

Ocena odruchów rdzeniowo-przedśionkowych i wywołanych potencjałów somatosensorycznych w rozpoznaniu zawrotu somatosensorycznego

Assessment of spino-vestibular reflexes and somatosensory evoked potentials in diagnosing somatosensory vertigo

HENRYK KAŻMIERCZAK^{1/}, KATARZYNA PAWLAK-OSIŃSKA^{2/}, WOJCIECH KAŻMIERCZAK^{2/}

^{1/} Katedra i Klinika Otolaryngologii i Onkologii Laryngologicznej CM UMK

^{2/} Zakład Patofizjologii Narządu Słuchu i Układu Równowagi CM UMK

Wprowadzenie. Szyja, w kontekście struktury drogi przedśionkowej zarówno aferentnej i eferentnej, stanowić może źródło patologii mięśniowo-szkieletowej, jak i naczyniowej. Przygięcie, odgięcie czy rotacja głowy, są w takim przypadku mechanizmem wywołującym objaw w postaci zawrotu głowy.

Cel pracy. Celem pracy była próba rozróżnienia zawrotu szyjnego w aspekcie przyczyny somatosensorycznej lub naczyniowej tych dolegliwości.

Materiał i metody. Badanie wykonano u następujących pacjentów: w części A pracy – grupa 1: pacjenci bez zaburzeń otoneurologicznych, grupa 2: pacjenci po zastosowaniu kołnierza stabilizującego kręgosłup szyjny, grupa 3: pacjenci po operacji kręgosłupa szyjnego metodą Clowarda; w części B pracy – grupa 1: pacjenci ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa szyjnego, grupa 2: pacjenci z rozpoznaną przez neurologów niewydolnością tętnic kręgowych i podstawnej. U wszystkich osób przeprowadzono ocenę odruchów rdzeniowo-przedśionkowych oraz przewodnictwa rdzeniowego i korowo-podkorowego na drodze czuciowej z zastosowaniem wywołanych potencjałów somatosensorycznych.

Wyniki. W części A pracy stwierdzono istotne statystycznie zaburzenia odruchów rdzeniowo-przedśionkowych u pacjentów z chorobami kręgosłupa szyjnego w porównaniu z grupą kontrolną. W części B pracy stwierdzono wydłużenie latencji potencjałów somatosensorycznych u wszystkich 19 chorych ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa szyjnego i jedynie u 2 z 20 chorych z niewydolnością tętnic kręgowych i podstawnej.

Wnioski. W diagnostyce różnicowej tzw. zawrotu szyjnego warto wyróżnić zawrót somatosensoryczny związany z dysfunkcją propriocepcji szyjnej i zawrót o etiologii niedokrwiennej. Dla uściślenia rozpoznania zawrotu somatosensorycznego pomocne wydaje się być badanie odruchów rdzeniowo-przedśionkowych oraz wywołanych potencjałów somatosensorycznych.

Słowa kluczowe: zawrót szyjny, somatosensoryczny

Introduction. Considering the structure of the vestibular pathway, both afferent and efferent, the neck may constitute a source of both musculoskeletal and vascular pathology. The movements of the head in the vertical or horizontal axis constitute in those cases a mechanism causing vertigo.

Aim. This study attempts to distinguish between the two – vasogenic and somatosensory – types of cervical vertigo.

Materials and methods. Examination was performed in the patients: in normal neurootological state (part A, group 1), with neck stabilisation using cervical collar (part A, group 2), after Cloward procedure (part A, group 3); patients with spondylosis (part B, group 1) and with neurologist-diagnosed insufficiency of vertebral and/or basilar arteries (part B, group 2). In all patients, spino-vestibular reflexes were assessed, while determinations of the medullary and cortical/subcortical conduction in the sensory pathway were performed by recording somatosensory evoked potentials.

