

UNIVERZITA KARLOVA
Lékařská fakulta v Hradci Králové

Multifrekvenční vyšetření rovnovážných funkcí

MUDr. Maja Stříteská

Autoreferát disertační práce
Doktorský studijní program: Neurologie

Hradec Králové

2024

Disertační práce byla vypracována v rámci *kombinovaného* studia doktorského studijního programu Neurologie na Neurologické klinice Lékařské fakulty v Hradci Králové a Fakultní nemocnice v Hradci Králové.

Autor: MUDr. Maja Stříteská, Klinika otorinolaryngologie a hlavy a krku, Neurologická klinika Fakultní nemocnice Hradec Králové, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

Školitelé: doc. MUDr. Zbyšek Pavelek, Ph.D., Neurologická klinika Fakultní nemocnice Hradec Králové, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

Školitelé konzultanti: doc. MUDr. Lukáš Školoudík, Ph.D., Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

doc. MUDr. Alexandr Stěpanov, Ph.D., Oční klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

Oponenti: prof. MUDr. Pavel Komínek, Ph.D., MBA, Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, Fakultní nemocnice Ostrava

prof. MUDr. Jan Mareš, Ph.D., Neurologická klinika, Fakultní nemocnice Olomouc

Obhajoba se bude konat před Komisí pro obhajoby OR dne

..... v od hod.

(bude doplněno po vyhlášení termínu, místa a času)

S disertační prací je možno se seznámit na studijním oddělení děkanátu Lékařské fakulty v Hradci Králové, Univerzity Karlovy, Šimkova 870, 500 03 Hradec Králové (tel. 495 816 134).

Prof. MUDr. Roman Herzig, Ph.D.

Předseda komise pro obhajoby disertačních prací

v doktorském studijním programu Neurologie

Garant studijního programu

Prohlášení autora

Prohlášení: Prohlašuji tímto, že jsem doktorskou disertační práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje. Zároveň dávám souhlas k tomu, aby tato práce byla uložena v Lékařské knihovně Lékařské fakulty v Hradci Králové a zde užívána ke studijním účelům za předpokladu, že každý, kdo tuto práci použije pro svou publikační nebo přednáškovou činnost, se zavazuje, že bude tento zdroj informací řádně citovat. Souhlasím se zpřístupněním elektronické verze mé práce v informačním systému Univerzity Karlovy v Praze.

Hradec Králové, 2024

MUDr. Maja Stříteská

OBSAH

Obsah, Seznam použitých zkratek.....	4
Souhrn.....	5
Summary.....	6
1 Úvod	8
2 Cíle disertační práce.....	10
3 Metodika.....	11
4 Komentované publikační výstupy – výsledky a diskuze.....	12
5 Závěr, výstupy pro klinickou praxi.....	21
6 Literatura	25
7 Přehled publikační činnosti autora.....	28

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

aSPV Average Slow Phase Velocity (průměrná rychlost pomalé fáze nystagmu)

bvHIT Binokulární Video Head Impulse Test

HSN Head-shaking nystagmus

PVU Periferní Vestibulární Ústrojí

vHIT Video Head Impulse Test

VOR Vestibulookulární Reflex

SOUHRN

Disertační práce je psána formou souboru komentovaných publikací.

Aktuálnost tématu

V současné době dochází k rozvoji znalostí fyziologie a patofyziologie rovnovážného systému díky implementaci nových diagnostických metod a zdokonalování stávajících. Na lékaře jsou kladeny vyšší nároky na zpracování většího objemu dat a zároveň se rozšiřují diferenciálně-diagnostická schémata centrálních versus periferních, akutních, chronických i paroxysmálních rovnovážných onemocnění.

Cíle disertační práce

- 1 Navržení a prověření přínosnosti nově vytvořeného vestibulogramu – inovativní vizualizace rozdílných testů vestibulookulárního reflexu (VOR).
- 2 Prověření potenciálu head-shaking testu reflektovat časovou osu kompenzace ztráty vestibulárních funkcí.
- 3 Vytvoření normativních dat pro inovativní binokulární variantu video head impulse testu a zavedení normy pro dyskonjugované oční pohyby.
- 4 Matematické testování vhodnosti Jongkeesovy formule pro výpočet vestibulární asymetrie vestibulookulárního reflexu.

Komentované publikace

Pro vypracování disertační práce byly použity výsledky originálních publikací autora.

- 1 **Estimated Vestibulogram (EVEST) for Effective Vestibular Assessment:** byl vyvinut graf EVEST pro přehlednou analýzu výsledků několika vestibulárních testů a diagnostiku různých typů periferních vestibulárních lézí.
- 2 **Head-shaking-induced nystagmus reflects dynamic vestibular compensation: A 2-year follow-up study:** testování hypotézy nové interpretace positivity HSN. HSN je zároveň jednou z vyšetřovacích metod v EVEST grafu. Studie prokázala potenciál HSN rozlišovat mezi dostatečnou a nedostatečnou kompenzací vestibulární léze.
- 3 **Binocular Video Head Impulse Test: Normative Data Study:** byly stanoveny normativní hodnoty pro inovativní binokulární verzi video impulzního testu hlavy (bvHIT). Poprvé byly také stanoveny normativní hodnoty pro konjugovaný oční pohyb během impulzování.

4 Vestibular asymmetry in caloric test and video head impulse test: Do we interpret it correctly? Kvantifikace vestibulární asymetrie je ve středu zájmu klinických lékařů pro správnou interpretaci funkčního stavu pacienta. Studie prokázala teoretickými a matematickými důkazy neintuitivnost, nelinearitu a nevhodnost současného výpočtu asymetrie vestibulárních funkcí (především pro kalorický a video impulzní test). Studie navrhla řešení současného stavu.

SUMMARY

Title: „Balance Multifrequency Examination“

Relevance of the topic

Currently, knowledge of the physiology and pathophysiology of the balance system is advancing due to the implementation of new diagnostic methods and the improvement of existing ones. Together with the improvement and increase in the number of diagnostic tests, greater demands are placed on physicians to process a higher volume of data, and at the same time the differential diagnostic schemes of central and peripheral, acute, chronic and paroxysmal balance disorders are expanding.

Objectives of the dissertation

- 1 Design and validation of a newly developed vestibulogram - an innovative visualization of different vestibuloocular reflex (VOR) tests.
- 2 To examine the potential of the head-shaking test to reflect the compensation for vestibular function loss.
- 3 To create normative data for an innovative binocular variant of the video head impulse test and establish the normative values for disconjugate eye movements.
- 4 Mathematical testing of the suitability of Jongkees' formula for calculating vestibuloocular reflex asymmetry.

