

Author's Contribution

A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds Collection

Zaangażowanie Autorów

A – Przygotowanie projektu
badawczego
B – Zbieranie danych
C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Michalina Śpiewak^(A,B,C,D,E,F) (ORCID: 0000-0008-5829-8782)**Przemysław Śpiewak**^(D,F,G) (ORCID: 0000-0001-6053-9663)

The Non-Public Health Care Facility, Audiofonika, Bielsko-Biała, Poland
Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej Audiofonika, Bielsko-Biała, Polska

VESTIBULAR DEFICIT AND HEARING LOSS AS A CONSEQUENCE OF HEAD TRAUMA INCURRED AS THE RESULT OF PUCK INJURY IN CASE OF 17-YEAR-OLD PROFESSIONAL HOCKEY PLAYER *USZKODZENIE NARZĄDU SŁUCHU I RÓWNOWAGI POWSTAŁE W WYNIKU URAZU GŁOWY KRAŻKIEM U 17-LETNIEGO HOKEISTY*

Key words: ice hockey, hearing loss, vestibular deficit, sinusoidal harmonic acceleration test- SHA, video head impulse test- VHIT, caloric test, vestibular compensation

Słowa kluczowe: hokej na lodzie, niedosłuch, deficyt przedsionkowy, audiometria tonalna, test fotela obrotowego, próba cieplna, kompensacja przedsionkowa

Summary

The authors present the case of a 17-year-old ice hockey player who sustained a head injury with a fracture of the right temporal bone during training. The consequences of the injury included severe peripheral vertigo with nystagmus, vegetative symptoms and hearing loss. The dizziness disappeared on the 4th day after the injury, but the hearing loss turned out to be permanent. The patient returned to daily training sessions 5 weeks after the injury. What is noteworthy in this case is the exceptionally quick compensation of the labyrinthine damage, which, in the authors' opinion, was not only due to the player's young age, but also to his strong motivation to return to the ice rink.

Streszczenie

Zaprezentowano przypadek 17-letniego hokeisty, który w czasie treningu doznał urazu głowy ze złamaniem prawej kości skroniowej. Konsekwencją urazu były silne obwodowe zawroty głowy z oczopląsem i objawami wegetatywnymi oraz niedosłuch. Zawroty głowy ustąpiły w 4 dobie po urazie, natomiast niedosłuch okazał się trwały. Pacjent wrócił do codziennych treningów 5 tygodni po urazie. Na uwagę zasługuje w tym przypadku wyjątkowo szybka kompensacja uszkodzenia błędnika, która spowodowana była, zdaniem autorów, nie tylko młodym wiekiem zawodnika, ale także silną motywacją do powrotu na lodowisko.

Word count: 3290**Tables:** 0**Figures:** 7**References:** 8**Address for correspondence / Adres do korespondencji**

Michalina Śpiewak
NZOZ Audiofonika
43-300 Bielsko-Biała, ul. Karpacka 46, e-mail: misiaspiewak@gmail.com

Received / Otrzymano 04.10.2023 r.

Accepted / Zaakceptowano 24.11.2023 r.

Background

Ice hockey players sustain numerous injuries. In Canada, for example this is the biggest group of athletes presenting to emergency departments. Juniors most often sustain lower limb injuries (25-34%), upper limb injuries (10-35%), head injuries 14-28% and injuries of the vertebral column (6-15%). Professional athletes most often sustain head (17%), thigh (14%) and knee injuries (13%). Concussion is sustained in 18% to 66% young ice hockey players. Any suspicion of cranial base fracture or concussion requires medical and mandatory suspension from sport [1].

Case description

At the beginning of March 2022, a 17 years old competitive hockey player presented into the Audiology and Phoniatrics Department, complaining of hypoacusia accompanied by tinnitus in the right ear. Balance impairment while walking was an additional symptom reported by the patient, manifested by a right-sided tilt. The balance impairment was the young man's particular concern as he feared that it might adversely affect the ability to continue his involvement in this sport discipline.