Results. Results of part A show statistically significant abnormalities in spino-vestibular reflexes of patients with vertebro-cervical pathologies compared to controls. Results of part B show prolonged latencies of somatosensory evoked potentials in all 19 patients with spondylosis, and only in 2 of 20 patients with insufficiency of the vertebral and basilar arteries.

Conclusions. When attempting a differential diagnosis of the cervical vertigo, somatosensory vertigo associated with dysfunction of cervical proprioception should be distinguished from the ischaemic-related vertigo. Determination of vertebro-vestibular reflexes and somatosensory evoked potentials seems useful to ensure the diagnosis of somatosensory vertigo.

Key words: cervical vertigo, somatosensory vertigo

WSTĘP

Zawrót szyjny (z. sz) w nozologii neurootologicznej to jeden z podstawowych objawów opisujących stan czynnościowy narządu przedsionkowego. Występować ma w sytuacjach przygięcia, odgięcia czy rotacji głowy. Według Friedmanna i wsp. [1] powodować go mogą ujawniające się w tych sytuacjach zaburzenia percepcji szyjnej, jak i niewydolność krążenia w tętnicach kręgowych. Podobnie Claussen i wsp. [2] wiążą występowanie z. sz. z wywołaniem poprzez opisane ruchy głowy, asymetrii impulsacji w obszarze układu równowagi, u podłoża której mogą leżeć zarówno przyczyny mięśniowo-szkieletowe szyjne, jak i naczyniowe. Zdaniem Brandta [3] za powstanie takiego zawrotu odpowiedzialne są zaburzenia aferencji proprioceptywnej szyjnej.

Już Barre w 1926 roku, po podaniu 1% procainy jednostronnie do mięśni szyi, obserwował występowanie zawrotu wirowego, oczopląsu i zaburzeń równowagi. Zdaniem De Jonga i wsp. [4] zjawisko określane mianem zawrotu czy oczopląsu szyjnego, związane jest z uszkodzeniem połączeń rdzeniowo-przedsionkowych lub zaburzeniem integracji rdzeniowo-przedsionkowej. Możliwość takiej przyczyny z. sz. potwierdziły badania Dietericha i wsp. [5], Taylora i wsp. [6] oraz Osińskiego i wsp. [7].

Propriocepcja szyjna zaangażowana w formowanie prawidłowych informacji drogą struktur rdzeniowo-przedsionkowych zajmuje rozległy obszar od poziomu kręgu C1 do C6 [6,8,9]. Główną rolę mają odgrywać zakończenia nerwowe typu spindless; znaczenie ciałek Golgiego i Paciniego wydaje się małe [10].

Patomorfologicznym podłożem dysfunkcji struktur nerwowych według Claussena [2] są nacieki zapalne w mięśniach szyi, mikrozawały rdzenia kręgowego, embolizacja naczyń, krwiaki, dyslokacje struktur kostnych czy mielopatie.

Możliwe jest niedokrwiennie tło z.sz. związane z niedostatecznym krążeniem kręgowo-podstawnym, co potwierdzają badania Toole i wsp. [11]. Istnieją jednak opracowania wskazujące na mały związek pomiędzy upośledzeniem przepływu w tętnicach kręgowych a z.sz. [12,13]. W diagnostyce naczyniowego podłoża z. sz. podkreśla się ponadto konieczność wykazania innych objawów ischemii ośrodkowego układu nerwowego.

W sytuacji wieloaspektowości etiologicznej z.sz. dla celów diagnostyki różnicowej przydatne może być wyróżnienie w obrębie szerokiego pojęcia z.sz. tzw. zawrotu somatosensorycznego [3,13]. Istotną kwestią w diagnostyce tego zawrotu byłoby zobiektywizowanie zaburzeń integracji rdzeniowo-przedsionkowej u chorych z z.sz.