Annotated publications

The results of four original publications by the author were selected and annotated. These are closely related and mutually develop the main theme.

- 1 **EVEST:** The author developed an EVEST graph to analyse the vestibular test results and calculate estimated multifrequency vestibular function asymmetry (VFA) in healthy individuals and individuals with different diagnoses. The VFA with a cutoff value of 6.5% was more sensitive (91%) and specific (98%) for identifying any

vestibular deficit, compared to individual tests. The study demonstrated that EVEST is a valuable graphical tool for rapid multifrequency comparison and diagnosis of different types of peripheral vestibular deficits.

2 Head-shaking nystagmus: the second study has the potential to fill a gap in our understanding of what HSN actually reflects in patients with peripheral vestibular loss. HSN values tended to decrease to those of the control group once vestibular compensation was sufficient for the patient's daily life. The persistence of HSN in patients with inadequate compensation and poor clinical recovery confirmed the potential of HSN to reflect and discriminate between adequate and inadequate dynamic compensation.

3 In the third paper, normative data for innovative binocular video head impulse test (bvHIT) were established.

4 and fourth paper demonstrated by theoretical and mathematical proofs the nonlinearity, non-intuitiveness and inappropriate use of the current calculation of vestibular function asymmetry, which has been widely used for the last six decades.

1 ÚVOD

Multioborová specializace

Vestibulologie je multioborová specializace zabývající se rovnovážným systémem –anatomíí, fyziologií patofyziologií, diagnostikou a terapií poruch rovnováhy. Základy znalostí rovnovážného systému leží v oborech ORL a neurologie, souhrnně nazývaných otoneurologie. Otologie, v rámci specializace otorinolaryngologie, zahrnuje znalosti anatomie a fyziologie periferního rovnovážného (vestibulárního) ústrojí, v díkci neurologie jsou znalosti centrálního rovnovážného systému s centrálními vestibulárními jádry, drahami, reflexy a propojeními s ostatními systémy, například s kardiovaskulárním. Do oboru svými znalostmi zasahuje i oftalmologie a interní obory.

Multifrekvenční testování vnitřního ucha

Vestibulární labyrint je zadní částí vnitřního ucha, přední část tvoří kochlea, smyslové ústrojí pro sluch. Obě části vnitřního ucha jsou spolu anatomicky propojené, dva typy smyslových buněk obou systémů (kochleární vnitřní a vnější vláskové buňky, vestibulární I. a II. typu) spolu sdílejí stejný endolymfatický prostor obklopený perilymfatickým prostorem. Oba systémy jsou si blízké i v dalších attributech, jako například funkční podobností smyslových buněk, které v obou případech fungují jako mechano-elekto-transduktory, převádějí svůj mechanický ohyb na receptorový potenciál [1]. Smyslové buňky sluchového systému mají svou frekvenční tonotopiku s rozdílnou percepcí tónů slyšitelného spektra dle své lokalizace v závitu kochley a stejně tak vestibulární systém analogicky vykazuje frekvenční „tonotopii“ – smyslové vestibulární buňky jsou rozdílně citlivé k různým frekvencím pohybů hlavou dle své lokalizace na ampulární kristě a svém typu. A stejně jako u kochleárních frekvenčně specifických onemocnění, postihují i vestibulární systém frekvenčně specifické léze [2-4] [5-11]. O vestibulárních frekvencích pojednává v disertační práci kapitola 5.1.9. Analogicky k frekvenčnímu testování kochley (audiometrie) existuje pro vestibulární systém spektrum vyšetření, která jej testují v rozdílných frekvencích pohybů hlavou/endolymfy.

Cesta k multifrekvenčnímu testování

Jeden z prvních testů vestibulárního systému byl kalorický test, za popis fyziologického principu kalorizace obdržel v roce 1914 R. Bárány Nobelovu cenu. Kalorizace prošla mnohaletým vývojem, než dosáhla v roce dnešní metodické podoby a stala se tak uznávanou metodou hodnocení periferní vestibulární funkce. Po objevení se nových metod vyšetření vestibulárního systému na konci dvacátého století (1998) [12-14], se otoneurologové zabývali otázkou zaměnitelnosti jednotlivých testů. Především objev impulzního testu (HIT) vnesl do rovnovážného testování otázku, zda by bylo možné nahradit technicky i časově náročnější kalorický test novým jednoduchým testem impulzu hlavou. Během téměř tří dekad od objevu HIT již existuje evidence, že tyto dva testy nejsou zaměnitelné, ale komplementární [7, 15, 16]. Každý z nich vyšetřuje vestibulární systém jiným mechanismem a v jiné frekvenci. To se týká i dalších testů vestibulárního systému. Kalorický test testuje při nízkých frekvencích pohybů hlavou/endolymfy cca 0.003 Hz, HIT při vyšších frekvencích kolem 3-5 Hz, záznam spontánního nystagmu monitoruje 0 Hz, rotační testy na Bárányho křesle cca 1 Hz, headshaking test 2 Hz. Vzhledem k tomu, že tyto testy hodnotí různé frekvence a atributy polokruhových kanálků, jsou pro komplexní vestibulární hodnocení nezbytné všechny [5, 7, 15-20]. Lze je považovat za testy, které popisují tonotopii (analogie se sluchovou tonotopii) ampulární krystalové kanálků (nakupení vestibulárních vláskových buněk na kupulách) v závislosti na frekvenci stimulace. Kalorizace je citlivější při identifikaci chronické léze [4], výtěžnost vHITu se zase plně uplatní u akutních závratí [17], kde je spolu s evaluací spontánního nystagmu a skew deviace očí součástí HINTS protokolu [20] pro diferenciaci centrálního a periferního akutního vertiga, headshaking test je citlivou monitorací kompenzace [21].

Od audiogramu k vestibulogramu

Literární evidence [7, 15, 16] nabízí analogii vestibulárního a kochleárního testování – test pouze jedné frekvence rovnovážných funkcí by stejně jako testování jedné frekvence sluchu neumožnil detekci a diagnostiku rozdílných stavů a onemocnění. Proto bylo hlavním cílem autora vizualizovat „frekvenční tonotopii“ periferního vestibulárního ústrojí v souhrnném vestibulogramu, podobně jako je tomu u grafického znázornění sluchových ztrát – audiogramu.

2 CÍLE

- 1 Navržení a prověření přínosnosti nově vytvořeného vestibulogramu – inovativní vizualizace rozdílných testů vestibulookulárního reflexu (VOR).
- 2 Prověření potenciálu head-shaking testu reflektovat časovou osu kompenzace ztráty vestibulárních funkcí.
- 3 Vytvoření normativních dat pro inovativní binokulární variantu video head impulse testu a zavedení normy pro dyskonjugované oční pohyby.
- 4 Matematické testování vhodnosti Jongkeesovy formule pro výpočet vestibulární asymetrie vestibulookulárního reflexu.