It was found that the symptoms were related to the head injury sustained during training two weeks earlier. The athlete was hit with the puck in the temporal area of the head. The patient reported headache and severe spin-like dizziness accompanied by vomiting and hearing loss in the right ear, with tinnitus. He did not report any leak from his ear. Besides, the patient maintained that he did not lose consciousness after being hit. He also maintained that during the accident, the protective helmet was properly placed on his head. After the accident, the hockey player was transported to the nearest specialist hospital (the accident happened in the Czech Republic) where he was referred to ICU. Based on the discharge card from the Czech hospital, it was found that hitting with the puck resulted in fractures of the right occipital bone and the right temporal bone with the gap beginning in the *sulcus sinus signoides* and spread on the upper surface of the temporal bone pyramid, the tympanum and the semicircular canals, and the mastoid process. (Fig. 1). The presence of fluid was noted in the mastoid cavities. No manifestation of intracranial bleeding, edema or damage to encephalon tissues was noted. The consultant neurologist noticed two-phased nystagmus directed by the fast phase to the left and recognized an acute vestibular syndrome. The neurosurgeon, in turn, limited the diagnosis to the fact that the patient did not need surgical treatment. The athlete was administered such medications as: an agent from the anabolic steroid group, an antibiotic and an antiemetic, intravenously. According to the discharge card, the symptoms gradually alleviated. On the third day after the injury vomiting was noted only during verticalization attempt. On the fourth day of hospitalisation, pain was relieved and the patient could get out of bed with no accompany-

Wstęp

U zawodników uprawiających hokej na lodzie dochodzi do licznych urazów. Na przykład w Kanadzie najliczniejszą grupę sportowców zgłaszających się z powodu urazu do oddziałów ratunkowych w Kanadzie stanowią zawodnicy hokeja na lodzie. U juniorów najczęściej dochodzi do urazów kończyn dolnych (25-34%) i górnych (10-35%), następnie głowy (14-28%) oraz kręgosłupa (6-15%). Profesjonalni zawodnicy najczęściej uszkadzają głowę (17%), udo (14%) oraz kolana (13%). Do wstrząśnienia mózgu dochodzi od 18% do 66% urazów doznanych na lodzie u młodych hokeistów. Każde podejrzenie złamania podstawy czaszki lub wstrząśnienia mózgu wymaga obserwacji medycznej i wymusza przerwę w uprawianiu sportu [1].

Opis przypadku

Początkiem marca 2022 roku zgłosił się do poradni audiologiczno-foniatrycznej 17-letni zawodowy hokeista uskarżający się na niedosłuch z towarzyszącym szumem w uchu prawym. Dodatkowym objawem u pacjenta była nierównowaga o charakterze zbaczania w czasie chodu w stronę prawą. Ta niesprawność równowagi szczególnie niepokoiła młodego człowieka, gdyż obawiał się, że może ona niekorzystnie wpłynąć na zdolność do dalszego uprawiania sportu.

Objawy powiązano z doznany 2 tygodnie wcześniej urazem głowy, gdy w czasie treningu został uderzony krążkiem w okolicę skroniową głowy. Pacjent podawał, że po urazie wystąpiły u niego ból i silne zawroty głowy o charakterze wirowania, z wymiotami, oraz niedosłuch ucha prawego z towarzyszącym objawem szumu usznego. Nie podawał wycieku z ucha. Twierdził, że nie utracił przytomności. Utrzymywał także, że w czasie zdarzenia miał poprawnie założony hełm ochrony. Hokeista został przewieziony po wypadku do najbliższego szpitala specjalistycznego (do wypadku doszło w Czechach), w którym hospitalizowano go w oddziale intensywnej terapii. Na podstawie karty wypisowej z czeskiego szpitala ustalono, że skutkiem uderzenia krążka było, potwierdzone badaniem tomografii komputerowej, złamanie prawych kości potylicznej i skroniowej, ze szczeliną zaczynającą się w bruzdzie zatoki esowatej, przechodzącą na górną powierzchnię piramidy kości skroniowej i dochodzącą do jamy bębenkowej i kanałów półkolistych oraz wyrostka sutkowatego (Ryc. 1). W jamach wyrostka sutkowatego stwierdzano obecność płynu. Nie uwidoczniiono w tym badaniu cech wewnątrzczaszkowych krwawień oraz odmy, a także uszkodzeń tkanek mózgowia. Konsultujący lekarz neurolog zauważył oczopląs dwufazowy skierowany fazą szybką w stronę lewą i rozpoznał ostry zespół przedślonkowy. Natomiast neurochirurg ograniczył się do stwierdzenia, że pacjent nie wymaga leczenia operacyjnego. Choremu podawano w szpitalu dożylnie: lek z grupy sterydów, antybiotyk oraz środek przeciwwymiotny. Objawy ulegały, wg. karty wypisowej, stopniowemu wyciszeniu. W trzeciej dobie po urazie do wymiotów dochodziło tylko przy próbie pionizacji. W czwartej dobie hospitalizacji ból ustąpił, a pacjent mógł wstawać z łóżka już bez towarzyszących objawów wegetatywnych. W piątej dobie sportowca wypisano z oddziału intensywnego nadzoru

ing vegetative symptoms. On the fifth day, the athlete was discharged from the ICU without, as it was written, any symptoms indicating dizziness.