Celem pracy była ocena przydatności stabilometrycznej analizy odruchów posturalnych oraz badania potencjałów somatosensorycznych dla obiektywizacji zawrotu somatosensorycznego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono u łącznie 99 osób, dzieląc ich na grupy, przyporządkowane dwóm (A i B) częściom badania:

- część A badania
 - grupa pierwsza: porównawcza 25 osób,
 - grupa druga: 26 chorych z zawrotami głowy i chorobą zwyrodnieniową kręgosłupa szyjnego, u których zastosowano kołnierz ortopedyczny,
 - grupa trzecia: 19 chorych z zawrotami głowy, po operacji stabilizacji kręgosłupa szyjnego,
- część B badania
 - grupa pierwsza: 19 chorych z zespołem zawrotu szyjnego i chorobą zwyrodnieniową kręgosłupa szyjnego,
 - grupa druga: 20 chorych z zespołem zawrotu szyjnego i niewydolnością krążenia w rejonie unaczynienia tętnic kręgowych i podstawnej.

Część A. W części A pracy grupę pierwszą – porównawczą, stanowiło 25 neurootologicznie zdrowych osób (8 mężczyzn i 17 kobiet o średniej wieku 30,6 lat). Drugą grupę tworzyło 26 chorych (9 mężczyzn, 17 kobiet, średnia wieku 44,9 lat), którzy z powodu zmian zwyrodnieniowych kręgosłupa szyjnego i związanych z nimi dolegliwości neurologicznych stosowali kołnierz ortopedyczny przez okres 3 do 5 miesięcy. Chorzy ci zgłaszali podczas używania kołnierza zawroty głowy- kołnierz jednakże eliminował znacznie zaburzenia czucia w kończynach górnych oraz dolegliwości bólowe głowy i szyi. Badania wykonano w ciągu tygodnia od usunięcia kołnierza. W trzeciej grupie zebrano 21 chorych (8 mężczyzn, 13 kobiet, średnia wieku 45,1 lat) po przebytej operacji Clowarda, w której ustabilizowano kręgosłup szyjny dla usunięcia neurologicznych objawów ubytkowych; chorzy ci zgłaszali zawroty głowy. Badania wykonano w ciągu 3 miesięcy od operacji. We wszystkich trzech grupach, w próbach przedsionkowych z zastosowaniem wideonystagmografii (VNG), wywołanych potencjałów przedsionkowych miogennych (VEMP) oraz próbie obrotowej bez podparcia wykluczono uszkodzenie receptora kanałowego i płamkowego.

W części A pracy ocenie poddano odruchy przedsionkowo-rdzeniowe stabilizujące położenie głowy w stosunku do tułowia. W tym celu zastosowano platformę STABILO (Synapsis). Umożliwia ona, dzięki umieszczeniu na podstawie cylindrycznej,

analizę biernych wychyleń w sekwencji przód-tył, bok-bok o $\pm 15^\circ$ w stosunku do poziomu. Szczegóły badania autorzy opisali w pracach w 2001 i 2003 roku [7,15]. Badanie wykonano przy oczach otwartych, a następnie zamkniętych, celem wyeliminowania wpływu informacji wzrokowej, korygującej odruchy posturalne.



Ryc. 1. Metoda badania odruchów rdzeniowo-przedsionkowych na stabilometrze STABILO