3 METODIKA

Disertační práce je psána formou komentovaných publikací, každá publikace má vlastní metodiku s cílem testovat jednotlivé a konkrétní hypotézy.

1 Vývoj EVEST grafu. Ve studii jsou zpracována data 148 účastníků, z toho 49 zdravých dobrovolníků a 99 pacientů postižených různým stupněm periferního vestibulárního deficitu. K vytvoření EVEST grafu byly použity výsledky ze čtyř instrumentálních diagnostických testů: záznam spontánního nystagmu (SPN), kalorický test, head-shaking nystagmus (HSN), video impulzní test hlavy (vHIT).

2 HST studie sledovala 38 pacientů po akutní jednostranné vestibulární lézi (22 s vestibulární neuronitidou a 16 po neurektomii) po dobu 2 let a porovnávala výsledky s 28 zdravými kontrolami. U všech účastníků bylo provedeno komplexní vestibulární vyšetření, které zahrnovalo spontánní nystagmus (SPN), kalorický test, test třesení hlavou (HST), video-impulzní test hlavy (vHIT), test časovaného vstávání a chůze (TUG) a dotazník Dizziness Handicap Inventory (DHI). Stanovili jsme kritéria pro skupinu se špatnou kompenzací, abychom posoudili různé kompenzační chování a výsledky.

3 Binokulární vHIT studie zpracovala data 44 zdravých jedinců. Porovnávala monokulární a binokulární kvantifikaci VOR.

4 Teoretická práce zabývající se výpočtem asymetrie mezi párovými orgány, jakým jsou dvě periferní vestibulární ústrojí. Pomocí matematické analýzy se práce snažila objasnit, na jakou otázku JF vlastně odpovídá, a pro každý vestibulární test diskutovala volbu mezi různými rovnicemi pro výpočet asymetrie.

4 KOMENTOVANÉ PUBLIKAČNÍ VÝSTUPY – výsledky a diskuze

Možnostem frekvenčního testování vestibulárního systému se přehledně věnuje první komentovaná publikace disertační práce, další komentované publikace toto téma cíleně rozvíjejí.

1 **Estimated Vestibulogram (EVEST) for Effective Vestibular Assessment**

Maja **Striteska**, Lukas Skoloudík, Martin Valis, Jan Mejzlik, Katerina Trnkova, Martin Chovanec, Oliver Profant, Viktor Chrobok, Jan Kremlacek (2021). "Estimated Vestibulogram (EVEST) for Effective Vestibular Assessment", BioMed Research International, vol. 2021, Article ID 8845943, 9 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/8845943>

Úvod

V několika posledních dekáдах došlo k prudkému rozvoji znalostí v oblasti vestibulologie, stejně tak došlo ke zdokonalení vyšetřovacích metod díky implementaci vysokorychlostních a vysokorozlišovacích kamer [3, 7, 13, 16, 22-26], které postupně v některých testech zcela nahradily elektrofyziologické testování rovnovážného systému (video záznamy očních pohybů postupně vytěsnily elektronystagmografické záznamy). Spolu s neustále probíhajícím rozvojem nových a zlepšováním stávajících vyšetřovacích metod dochází k nárůstu analyzovaných dat spolu s rozšiřováním diferenciálně diagnostické rozvahy lékaře.

Cíl, prostor pro inovaci – vizualizace výsledků

Jako reakci na stále probíhající zdokonalování diagnostického procesu v otoneurologii nabízí autor nový diagnosticko-grafický nástroj Estimated Vestibulogram – EVEST, který umožňuje rychlou a snadno čitelnou vizualizaci a porovnání výsledků několika různých testů vestibulo-okulárního reflexu (VOR) laterálního kanálku, který bývá v rámci periferního vestibulárního ústrojí nejčastěji postižen a nejčastěji testován.

Metoda

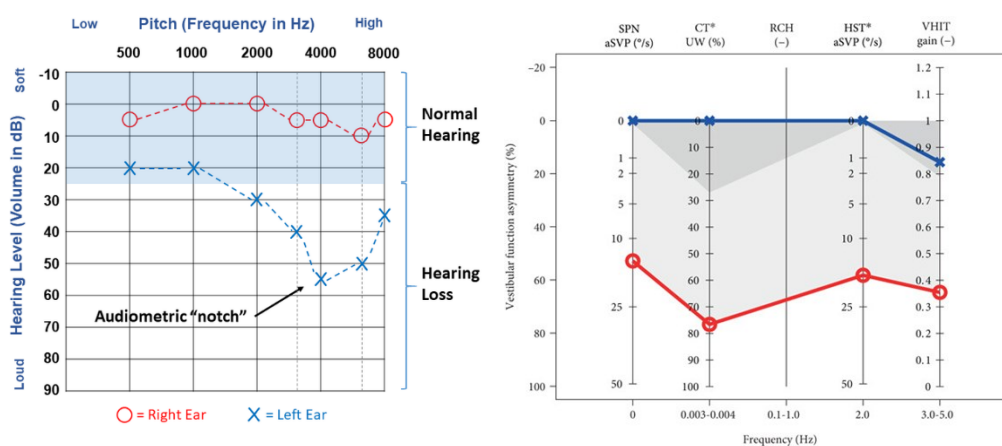
Ve studii byla zpracována data 148 účastníků, z toho 49 zdravých dobrovolníků a 99 pacientů postižených různým stupněm periferního vestibulárního deficitu. K vytvoření EVEST grafu byly použity výsledky ze čtyř instrumentálních diagnostických testů: záznam spontánního nystagmu (SPN), kalorický test, head-shaking nystagmus (HSN), video impulzní test hlavy (vHIT).

Výsledky, diskuze

Práce vysvětluje řazení diagnostických testů v grafu a principy zapsání výsledků jednotlivých testů do grafu. Na příkladech výsledků vestibulárních testů dvou souborů pacientů s odlišným typem vestibulární léze a souboru zdravých jedinců byla zobrazena a vypočtena odhadovaná multifrekvenční asymetrie vestibulárních funkcí (VFA). Pro rozlišení mezi zdravými jedinci a subjekty s deficitem byla senzitivita a specifita VFA s mezní hodnotou 6,5 % VFA citlivější (91 %) a specifitější (98 %) než jednotlivé testy. EVEST je přínosným grafickým nástrojem pro rychlé multifrekvenční porovnání a diagnostiku různých typů periferního vestibulárního deficitu.