The otoscopy performed in our center about 2 weeks after the injury did not reveal any deviations from the normal state. C1 tuning fork of 512 Hz intensity, placed on the patient's forehead was heard in the left ear. At the right side the patient better heard the sound of the tuning fork through air than through a bone.

Assessment of the auditory organ being part of further diagnosis at our center

Pure tone audiometry confirmed sensorineural (receptive) hearing loss in the right ear with deafness within the range of frequencies higher than 1.5 KHz. (Fig. 2). Wideband tympanometry (WBT) revealed high sound absorption through the right ear of 0.6 KHz with tympanograms of „A” type (Fig. 3). In both ears reflexes from stapedius muscles were noted. In the right ear, the reflex was evoked by tinnitus of 105 dB HL intensity, applied to the left ear (contralaterally). Recording of the vestibular reflex finally excluded the presence of all obstacles in sound conduction (Fig. 4). Speech audiometry revealed that the patient was incapable of repeating the words said by the headphone to the right ear, after masking the left ear with noise.

Labyrinthine tests

In the rotating chair test using a sinusoidal harmonic stimulus, the strong vestibulo-ocular reflex response (VOR) with directional prevalence of evoked left-sided nystagmus is of note (Fig. 5) [2,3].

bez, jak napisano, dolegliwości o charakterze zawrotów głowy.

W badaniu otoskopowym, wykonanym w naszym ośrodku około 2 tygodnie po urazie, nie znaleźliśmy odchyśleń od stanu prawidłowego. Kamerton C1 o częstotliwości 512 Hz przyłożony do czoła pacjenta był słyszany w uchu lewym. Po stronie prawej badany lepiej słyszał dźwięk stroika drogą powietrzną niż kostną.

Badania narządu słuchu wykonane w ramach dalszej diagnostyki prowadzonej w naszym ośrodku

W badaniu audiometrią tonalną potwierdziliśmy niedosłuch czuciowo-nerwowy (odbiorczy) w uchu prawym z głuchotą w zakresie częstotliwości wyższych niż 1,5 KHz. (Ryc. 2). W badaniu tympanometrią szerokopasmową WBT na uwagę zasługiwała wysoka absorpcja dźwięku przez ucho prawe o częstotliwości około 0,6 KHz przy tympanogramach typu „A” (Ryc. 3). Zarówno w jednym, jak i w drugim uchu zarejestrowano odruchy z mięśni strzemiączkowych. W uchu prawym odruch został wywołany szumem o natężeniu 105 dB HL podanym do ucha lewego (kontralateralnie). Rejestracja odruchu przedsionkowego wykluczyła ostatecznie obecność wszelkich przeszkód na drodze przewodzenia dźwięku (Ryc. 4). W audiometrii mowy pacjent nie był zdolny do powtarzania słów podawanych przez słuchawkę do ucha prawego, po zamaskowaniu ucha lewego szumem.

Próby błędnikowe

W próbie fotela obrotowego bodźcem sinusoidalnym harmonicznym na uwagę zasługuje silna reakcja odruchowa VOR z przewagą kierunkową oczopląsu wywołanego w lewo (Ryc. 5) [2,3].



Fig. 1. Reconstruction of the fracture gap course
Ryc. 1. Rekonstrukcja przebiegu szczeliny złamania

VHIT (Video Head Impulse Test) revealed clear compensatory movements of the eyeball called saccades on the right side, after an abrupt head movement to the right 15°. This indicated insufficiency of the normal labyrinth and incomplete compensation of the damage (Fig. 6) [4].

The Fitzgerald's and Hallpike's caloric test, which is the most often used labyrinthine test by otolaryngologists, did not confirm the significantly weaker response of the right ear to the stimulus, as compared with the left ear (Fig. 7) [5,6].

After the additional assessment a durable sensorinaural high degree hypoacusia and vestibular impairment in damage compensation period were noted.

The patient did not give his consent for attempts to protezing using hearing aiding devices such as CROS (Contralateral Routing of Signal) systems or the apparatus anchored in bones. It was only recommended for the patient to do exercises aiding vestibular compensation [7]. In the fifth week after the accident, the athlete's mother informed us that he felt well enough to return to training. Between his final appointment in March 2022 and the time of writing this report in October 2023, the contact with the patient and his family was limited to writing applications for a disability certificate by the doctors of our facility.

W badaniu VHIT (video Head Impulse Test) zarejestrowano po stronie prawej wyraźne ruchy wyrównawcze gałki ocznej zwane sakkadami po gwałtownym skręceniu głowy w prawo o 15°. Świadczyło to o niewydolności prawidłowego błędnika oraz o niepełnej kompensacji uszkodzenia (Ryc. 6) [4].