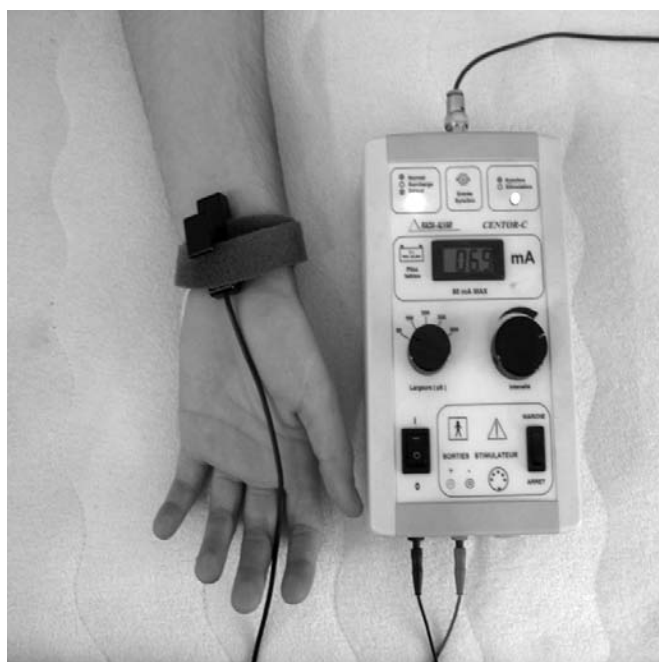
Zachowanie prawidłowych odruchów przedsionkowo-rdzeniowych zależało od prawidłowej informacji błędnikowej, proprioceptywnej szyjnej i, przy oczach otwartych, od percepcji wzrokowej. Czujniki pomiaru wielkości wychyleń platformy i głowy w jednostce czasu pozwalały określić ich amplitudę i stosunek prędkości głowy do prędkości platformy (indeks v head/ v body). W warunkach normy neurootologicznej wartości przeciwnych ruchów platformy oraz prędkości platformy i głowy równoważą się, stąd w skali STABILO norma to 1. Odchylenia powyżej lub poniżej jedności wskazują na dysfunkcję odruchów posturalnych. Wyniki badań poddano analizie statystycznej, stosując test

t-Studenta dla wykazania istotności różnic między grupami.

Część B. W części B badania wykonano u 19 chorych (9 mężczyzn, 10 kobiet, średnia wieku 46,3 lat) z rozpoznaniem z. sz., u których stwierdzono zmiany zwyrodnieniowe kręgosłupa szyjnego. W grupie tej badaniami VNG i VEMP oraz w próbach obrotów swobodnych bez podparcia wykluczono dysfunkcję aparatu kanałowo-plamkowego.

Drugą grupę badanych w części B stanowiło 20 chorych (9 mężczyzn, 11 kobiet, średnia wieku 39,4 lat) z rozpoznaniem niewydolności kręgowo-podstawnej postawionym, w oparciu o badanie neurologiczne. Wśród nich u 12 pacjentów obserwowano nieprawidłowe wywołane potencjały przedsionkowe miogenne, u 20 niedowład kanałowy, a patologiczną próbę obrotów swobodnych bez podparcia zanotowano u 10 chorych.

Potencjały somatosensoryczne, analizowane w części B pracy, rejestrowano aparatem Centor-C (Racia-Alvar). Przeskórna stymulacja elektryczna wywoływana była elektrodą bioplarną umieszczoną w bruzdzie nadgarstka, na nerwie pośrodkowym prawej kończyny górnej.



Ryc. 2. Lokalizacja elektrody przezskórnej w badaniu wywołanych potencjałów somatosensorycznych aparatem Centor-C

Zastosowano częstotliwość stymulacji 3,1Hz, czas trwania impulsu 0,1ms, podstawę czasu 60ms oraz 300 odpowiedzi do uśrednienia zapisu końcowego. Impedancja elektrod była mniejsza niż 5000 Ω . Elektroda rdzeniowa zlokalizowana była nad wy-

rostkiem kolczystym C5, ciemieniowa w punkcie P3 oraz referencyjna w punkcie Cz według systemu montażu elektrod EEG 10-20. Rejestrowano latencje fal P11, N13 (znad korzeni grzbietowych rdzenia oraz postsynaptyczny potencjał z substancji szarej rogów tylnych rdzenia) oraz P27 (znad okolicy czuciowej kory ciemieniowej). Wybrany sposób stymulacji i rejestracji potencjałów jest najbardziej przydatny dla oceny czynności zmysłu równowagi, szczególnie w odniesieniu do patologii szyjnej zaburzeń przedsionkowych. Określając latencje pobudzeń biegnących drogą obwodowo-rdzeniowo-podkorowo-korową możliwa jest ocena sprawności jej funkcjonowania [8,16,17]

WYNIKI

Wyniki badania amplitudy maksymalnej (A max) oraz amplitudy średniej (Aśr) platformy STABILO w trzech grupach w badaniu A przedstawiono w tabeli I. Wartości te były istotnie niższe w grupach 2 i 3 – chorych z zaburzeniami ze strony kręgosłupa szyjnego.