Od audiogramu k vestibulogramu

Autorem vytvořený nový grafický nástroj pro vizualizaci výsledků několika frekvenčně odlišných testů, odhadovaný vestibulogram, převzal od audiogramu (frekvenční testování sluchu) několik základních principů.



Obrázek 1. Audiogram a Vestibulogram. Porovnání vizualizace audiogramu (vlevo) s vestibulogramem (vpravo). Na ose X jsou řazené jednotlivé frekvence, na ose Y „obrácený“ směr intenzit stimulu/odpovědi od 0 v horní části osy Y audiogramu; v případě audiogramu je stimulem intenzita zvuku v decibelech, u vestibulogramu reflektuje osa Y intenzitu evokovaného nystagmu v jednotkách průměrné rychlosti pomalé fáze evokovaného nystagmu. Každé ucho má svou barvu a tvar piktogramů, pravé ucho – červené kolečko, levé ucho – modrý křížek. Zdroj obrázku audiogramu: Wikipedie.

Vývoj audiogramu je pro pochopení vzniku myšlenky vestibulogramu přínosný, protože i vývoj vestibulogramu kopíroval problematiku nastavení osy Y a sestupnou vizualizaci funkce. První audiogram vytvořil v roce 1885 Arthur Hartmann, který do tzv. "sluchového grafu" zanesl výsledky ladičkových zkoušek. Poprvé byly prahy slyšení popsány frekvenčně v roce 1903 na "křivce citlivosti" Maxe Weina. Dnes používaný audiogram byl poprvé představen v roce 1922 Fletcherem a Wegelem [27], kteří zavedli nejen logaritmickou stupnici pro vykreslení prahových hodnot sluchu, ale také umístění frekvence stimulu na ose X a prahové intenzity stimulu na ose Y. Na první pohled je audiogram obrácený vzhůru nohama; princip sestupné vizualizace sluchové ztráty vztažené k průměrnému prahu sluchu, byl zaveden postupně v dalších dekádách (1943) spoluprací více autorů. Stejný princip sestupné vizualizace rovnovážné ztráty použil autor disertační práce pro vestibulogram.

V současnosti je vestibulogram vytvořen flexibilně pro možnost implementace nových poznatků během zdokonalování vyšetřovacích metod, protože i audiogram prošel mnohaletým vývojem, než dosáhl podoby, kterou v současnosti známe a kterou ORL lékaři používají.

Závěr

EVEST studie předkládá inovativní grafickou vizualizaci výsledků několika vyšetřovacích metod, vnesených do shrnujícího EVEST grafu, s cílem sjednotit a zjednodušit diferenciálně-diagnostickou rozvahu specialistů v oboru. Cílem vizualizace je rychlá identifikace různých onemocnění PVU,

které mohou odlišně postihovat jednotlivé testované frekvence pohybu hlavou/endolymfy. Studie potvrdila přínos vestibulogramu, výsledná vestibulární funkční asymetrie vestibulogramu měla vyšší sensitivitu a specifitu než jednotlivé testy. Sledování změn EVEST grafu v čase, nabízí možnost rychle a přehledně určit dynamiku onemocnění a identifikovat kompenzaci či návrat funkce periferního vestibulárního ústrojí, laterálního kanálku. Graf EVEST kombinuje výsledky čtyř vestibulárních testů.

2 Head-shaking-induced nystagmus reflects dynamic vestibular compensation: A 2-year follow-up study

Striteska, M., Valis, M., Chrobok, V., Profant, O., Califano, L., Syba, J., Trnkova, K., Kremlacek, J., & Chovanec, M. (2022). Head-shaking-induced nystagmus reflects dynamic vestibular compensation: A 2-year follow-up study. *Frontiers in Neurology*. <https://doi.org/...696>

Úvod

HSN je nystagmus, který může být indukován po delším oscilačním pohybu hlavou. Často se vyskytuje u lidí s asymetrií vestibulárních funkcí.

Cíl, prostor pro inovaci – vizualizaci výsledků

V literatuře stále panuje neshoda ohledně klinické výtěžnosti testu a stavu, který jeho pozitivita reflektuje. Jedna skupina pozorovala korelaci HSN pozitivita s vestibulární asymetrií, jiná zase tuto korelaci nenašla jako významnou. Ani jedna studie však nesledovala pacienty v čase a nesledovala korelaci intenzity HSN vzhledem k době od vzniku potíží a typu léze. Mezera v současných znalostech a pozorování položila otázku, zda se v čase intenzita HSN může měnit a pokud ano, zda intenzita reflektuje úroveň deficitu nebo úroveň kompenzace.

Metoda

Observační studie sledovala 38 pacientů po akutní jednostranné vestibulární lézi (22 s vestibulární neuronitidou a 16 po neurektomii) po dobu 2 let a porovnávala výsledky s 28 zdravými kontrolami. U všech účastníků bylo provedeno komplexní vestibulární vyšetření, které zahrnovalo spontánní nystagmus (SPN), kalorický test, test třesení hlavou (HST), videoimpulzní test hlavy (vHIT), test časovaného vstávání a chůze (TUG) a dotazník Dizziness Handicap Inventory (DHI). Stanovili jsme kritéria pro skupinu se špatnou kompenzací, abychom posoudili různé kompenzační chování a výsledky.

Výsledky, diskuze

Ačkoliv vestibulární testy u všech pacientů zůstaly abnormální po celou dobu studie, ukazatele funkční kompenzace, TUG a DHI, se u kompenzovaných pacientů zlepšily během dvou let na normální úroveň. Tento trend sledovala i intenzita HSN, která se také v čase exponenciálně snižovala u kompenzovaných pacientů (po 2 letech dosáhla úrovně kontrolní skupiny). Špatně kompenzovaní pacienti měli trvale abnormální HSN a stejně tak TUG a DHI.

Závěr

Studie potvrdila, že HSN reflektuje dynamické schopnosti a vnímání vestibulárního deficitu a může se stát objektivním ukazatelem ne/dostatečného zotavení a kompenzace deficitu. Hodnoty HSN klesají na hodnotu kontrolní skupiny, jakmile je vestibulární kompenzace uspokojivá a dostatečná pro každodenní život pacienta. Přetrvávající pozitivita HSN u pacientů s nedostatečnou kompenzací a nedostatečným klinickým zotavením potvrdila potenciál HSN odrážet a rozlišovat mezi adekvátní a nedostatečnou dynamickou kompenzací.