Próba kaloryczna wg. Fitzgeralda i Hallpike'a, która jest najczęściej wykonywaną próbą błędnikową przez otolaryngologów, nie potwierdziła istotnie słabszej reakcji ucha prawego na bodziec w porównaniu z lewym (Ryc. 7) [5,6].

Po wykonaniu badań dodatkowych rozpoznano w uchu prawym trwały czuciowo-nerwowy niedosłuch stopnia głębokiego oraz niedowład przedsionkowy w okresie kompensacji uszkodzenia.

Pacjent nie wyrażał zgody na próby protezowania urządzeniami wspomagającymi słyszenie, jak systemy CROS (Contralateral Routing of Signal) lub aparatami zakotwiczonymi w kości.

Choremu zalecono jedynie ćwiczenia wspomagające kompensację przedsionkową [7].

W 5 tygodniu od wypadku matka sportowca poinformowała nas, że czuje się on już na tyle dobrze, że postanowił wrócić do treningów. Od czasu ostatniej wizyty w marcu 2022 roku do czasu pisania niniejszego doniesienia w październiku 2023 kontakt z pacjentem i jego rodziną ograniczał się do wypisywania przez lekarzy naszej placówki wniosków do orzeczenia o niepełnosprawności.

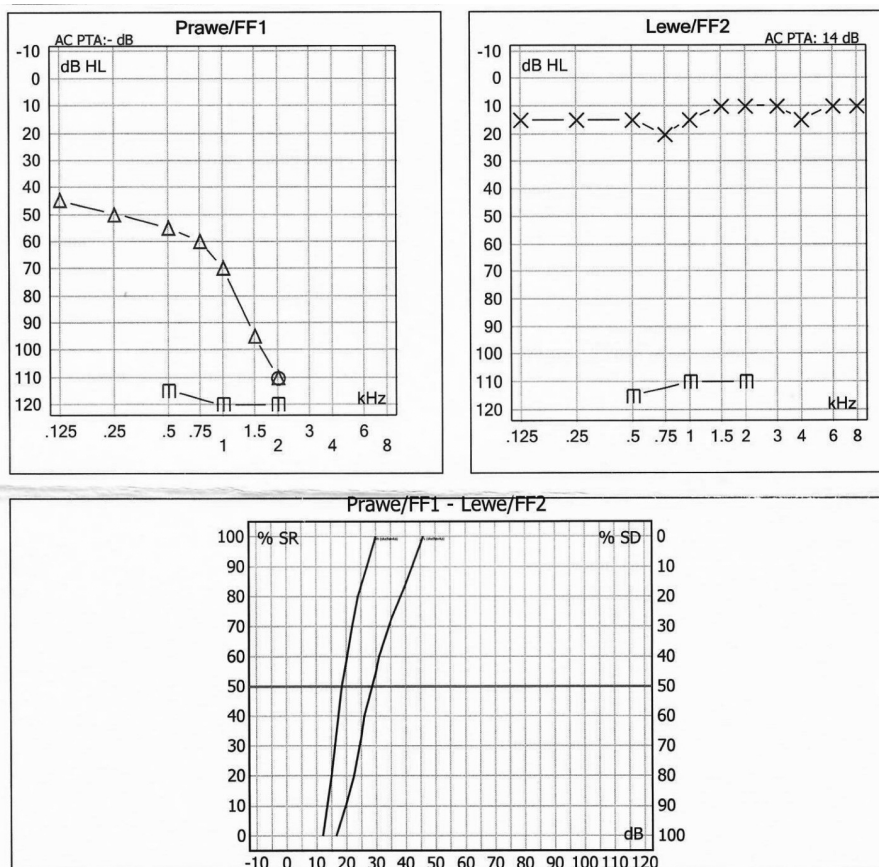


Fig. 2. Assessment of the hearing threshold indicates high frequency hearing loss in the left ear
Ryc. 2. Badanie progów słuchu wskazuje na głuchotę wysokich częstotliwości w uchu lewym

