009–0254–0.

15. Lunsford LD, Niranjan A, Flickinger JC, Maitz A, Kondziolka D. Radiosurgery of vestibular schwannomas: summary of experience in 829 cases. J Neurosurg 2005; 102 (Suppl): 195–199.

16. Baschnagel AM, Chen PY, Bojrab D, Pieper D, Kartush J, Didyuk O et al. Hearing preservation in patients with vestibular schwannoma treated with Gamma Knife surgery. J Neurosurg 2013; 118(3): 571–578. doi: 10.3171/2012.10.JNS12880.

17. Carlson ML, Jacob JT, Pollock BE, Neff BA, Tombers NM, Driscoll CL et al. Long-term hearing outcomes following stereotactic radiosurgery for vestibular schwannoma: patterns of hearing loss and variables influencing audiometric decline. J Neurosurg 2013; 118(3): 579–587. doi: 10.3171/2012.9.JNS12919.

18. Combs SE, Welzel T, Kessel K, Habermehl D, Rieken S, Schramm O et al. Hearing preservation after radiotherapy for vestibular schwannomas is comparable to hearing deterioration in healthy adults and is accompanied by local tumor control and a highly preserved quality of life (QOL) as patients' self-reported outcome. Radiother Oncol 2013; 106(2): 175–180. doi: 10.1016/j.radonc.2012.12.004.

19. Hasegawa T, Kida Y, Kato T, Iizuka H, Yamamoto T. Factors associated with hearing preservation after Gamma Knife surgery for vestibular schwannomas in patients who retain serviceable hearing. J Neurosurg 2011; 115(6): 1078–1086. doi: 10.3171/2011.7.JNS11749.

20. Delbrouck C, Hassid S, Choufani G, De Witte O, Devriendt D, Massager N. Hearing outcome after gamma knife radiosurgery for vestibular schwannoma: a prospective Belgian clinical study. B-ENT 2011; 7 (Suppl 17): 77–84.

21. Kim CH, Chung KW, Kong DS, Nam DH, Park K, Kim JH et al. Prognostic factors of hearing preservation after gamma knife radiosurgery for vestibular schwannoma. J Clin Neurosci 2010; 17(2): 214–218. doi: 10.1016/j.jocn.2009.07.087.

22. Franzin A, Spatola G, Serra C, Picozzi P, Medone M, Milani D et al. Evaluation of hearing function after Gamma Knife surgery of vestibular schwannomas. Neurosurg Focus 2009; 27(6): E3. doi: 10.3171/2009.9.FOCUS09196.

23. Timmer FC, Hanssens PE, van Haren AE, Mulder JJ, Cremers CW, Beynon AJ et al. Gamma knife radiosurgery for vestibular schwannomas: results of hearing preservation in relation to the cochlear radiation dose. Laryngoscope 2009; 119(6): 1076–1081. doi: 10.1002/lary.20245.

24. Tamura M, Carron R, Yomo S, Arkha Y, Muraciolle X, Porcheron D et al. Hearing preservation after gamma knife radiosurgery for vestibular schwannomas presenting with high-level hearing. Neurosurgery 2009; 64(2): 289–296. doi: 10.1227/01.NEU.0000338256.87936.7C.

25. Bertalanffy A, Dietrich W, Aichholzer M, Brix R, Ertl A, Heimberger K et al. Gamma knife radiosurgery of acoustic neurinomas. Acta Neurochir (Wien) 2001; 143(7): 689–695.

26. Holý R. Komentář k práci P. Kalitové et al. Význam vestibulárního a posturografického vyšetření u pacientů s vestibulárním schwannomem. Cesk Slov Neurol N 2013; 76/109(4): 475–476.

27. Yomo S, Carron R, Thomassin JM, Roche PH, Régis J. Longitudinal analysis of hearing before and after radiosurgery for vestibular schwannoma. J Neurosurg 2012; 117(5): 877–885. doi: 10.3171/2012.7.JNS10672.

Vážené kolegyně a kolegové,

s potěšením Vám oznamujeme, že ve dnech **10.–12. dubna 2014** se v Psychiatrické nemocnici Jihlava bude konat tradiční sympozium biologické psychiatrie s názvem **„Psychiatrie v čase a čas v psychiatrii"**. Bude zaměřeno na chronobiologii a epigenetiku ve vztahu k duševním poruchám, přednesena budou pouze vyžádaná sdělení. Přihlášku máte k dispozici ve svých počítačích na stránce http://psych.lf1.cuni.cz/sbp/default.htm v sekci Aktuality.

Na Vaši účast se těší

Výbor Společnosti pro biologickou psychiatrii
Výbor Sekce biologické psychiatrie PS ČLS JEP