3 **Binocular video head impulse test: Normative data study**

Striteska M., Chovanec M., Steinmetzer T., Chrobok V., Profant O., 4, Schneider E., Kremlacek J., Valis M. (2023). Binocular Video Head Impulse Test: Normative Data Study. *Frontiers in Neurology*.doi: 10.3389/fneur.2023.1153102

Úvod

Video head impulse test (vHIT) hodnotí funkci vestibulookulárního reflexu (VOR) semicirkulárních kanálků. Během testu vyšetřující pasivně hýbe hlavou pacienta na obě strany. Pokud je VOR intaktní, tak pohyb hlavou vyvolá téměř simultánní protipohyb obou očí. Rychlost pohybu očí se porovnává s naměřenou rychlostí pohybu hlavy (akcelerometr v kameře). V ideálním případě jsou obě rychlosti i akcelerace identické, a zisk VOR je tak roven ideální hodnotě 1. VHIT se obvykle zaznamenává pouze z jedné videokamery, která je umístěna na nosných brýlích, těsně upnutých přímo na hlavě testovaného. Monokulární kamera zaznamenává pouze pohyb jednoho oka, ať jde o pohyb oka směrem k nosu (addukce) nebo směrem ke spánku (abdukce). Během monokulárního záznamu, je dle pozice kamery jedna vestibulární strana porovnávána s addukujícím pohybem a oka a protilehlá vestibulární strana s abdukujícím pohybem stejného oka. Novější přístroje vHIT umožňují binokulární kvantifikaci VOR.

Cíle, prostor pro inovaci vHIT

Studie vHIT provedené pomocí sklerálních cívek na obou očích (cívka umístěná po topické anestezii přímo na sklěře oka) a některé monokulární vHIT studie upozornily na specifika binokulárního dys/konjugovaného pohybu obou očí během HIT [25, 28, 29]. Upozornily na možnost směrové bias během monokulárního záznamu a hodnocení HIT. I stávající binokulární přístroje, ačkoliv mohou dělat simultánní záznam obou očí, stále evaluují pouze záznam z jednoho oka – stále provádějí pouze monokulární evaluaci. Pokud by se během binokulárního záznamu vHIT naší studie potvrdily

výsledky předešlých studií, bylo cílem definovat řešení, jak se případnému směrovému bias monokulárního záznamu vyvarovat.

Metoda

Studie zpracovala data 44 zdravých jedinců. Porovnála monokulární a binokulární kvantifikaci VOR.

Výsledky, diskuze

Studie prokázala, stejně jako několik předešlých studií (provedených metodou scleral search coil), směrovou bias monokulárního video záznamu vHIT. Addukující oko mělo vždy signifikantně vyšší vestibulookulární zisk vHIT (vHIT gain) než oko abdukující při testu stejného laterálního kanálku.

Závěr

Studie založila normativní data rovnovážných funkcí během testování inovativní binokulární variantou vHIT a zavedla normativní data pro konjugované oční pohyby během bvHIT. Jedním z výsledků studie bylo doporučení porovnávat testované VOR impulzy ze stejných dukčních pohybů oka s cílem minimalizovat monokulární směrovou bias (např. pro addukci: kamera vpravo pro pravostranný impulz, kamera vlevo pro levostranný impulz).

Binokulární vHIT má teoretický potenciál diagnostikovat nejenom vestibulární deficit, ale identifikovat i patologické dyskonjugace obou očí – identifikovat okulomotorické léze porovnáním dynamiky obou očí během jednoho impulzu.

4 Vestibular asymmetry in caloric test and video head impulse test: Do we interpret it correctly?

Maja Striteska, David Wexler, Ondrej Tichacek, Alfarghal Mohamad, Martin Chovanec, Erich Schneider. (2024) Vestibular asymmetry in caloric test and

video head impulse test: Do we interpret it correctly?, Journal of Vestibular Research (In Press).

Úvod

Pro pochopení a vysvětlení potíží a klinických příznaků pacienta je klíčová kvantifikace funkční asymetrie mezi párovými periferními vestibulárními ústrojími (PVU). Symptomy v akutní fázi patologickou asymetrii přímo reflektují. V subakutní a chronické fázi, díky kompenzačním mechanismům, může být i přítomná signifikantní asymetrie bez výrazných klinických projevů (důkazem byla i předchozí komentovaná studie HSN, kde, ačkoliv byl přítomen deficit, pacienti v čase kompenzovali a subjektivně i objektivně se dynamicky funkčně upravovali k normě). Pro pochopení jakékoliv symptomatologie pacienta bychom bez znalosti asymetrie a přibližné časové osy nebyli schopni určit, proč dané stesky pacienta existují, v jaké fázi onemocnění se nejspíše nachází a informovat ho o případné prognóze stavu.

Cíl, prostor pro zlepšení stávajícího výpočtu

V lékařském výzkumu i klinické praxi je běžné kvantifikovat funkční asymetrii mezi párovými orgány jako jsou PVU. Existují různé metody výpočtu asymetrie mezi párovými orgány, některé mohou bohužel vést k nejasnostem, neintuitivním výsledkům a nelinearitě. Teoretický článek se zaměřuje na problematiku výpočtu asymetrie vestibulárního systému a navrhuje nové vzorce pro jeho výpočet.

Metoda

Teoretická práce pomocí matematické analýzy objasnila, na jakou otázku stávající výpočet vestibulární asymetrie vlastně odpovídá, a pro každý vestibulární test diskutovala volbu mezi různými rovnicemi pro výpočet asymetrie.

Výsledky, diskuze, závěr

Jongkeesova formule (JF), která se běžně používá pro výpočet relativní vestibulární asymetrie v kalorickém testu a absolutní asymetrie u video head impulse testu, je dle výpočtů a grafického znázornění naší studie nevhodná. Má tři omezení. Za prvé, má nelineární charakteristiku, která vždy podhodnocuje parézu (deficit) a dosahuje maxima 18 % v bodě, kde je odpověď slabšího PVU 41 % odpovědi silnějšího PVU. Za druhé, JF počítá asymetrii z "bodu symetrie", přičemž rozdíl v reaktivitě mezi oběma stranami rozdělí na dvě části, přičemž průměrná odpověď je uprostřed. JF tedy místo výsledku „jednostranné slabosti“, jak ji chápou kliničtí lékaři, kteří se ptají „O kolik je reaktivita slabšího ucha (pozn. rozuměj PVU – kanálku) slabší než silnějšího?“, a jak se také samotný výsledek nazývá (weaker ear, canal paresis) odpovídá na jiné dvě otázky zároveň: "O kolik je odpověď slabšího ucha pod průměrem?" a zároveň "O kolik je odpověď silnějšího ucha nad průměrem?". Později byl zaveden lineární výpočet parézy, aby se tato omezení překonala tím, že se jako reference používá pouze odpověď silnějšího ucha. Ani tento přístup však neodstranil třetí omezení JF: výsledky jsou uměle nadsazené a citlivé na malé změny slabšího ucha, pokud jsou postiženy obě uši.