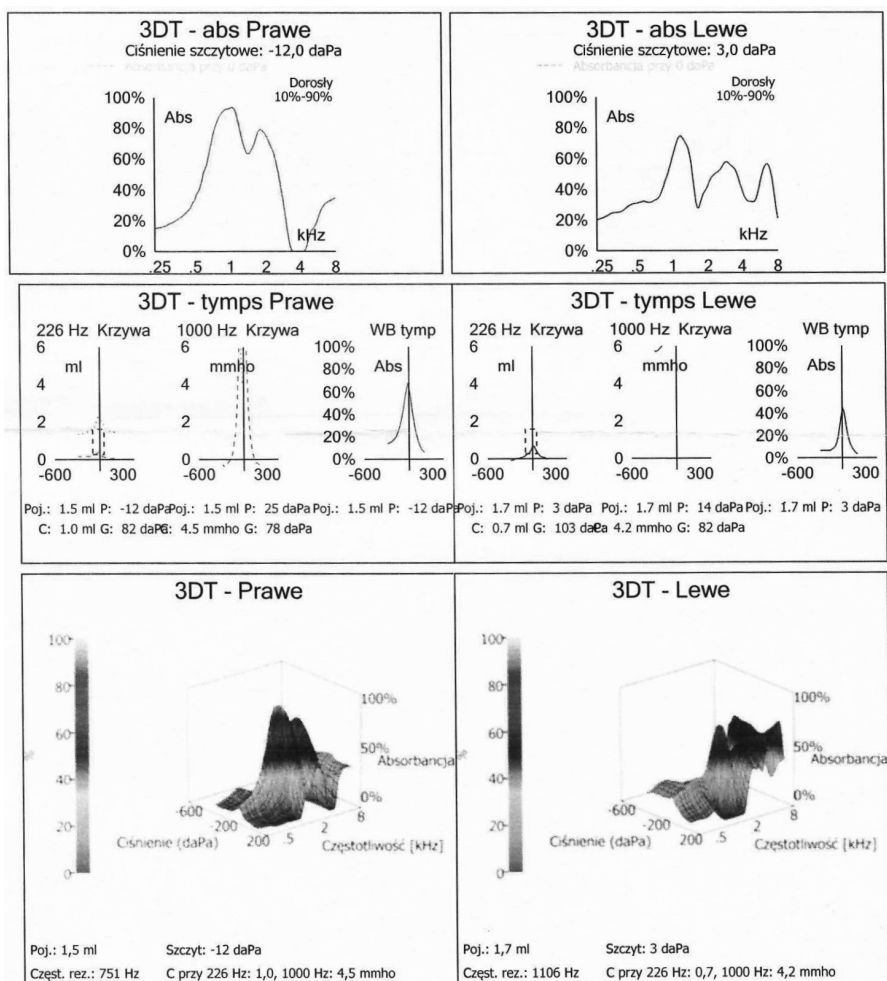


Fig. 3. Assessment of the ears using wide band tympanometry (WBT). High sound absorption through the left ear, at the frequency of almost about 0.6 KHz would indicate rupture of the tympanic membrane. The shape of tympanograms does not support this thesis

Ryc. 3. Badanie uszu metodą tympanometrii szerokopasmowej WBT. Wysoka absorbcja dźwięków przez ucho prawe o częstotliwości około 0,6 KHz świadczyć mogłaby o przerwaniu ciągłości błony bębenkowej. Przeczy temu kształt tympanogramów

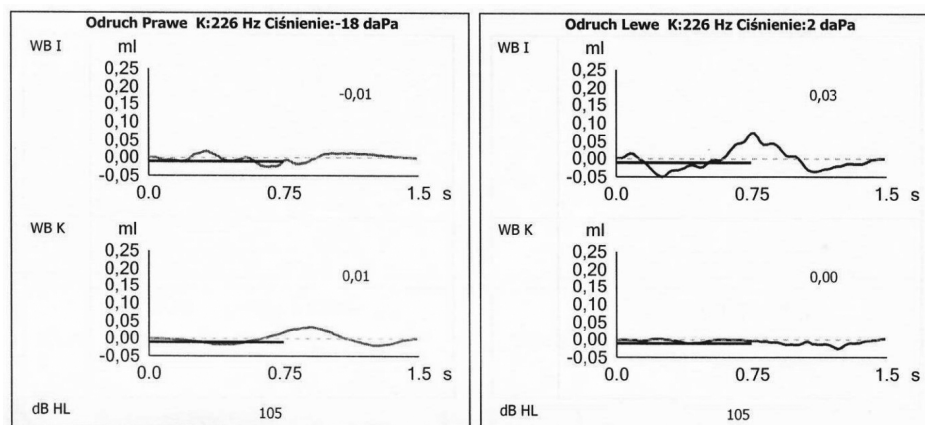


Fig. 4. The recorded contraction of the stapedius muscle in the right ear for the tinnitus of 105 dB HL intensity, applied to the right ear, indicates the lack of obstacles in sound conduction to the inner ear

Ryc. 4. Zarejestrowanie skurczu mięśnia strzemiączkowego w uchu prawym dla szumu o natężeniu 105 dB HL podawanego do ucha lewego (kontralateralnie) świadczy o braku przeszkody na drodze przewodzenia dźwięków do ucha wewnętrznego

Discussion

In the described case, a high-force blow to the head with the puck led to permanent damage to the vestibulocochlear organ inside the temporal bone of the skull. The auditory organ, namely the cochlea, has no regenerative potential, therefore, such injuries lead to durable hypoacusia. The symptoms due to damage of the labyrinth gradually disappear in the process of the