Tabela I. Analiza porównawcza wartości amplitudy (w stosunku do normy = 1) wychyleń platformy stabilometrycznej w grupach 1, 2, 3 części A pracy (wyjaśnienie szczegółowe w tekście pracy)

Grupy badane w części A pracy	Wartości amplitudy wychyleń platformy			
	Oczy otwarte		Oczy zamknięte	
	A max	A śr	A max	A śr
Grupa 1	0,90	1,00	1,10	0,98
Grupa 2	0,20*	0,15*	0,50*	0,24*
Grupa 3	0,19*	0,16*	0,41*	0,20*

* Różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) w porównaniu do grupy kontrolnej (grupa 1)

Wyniki badania wskaźnika prędkości głowy w stosunku do prędkości tułowia ($v_{\text{head}}/v_{\text{body}}$) w trzech grupach części A pracy przedstawiono w tabeli II.

Tabela II. Analiza porównawcza wartości wskaźnika „prędkość głowy/prędkość ciała” (w stosunku do normy = 1) w grupach 1, 2, 3 w części A pracy (wyjaśnienie szczegółowe w tekście pracy)

Grupy badane w części A pracy	Wartość wskaźnika prędkość głowy/prędkość ciała	
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte
	Grupa 1	1,0
Grupa 2	1,8*	3,1*
Grupa 3	2,1*	3,9*

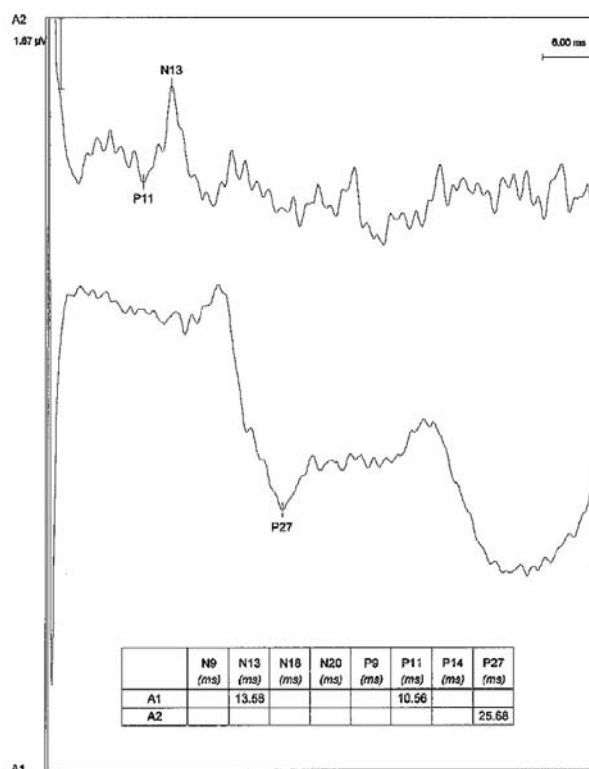
* Różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) w porównaniu do grupy kontrolnej (grupa 1)

W badaniu B, w grupie chorych ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa szyjnego i rozpoznany z. sz. (grupa 1) stwierdzono:

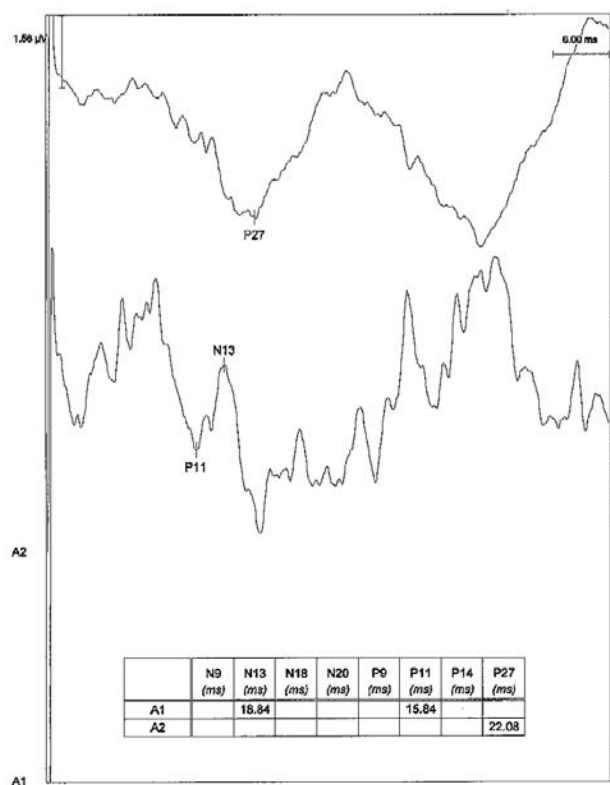
1. wydłużenie latencji fal P11N13 u 10 chorych
2. wydłużenie latencji fal P11N13P27 u 5 chorych
3. wydłużenie latencji fali P27 u 4 chorych.

Wśród chorych z rozpoznaną niewydolnością krążenia kręgowo-podstawnego (grupa 2) wydłużenie latencji fal P11N13 zarejestrowano u 1 osoby, a wydłużenie latencji fal P11N13P27 u 1 chorego. Zaburzenie przewodnictwa na drodze somatosensorycznej wyraźnie przeważało w grupie pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa szyjnego (19 wśród 19 osób) w porównaniu do grupy chorych z niewydolnością krążenia kręgowo-podstawnego (2 spośród 20 badanych).

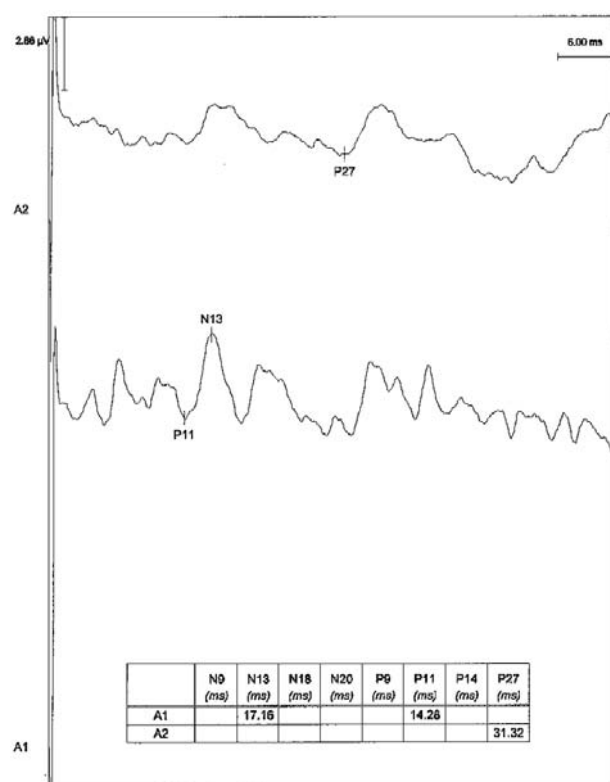
Na rycinach 3-5 przedstawiono prawidłowy zapis potencjałów somatosensorycznych oraz zapisy fal o wydłużonych latencjach u osób badanych w części B pracy.