Na rozdíl od kalorického testu, vHIT vztahuje rychlost indukovaného pohybu očí k monitorované rychlosti hlavy (referenční hodnota). Proto není reakce silnějšího ucha nutná jako relativní referenční hodnota pro výpočet asymetrie. I přesto se pro výpočet asymetrie vHIT používá stejná formule JF. Místo nevhodného použití JF (stejně mínusy jako pro kalorický test) studie navrhuje použít ve jmenovateli ideální zisk 1, čímž se vzorec redukuje na rozdíl gain (zisků VOR) obou stran bez jmenovatele. Tím se vyhneme uměle nadsazeným výsledkům u bilaterálních deficitů a výpočet je pro klinické lékaře snadný a ilustrativní.

5 ZÁVĚR

Komentované publikace reflektují cíle disertační práce, inovaci v oblasti multifrekvenční diagnostiky rovnovážného systému.

- 1 *Navržení a prověření přínosnosti nově vytvořeného vestibulogramu – inovativní vizualizace rozdílných testů vestibulookulárního reflexu (VOR).*

EVEST: Výsledky studie ukázaly přínos vestibulogramu v identifikaci nemocných jedinců a potvrdily schopnost EVEST zobrazit deficit vestibulárních funkcí. Pro identifikaci jakéhokoli vestibulárního deficitu byl VFA s cut-off 6,5 % senzitivnější (91 %) a specifitější (98 %) než jednotlivé testy (maximální senzitivita byla 84 % u kalorické a HST, zatímco specifita 98 % u kalorické, HST a VHIT). EVEST se prokázal jako přínosné inovativní grafické znázornění výsledků několika testů rovnovážného systému v jednom přehledném grafu. Podobnost grafu EVEST a audiogramu zjednodušuje ORL lékařům orientaci a interpretaci výsledků.

Cíl byl splněn publikací Estimated vestibulogram (EVEST) for effective vestibular assessment.

- 2 *Prověření potenciálu head-shaking testu reflektovat časovou osu kompenzace ztráty vestibulárních funkcí.*

Head-shaking nystagmus: doplnil znalosti, které mohou pomoci správně interpretovat výsledky positivity head-shaking nystagmu (HSN), který je součástí EVEST grafu. Doposud panuje nejednotný názor na to, co pozitivita testu znamená. Zda reflektuje periferní deficit, vestibulární asymetrii, či nikoliv. Studie prokázala, že HSN se po jednostranné periferní vestibulární ztrátě, při subjektivně uspokojivé kompenzaci, snižuje s časem. HSN se u pacientů s dobrou kompenzací snižuje v čase na úroveň kontrolní skupiny. U pacientů se špatnou kompenzací HSN

přetrvává a může sloužit jako ukazatel nedostatečného zotavení. HSN může být objektivním ukazatelem funkční stabilizace po jednostranné periferní vestibulární ztrátě.

Cíl byl splněn publikací Head-shaking-induced nystagmus reflect dynamic vestibular compensation: A 2-year follow-up study.

3 *Vytvoření normativních dat pro inovativní binokulární variantu video head impulse testu a zavedení normy pro dyskonjugované oční pohyby.*

Založení normativních dat pro binokulární verzi video head impulse testu, který byl doposud testován převážně monokulárně. Byly stanoveny normativní hodnoty pro konjugované pohyby obou očí během impulzního testu. VHIT je také součástí EVEST grafu.

Autor pokračuje ve vývoji funkcionalit bvHIT ve spolupráci se zahraničními partnery a provádí testování v dále probíhajících studiích.

Cíl byl splněn publikací Binocular video head impulse test: Normative data study.

4 *Matematické testování vhodnosti Jongkeesovy formule pro výpočet vestibulární asymetrie vestibulookulárního reflexu.*

Technicko-teoretická práce zabývající se správným výpočtem a interpretací výpočtu vestibulární asymetrie. Matematickými důkazy byla prokázána nevhodnost současného výpočtu asymetrie vestibulárních funkcí. Výsledky dvou testů z EVEST grafu jsou doposud kalkulovány Jongkeesovou rovnicí, která do výsledků vnáší nelinearitu a podhodnocuje reálnou asymetrii, vedoucí následně k neintuitivnosti klinické interpretace. Pro oba diskutované testy, kalorický test i vHIT, studie navrhla řešení použitím a) referenční hodnoty silnějšího ucha v případě kalorického testu a b) ideální referenční hodnoty 1 v případě vHIT.

Cíl byl splněn publikací Vestibular asymmetry in caloric test and video head impulse test: Do we interpret it correctly?

Publikace autora umožnily splnění cílů disertační práce.

Výstupy pro klinickou praxi

Hlavním výstupem pro klinickou praxi je grafický souhrn výsledků několika vestibulárních testů v jednoduchém, souhrnném, a pro ORL lékaře lehce přehledném, EVEST grafu. Protože testy EVEST grafu spadají především pod otologickou část otoneurologie – testují funkci periferního vestibulárního ústrojí (PVU) – byla zvolena vizualizace výsledků na základě principů podobných audiogramu (vizualizace vyšetření sluchu v otorinolaryngologii používané již téměř 100 let). Výsledky jsou stěžejní i pro neurology při diferenciaci mezi periferním a centrálním vestibulárním syndromem. EVEST graf usnadňuje identifikaci a interpretaci různých onemocnění PVU, které mohou odlišně postihovat jednotlivé testované frekvence pohybu hlavou. Sledování změn EVEST grafu v čase má umožnit určit dynamiku onemocnění a identifikovat kompenzaci či návrat funkce PVU.

Dílčí studie zabývající se interpretací head-shaking nystagmu (HSN) v rámci EVEST grafu našla silnou korelaci mezi intenzitou nystagmu a kompenzací deficitu. HSN tak umožňuje „datovat“ vznik deficitu u stavů s nejistou anamnézou, určit v jaké fázi deficitu se pacient nachází, jak úspěšný je proces kompenzace. Dle našich pilotních dat je interpretace platná a přínosná i u pacientů sledovaných nebo nově diagnostikovaných s pomalu rostoucím vestibulárním schwannomem, kde nárůst intenzity HSN nebo její vyšší hodnota koreluje s akcelerací růstu nádoru a může tak pomoci k rozhodnutí o změně managementu z protokolu scan-and-wait na proaktivní přístup stereochirurgií nebo klasickou chirurgií (t.č. neopublikovaná data autora).

Dílčí studie binokulárního vHIT v rámci EVEST grafu přináší normativní data pro inovativní přístup testování VOR. Binokulární záznam odstraní směrovou bias monokulárního záznamu. Studie doporučila porovnávat vždy stejné dukční pohyby očí. BVHIT má potenciál diagnostikovat dyskonjugované okulomotorické léze

porovnáním rychlostí obou očí při jejich stejnosměrném pohybu během jednostranného impulzu.