Dyskusja

W omawianym przypadku uderzenie o dużej sile krążka w głowę doprowadziło do trwałego uszkodzenia, znajdującego się wewnątrz kości skroniowej czaszki, narządu przedsionkowo-ślimakowego. Narząd słuchu-ślimak nie ma możliwości regeneracji, dlatego takie urazy prowadzą do trwałego niedosłuchu. Natomiast objawy spowodowane uszkodzeniem błędni-

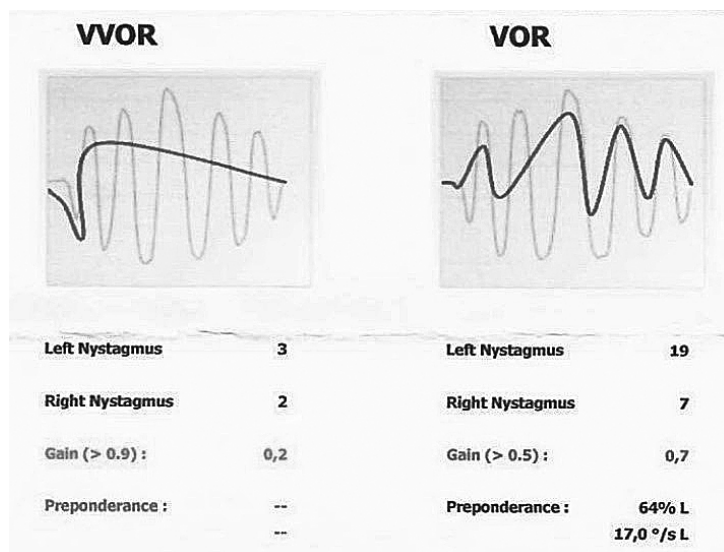


Fig. 5. The test on the rotating chair using a sinusoidal harmonic stimulus. The high VOR value and the left sided directional preponderance indicate vestibular compensation

Ryc. 5. Badanie na fotelu obrotowym bodźcem sinusoidalnym harmonicznym. Wysoka wartość VOR oraz przewaga kierunkowa w lewo świadczą o kompensacji przedsionkowej

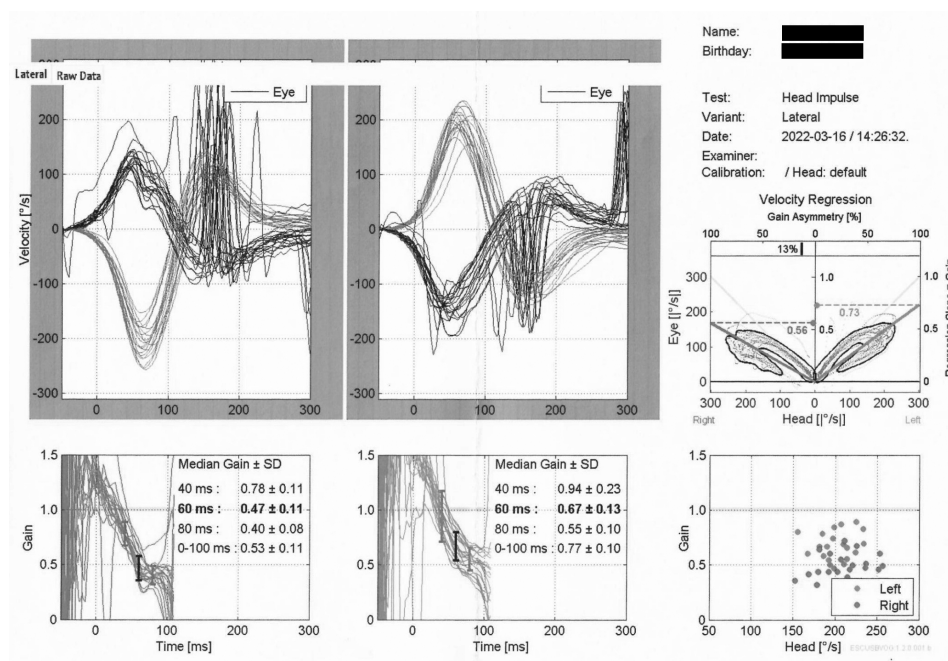


Fig. 6. Assessment. The lower VOR value on the right and the recorded saccadic movements in the right eye indicate paresis of the right labyrinth

Ryc. 6. Badanie Niska wartość VOR po stronie prawej oraz zarejestrowanie sakkad oka prawego świadczą o niedowładzie prawego błędniaka

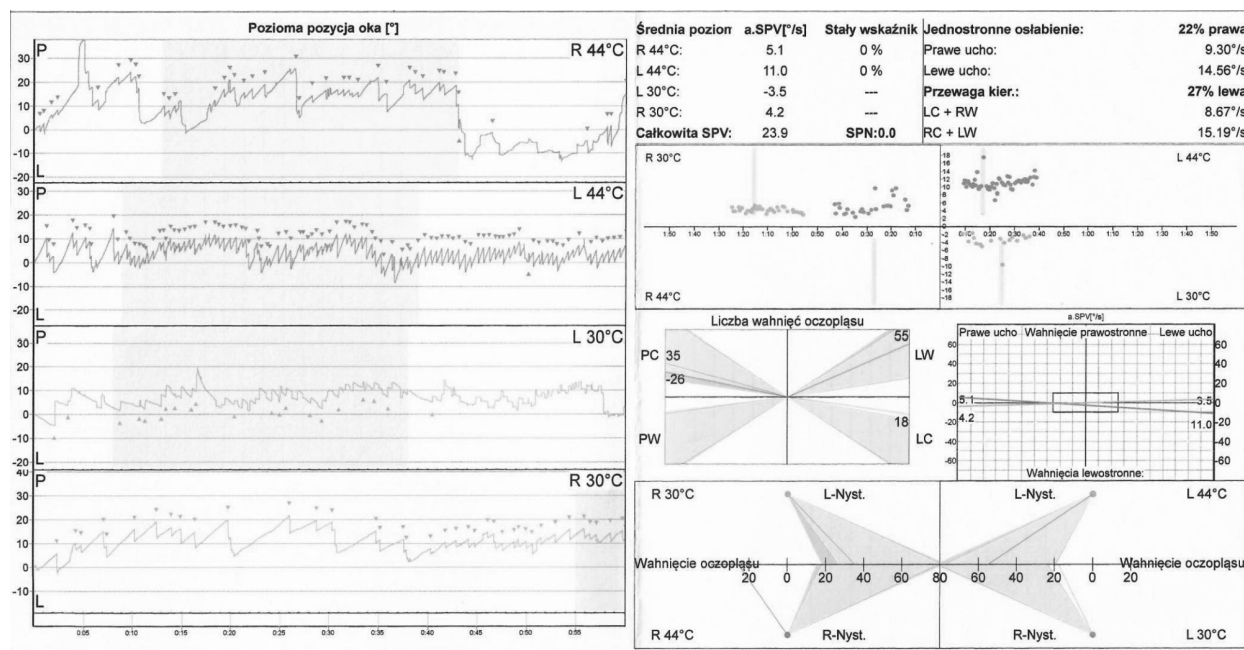


Fig. 7. The Fitzgerald-Hallpike bithermal caloric test. An insignificantly lower sensitivity of the ear to the caloric stimulus
Ryc. 7. Próba Kaloryczna wg. Fitzgeralda Hallpike'a. Nieistotnie mniejsza wrażliwość ucha prawego na bodziec kaloryczny

so called vestibular compensation. Usually, a few days after the injury, the patient develops severe symptoms preventing everyday activity performance, such as inability to maintain a vertical body position, severe vertigo with nausea or vomiting, vision impairment, etc. This period is followed by a several weeks long recovery process, when the symptoms are no longer so severe, but most of the patients do not return to full occupational or social activity. Then, for many months, there may be symptoms limiting everyday activities such as vision impairment during head movements or disorientation after sudden changes in body position. Obviously, recuperation time depends on multiple factors such as: the patient's age, the degree of physical fitness, or cooccurrence of defects and diseases, mainly of the musculoskeletal system and vision as well as circulation [8]. In the discussed case, the competitor's quick return to full sport-related activity is surprising. His young age and a higher than average physical fitness level facilitated the processes of vestibular compensation. Besides, the competitor's motivation to return to the ice rink is not insignificant. Ice skating significantly impairs lower limb support which makes it difficult to maintain balance. During hockey playing, full oculomotor coordination is required and it depends on the oculovestibular reflex fitness. In many patients, after unilateral labyrinthine hypofunction the impairment of dynamic visual acuity is noted. A durable unilateral high degree hearing loss, in turn, affects the location of sound source which affects, in turn, the hockey player's ability to react to dynamically changing acoustic signals during the game. Assessment of labyrinthine efficiency should not be limited to a single labyrinthine test. It particularly concerns the first two months after the injury, namely the vestibular compensation period. If we performed