Poslední studie má pro klinické lékaře význam tím, že vysvětluje neintuitivní výsledky kalorického testu a vHIT, u kterých se doposud počítá vestibulární asymetrie Jongkeesovou formulí, jež do výsledku vnáší nelinearitu a tím podhodnocuje reálný stav asymetrie. Studie nabízí řešení situace.

6 LITERATURA

1. Curthoys, I.S., et al., *Similarities and Differences Between Vestibular and Cochlear Systems - A Review of Clinical and Physiological Evidence*. Front Neurosci, 2021. **15**: p. 695179.
2. Perez, N. and J. Rama-Lopez, *Head-impulse and caloric tests in patients with dizziness*. Otol Neurotol, 2003. **24**(6): p. 913-7.
3. Blodow, A., et al., *[Video head impulse test or caloric irrigation?. Contemporary diagnostic tests for vestibular schwannoma]*. HNO, 2013. **61**(9): p. 781-5.
4. Mezzalana, R., et al., *Sensitivity of caloric test and video head impulse as screening test for chronic vestibular complaints*. Clinics (Sao Paulo), 2017. **72**(8): p. 469-473.
5. McCaslin, D.L., et al., *The dissociation of video head impulse test (vHIT) and bithermal caloric test results provide topological localization of vestibular system impairment in patients with "definite" Meniere's disease*. Am J Audiol, 2015. **24**(1): p. 1-10.
6. McGarvie, L.A., et al., *What does the dissociation between the results of video head impulse versus caloric testing reveal about the vestibular dysfunction in Meniere's disease?* Acta Otolaryngol, 2015. **135**(9): p. 859-65.
7. Zellhuber, S., A. Mahringer, and H.A. Rambold, *Relation of video-head-impulse test and caloric irrigation: a study on the recovery in unilateral vestibular neuritis*. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2014. **271**(9): p. 2375-83.
8. Rubin, F., et al., *Comparison of Video Head Impulse Test and Caloric Reflex Test in advanced unilateral definite Meniere's disease*. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis, 2018. **135**(3): p. 167-169.
9. Burston, A., et al., *Comparison of the video head impulse test with the caloric test in patients with sub-acute and chronic vestibular disorders*. J Clin Neurosci, 2018. **47**: p. 294-298.
10. Park, P., et al., *Role of video-head impulse test in lateralization of vestibulopathy: Comparative study with caloric test*. Auris Nasus Larynx, 2017. **44**(6): p. 648-654.
11. Striteska, M., et al., *Head-shaking-induced nystagmus reflects dynamic vestibular compensation: A 2-year follow-up study*. Frontiers in Neurology, 2022. **13**.

12. Halmagyi, G.M. and I.S. Curthoys, *A clinical sign of canal paresis*. Arch Neurol, 1988. **45**(7): p. 737-9.
13. Halmagyi, G.M., et al., *Head impulses after unilateral vestibular deafferentation validate Ewald's second law*. J Vestib Res, 1990. **1**(2): p. 187-97.
14. Halmagyi, G.M., et al., *The human horizontal vestibulo-ocular reflex in response to high-acceleration stimulation before and after unilateral vestibular neurectomy*. Exp Brain Res, 1990. **81**(3): p. 479-90.
15. Bell, S.L., et al., *A study of the relationship between the video head impulse test and air calorics*. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2015. **272**(5): p. 1287-94.
16. McCaslin, D.L., et al., *Predictive properties of the video head impulse test: measures of caloric symmetry and self-report dizziness handicap*. Ear Hear, 2014. **35**(5): p. e185-91.
17. Mahringer, A. and H.A. Rambold, *Caloric test and video-head-impulse: a study of vertigo/dizziness patients in a community hospital*. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2014. **271**(3): p. 463-72.
18. Rambold, H.A., *Economic management of vertigo/dizziness disease in a county hospital: video-head-impulse test vs. caloric irrigation*. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2015. **272**(10): p. 2621-8.
19. Schmid-Priscoveanu, A., et al., *Caloric and search-coil head-impulse testing in patients after vestibular neuritis*. J Assoc Res Otolaryngol, 2001. **2**(1): p. 72-8.
20. Kattah, J.C., et al., *HINTS to diagnose stroke in the acute vestibular syndrome: three-step bedside oculomotor examination more sensitive than early MRI diffusion-weighted imaging*. Stroke, 2009. **40**(11): p. 3504-10.
21. Striteska, M., Valis, M., Chrobok, V., Profant, O., Califano, L., Syba, J., Trnkova, K., Kremlacek, J., & Chovanec, M. , *Head-shaking-induced nystagmus reflects dynamic vestibular compensation: A 2-year follow-up study*. Frontiers in Neurology, 2022.
22. MacDougall, H.G., et al., *The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy*. Neurology, 2009. **73**(14): p. 1134-41.
23. Weber, K.P., et al., *Impulsive testing of semicircular-canal function using video-oculography*. Ann N Y Acad Sci, 2009. **1164**: p. 486-91.

24. Macdougall, H.G., et al., *The video Head Impulse Test (vHIT) detects vertical semicircular canal dysfunction*. PLoS One, 2013. **8**(4): p. e61488.
25. McGarvie, L.A., et al., *The Video Head Impulse Test (vHIT) of Semicircular Canal Function - Age-Dependent Normative Values of VOR Gain in Healthy Subjects*. Front Neurol, 2015. **6**: p. 154.
26. Halmagyi, G.M., et al., *The Video Head Impulse Test*. Front Neurol, 2017. **8**: p. 258.
27. Fletcher, H., & Wegel, R. L. , *The Frequency—Sensitivity of Normal Ears*. . Physical Review, 1922. **19**(6): p. 553–565
28. Strupp, M., et al., *The video head impulse test: a right-left imbalance*. J Neurol, 2018. **265**(Suppl 1): p. 40-43.
29. Weber, K.P., et al., *Inter-ocular differences of the horizontal vestibulo-ocular reflex during impulsive testing*. Prog Brain Res, 2008. **171**: p. 195-8.

7 PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORA

Původní vědecké práce v impaktovaném časopise

- 1 **Striteska, M.**, et al., Estimated Vestibulogram (EVEST) for Effective Vestibular Assessment. *BioMed Research International*, 2021. 2021: p. 8845943. IF 3.246
- 2 **Striteska, M.**, Valis, M., Chrobok, V., Profant, O., Califano, L., Syba, J., Trnkova, K., Kremlacek, J., & Chovanec, M., Head-shaking-induced nystagmus reflects dynamic vestibular compensation: A 2-year follow-up study. *Frontiers in Neurology*, 2022. IF 4.086
- 3 **Striteska, M.**, et al., Binocular video head impulse test: Normative data study. *Front Neurol*, 2023. 14: p. 1153102. IF 4.086
- 4 **Striteska, M.** and J. Kremlacek, The headshake enhances oculomotor response to galvanic vestibular stimulation in healthy subjects. *Clin Neurophysiol*, 2024. 161: p. 10-16. IF 4.65

Ostatní práce v impaktovaném časopise

- 5 **Striteska, M.**, et al., Superior semicircular canal dehiscence. *Cesk Slov Neurol N* 2019. 82(4): p. 461-463, Category: Letters to Editor, doi: 10.14735/amcsnn2019461. IF 0.5
- 6 Vajda M, Dědková J, **Strítěská M**, Jandura J, Ryška P. Enhancement of subarachnoid space during magnetic resonance imaging of endolymphatic hydrops: a case report. *J Int Med Res*. 2021 Jul;49(7):3000605211029788. doi: 10.1177/03000605211029788. PMID: 34250824; PMCID: PMC8278462, IF 1.4
- 7 Mejzlik J, Chrobok V, Homolac M, Valenta T, Svejdoва A, Cerny M, **Striteska M**, Krtickova J, Skoloudik L. The Relationship between Bone Conduction

Hearing Threshold Shifts after Surgery for Chronic Otitis Media with Cholesteatoma According to STAM, EAONO/JOS, and SAMEO-ATO Classifications. J Clin Med. 2022 Aug 1;11(15):4481. doi: 10.3390/jcm11154481. PMID: 35956098; PMCID: PMC9369348, IF 3

Doporučený postup odborné společnosti

Příručky pro praxi České společnosti ORL (hlavní autor):

- 1 Maja Stříteská, Lukáš Školoudík, Tereza Hábová, Martin Vališ, Jaroslav Sýba, Ondřej Čákr: Rehabilitace poruchy rovnováhy návod pro pacienta, 2021
https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2021/02/ppp_rehabilitace_poruchy_rovnovahy.pdf
- 2 Maja Stříteská, Ivana Štětkářová, Martin Vališ, Tomáš Peisker, Stanislav Konštacký, Jaromír Kočí, Martin Jedlička, Oliver Profant, Jaroslav Sýba, Jan Mejzlík, Kateřina Trnková, Chovanec: Základní klinické vyšetření akutní závratí, 2022
[https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2022/06/39_zavrat_elektr.publ .pdf](https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2022/06/39_zavrat_elektr.publ.pdf)

Kapitoly v učebnicích a sbornících

- 1 Otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, Chrobok Viktor, Komínek Pavel, Plzák Jan, Čelakovský Petr, Zeleník Karol a kolektiv, Vydavatel Tobiáš s.r.o., kapitola Vestibulologie (L. Školoudík, M. Stříteská, Z. Čada) strana 122-126, Rok vydání 2022, ISBN 978-80-7311-205-9, EAN 9788073112059
- 2 Poruchy rovnováhy v dětském věku, Čada, Zdeněk, kapitola Otogenní zánětlivé příčiny periferního vestibulárního syndromu (Viktor Chrobok, Maja Stříteská, Arnošt Pellant, Jana Dědková), kapitola Posttraumatické poruchy rovnováhy (Maja Stříteská, Viktor Chrobok, Jana Dědková), Nakladatel: Maxdorf, Edice:

Jessenius, EAN:9788073457532, ISBN:978-80-7345-753-2, 2023 (1. vydání)

Přednášky, plakátová sdělení na odborných setkáních

Zahraníčí

- 1 Striteska, M., et al., Estimated Vestibulogram (EVEST) for Effective Vestibular Assessment, 2018, 30th Bárány Society Meeting, Uppsala, Sweden.
- 2 Striteska, M., et al., Estimated Vestibulogram (EVEST) for Effective Vestibular Assessment, 2022, OTN congress, Győr, Hungary.
- 3 Striteska, M., et al., Estimated Vestibulogram (EVEST) for Effective Vestibular Assessment, Bárány Society Meeting, Madrid 2022.
- 4 Striteska, M., et al., Acoustically Enhanced Video Head Impulse Test for Blind and Near-blind Individuals, Bárány Society Meeting, Madrid 2022.
- 5 Striteska, M., et al., Binocular Video Head Impulse Test: Normative Data Study, 2023, MuTuZu.
- 6 Striteska, M., et al., Binocular Video Head Impulse Test: Normative Data Study, 2023, Prosper Menière Society Conference, Zell am Zillertal.
- 7 Striteska, M., et al., Binocular Video Head Impulse Test, poster Vestibular Asymmetry Conundrum, 2023, Dizzynet meeting: Sonnenhausen, Munich, Germany.
- 8 Striteska, M., et al., The Binocular vHIT in Health and Disease, 2024, 2/24 Tubingen, Germany, XV. Oculomotor meeting.
- 9 Striteska, M., et al., The Binocular vHIT in Health and Disease, 2024, Constantine, Algeria, Vertigo days.
- 10 Striteska, M., et al., The Binocular vHIT in Health and Disease: looking beyond the well-known, 2024 Beograd, Serbia. Balance forum BBF.
- 11 Striteska, M., et al., The Binocular vHIT in Health and Disease: looking beyond the well-known, 2024 Uppsala, Sweden, Bárány Society meeting.
- 12 Striteska, M. et Schneider, E., Vestibular asymmetry: Do we interpret it correctly?, 2024 Uppsala, Sweden, Bárány Society meeting.
- 13 Striteska, M., et al., The Binocular vHIT in Health and Disease, 2024, Sonnenhausen, Germany, Dizzynet.

ČR

- 1 Striteska, M., et al., Estimated Vestibulogram (EVEST), 2022, 34. český a slovenský neurologický sjezd.
- 2 Striteska, M., et al., Binoculární Video Head Impulse Test: Normativní Studie, 2023, 69. kongres Slovenskej spoločnosti pre otorinolaryngológiu a chirurgiu hlavy a krku.
- 3 Striteska, M., et al., The Binocular vHIT in Health and Disease: looking beyond the well-known, 2024 Czech-Germany ENT day, Prague.

Ceny

Kutvirtova cena

za nejlepší publikaci roku 2023 v oboru otorinolaryngologie

Binocular video head impulse test: Normative data study. Striteska M., Chovanec M., Steinmetzer T., Chrobok V., Profant O., Schneider E., Kremlacek J., Valis M. (2023). Binocular Video Head Impulse Test: Normative Data Study. *Frontiers in Neurology*.doi: 10.3389/fneur.2023.1153102