ka stopniowo ustępują wskutek tzw. kompensacji przedsionkowej. Zwykle przez kilka dni po urazie występują u chorego ciężkie objawy uniemożliwiające wykonywanie codziennych aktywności, jak niezdolność do utrzymania pionowej postawy ciała, silne zawroty głowy z nudnościami lub wymiotami, zaburzenia widzenia itp., po tym okresie następuje kilkutygodniowy proces zdrowienia, gdy objawy nie są już tak dokuczliwe, ale większość pacjentów nie wraca jeszcze do pełnej aktywności zawodowej czy społecznej. Następnie, jeszcze przez wiele miesięcy, mogą występować objawy ograniczające codzienne aktywności, jak pogorszenie widzenia w trakcie ruchu głowy czy też dezorientację po nagłej zmianie pozycji ciała. Oczywiście czas zdrowienia zależy tutaj od licznych czynników, jak: wiek pacjenta, stopień sprawności fizycznej czy współwystępowanie wad i schorzeń, przede wszystkim narządów ruchu i wzroku oraz krążenia [8]. W omawianym przypadku zaskakująco bardzo szybki powrót zawodnika do pełnej aktywności sportowej. Młody wiek oraz ponad przeciętna sprawność fizyczna ułatwiły tutaj procesy kompensacji przedsionkowej. Nie bez znaczenia jest też motywacja zawodnika do powrotu na lodowisko. Jazda na łyżwach po lodzie bardzo zaburza podparcie kończyn dolnych, co utrudnia zachowanie równowagi. W czasie gry w hokeja wymagana jest pełna koordynacja wzrokowo-ruchowa, która zależy od sprawności odruchu przedsionkowo-ocznego. U wielu pacjentów po jednostronnym wypadnięciu czynności błędnika obserwujemy upośledzenie dynamicznej ostrości wzroku. Natomiast trwały jednostronny ubytek słuchu stopnia głębokiego ma wpływ na lokalizację źródła dźwięku, co wpływa na zdolność do reagowania hokeisty na zmieniające się dynamicznie sygnały akustyczne w czasie gry. W ocenie wydolności błędnika nie można

only the caloric tests, we could draw a wrong conclusion that the labyrinth works well (Fig. 6). The Video Head Impulse Test (VHIT) definitely indicated paresis of the right vestibule (Fig. 7). Posturography, which was neglected by the patient, would be an important complementation in that case. We also believe that, after a unilateral sudden vestibular-cochlear areflexia, the return to the fitness level before the injury seems at least doubtful in such a dynamic sport discipline as ice hockey.

się ograniczać do wykonania tylko jednej próby błędnikowej. Dotyczy to szczególnie pierwszych 2 miesięcy po urazie, czyli czasu kompensacji przedsionkowej. Gdybyśmy wykonali jedynie próby kaloryczne, moglibyśmy wyciągać błędny wniosek, że błędnik jest sprawny (Ryc. 6). Natomiast badanie VHIT świadczyło jednoznacznie o niedowładzie prawego przedsionka (Ryc. 7). Istotnym uzupełnieniem prób błędnikowych byłoby badanie posturograficzne, któremu nasz pacjent się nie poddał. Uważamy także, że po jednostronnym nagłym wypadnięciu czynności narządu przedsionkowo-ślimakowego powrót do sprawności zawodnika sprzed urazu, w tak dynamicznej dyscyplinie sportowej jaką jest hokej na lodzie, jest co najmniej wątpliwy.

References / Piśmiennictwo

1. Active & Safe Central. Otwarte Dane [Internet] 2023[Cited 01.Oct.2023] Available from: <https://activesafe.ca/ice-hockey>
2. Stockwell CW, Bojrab DI. Background and Technique of rotational testing. In: Jacobson G, Newman GW, Kartush JM, (eds). Handbook of balance function testing. San Diego: Singular; 1997. p. 249-58.
3. Zalewski CK. Rotational Vestibular Assessment. A Volume in the Core Clinical in Audiology Series. Stach B, editor. San Diego: Plural Publishing; 2018. p. 153-209.
4. Curthoys IS, Mac Dougall H, Mc Gravie LA, et al. Video Head Impulse Test. In: Jacobson G, Shepard N, editors. Balance Function Assessment and Management. San Diego: Plural Publishing; 2021. p. 333-58.
5. Janczewski G, Bień S. Testy cieplne. In: Janczewski G, Latkowski B, (eds). Otoneurologia Część 2. Tom 1. Warszawa: Bel Corp; 1999. p.193-211.
6. Barin K. Caloric Testing. In: Jacobson G, Shepard N, editors. Balance Function Assessment and Management. San Diego: Plural Publishing; 2021. p. 257-78.
7. Bamiou DE, Davies RA, McKee M, Luxon LM. Symptoms, disability and handicap in unilateral peripheral vestibular disorders. Effects of early presentation and initiation of balance exercises. Scandinavian Audiology 2000; 28(4): 238-44.
8. Halmagyi G, Weber K, Curthoys I. Vestibular function after acute vestibular neuritis. Restorative Neurology and Neuroscience 2010; 28(1): 37-46.