Ryc. 3. Prawidłowy zapis potencjałów somatosensorycznych u pacjenta z zawrotem szyjnym i niewydolnością krążenia kręgowo-podstawnego



Ryc. 4. Wydłużone latencje fal P11N13 w badaniu wywołanych potencjałów somatosensorycznych u pacjenta z zawrotem szyjnym i zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa szyjnego



Ryc. 5. Wydłużone latencje fal P11N13P27 w badaniu wywołanych potencjałów somatosensorycznych u pacjentki z zawrotem szyjnym i zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa szyjnego

DYSKUSJA

Zawrót szyjny spowodowany zaburzeniem krążenia w tętnicach kręgowych stanowić może jeden z wielu objawów klinicznych, jednak nawet przy stwierdzeniu dalszych zaburzeń przedstawionkowych, a jednocześnie braku objawów neurologicznych rozpoznanie niewydolności kręgowo-podstawnej jest dyskusyjne [11,12,18,19].

Menewrem wywołującym z. sz. jest skręt, przycięcie lub odgięcie głowy i w tym ujęciu zawrót naczyniopochodny jest zbliżony do zawrotu szyjnego somatosensorycznego. Tenże jednak wiąże się z zaburzeniem integracji rdzeniowo-przedstawionkowej [3]. Integracja ta, jako toniczny odruch szyjny, pojawia się już u niższych ssaków z mobilną głową [14]. Pełni on rolę kompensującą odruch błędnikowy. Znaczenie współpracy tych dwóch odruchów opisał już w 1925 roku Tait. Jednakże odruchy szyjne są niezależnym zjawiskiem tylko w pierwszym roku życia człowieka- znane jest opisanie w 1918 roku przez Barre przyjmowanie tzw. „pozycji szermierza” przez noworodka podczas skrętu głowy. Istnieje wiele doniesień wskazujących, że aferencja szyjna może jednak również u osób dorosłych współtworzyć koordynację ruchów oczu, głowy, tułowia, zaś przy nieczynnych obu błędnikach kształtować kontrolę posturalną i orientację przestrzenną [4-6,10].

Dowodem, w aspekcie klinicznym, na możliwość takiego patomechanizmu zawrotu somatosensorycznego, jest jego częsta obecność po urazach szyi typu whiplash [2,10].

Przedstawione w obecnym opracowaniu obserwacje są zgodne z naszymi wcześniejszymi spostrzeżeniami [8,9,20,21] oraz doniesieniami Claussena i wsp. [2], Brandta i wsp. [3,22] w kwestii obiektywizacji zawrotu szyjnego somatosensorycznego drogą pomiarów zaburzeń odruchów rdzeniowo-przedstawionkowych.

Wyniki obserwacji własnych nad wykorzystaniem badania potencjałów somatosensorycznych mogą być przydatne w diagnostyce różnicowej z. sz.

We wcześniejszych badaniach własnych w 2003 i 2005 roku [16,19] spostrzegaliśmy wydłużenie latencji fal N13P27 u chorych po urazach kręgosłupa szyjnego. Z kolei u pacjentów ze zmianami deformacyjnymi tego odcinka kręgosłupa obserwowane były, podobnie jak w obecnej pracy, zaburzenia latencji fal P11N13 [16,17]. Na tej podstawie wydaje się istotne nie tylko wykazanie zaburzeń przewodnictwa nerwowego drogą czuciową, ale także poszukiwanie miejsca tego uszkodzenia, w aspekcie np. prognozowania przebiegu kompensacji przedstawionkowej. W obecnej pracy izolowane wydłużenie

latencji fal P11N13 obserwowano u 52,6% chorych, a współistniejące z wydłużeniem latencji fali korowej P27 u 47,4% badanych. Rozszerzenie badania SEP o kolejną elektrodę rdzeniową (w pracy zastosowano jedną nad wyrostkiem kolczystym C5) mogłoby nadać analizie perspektywy rozwojowe, dotyczące obserwacji czynności neuronalnej wewnątrz rdzenia szyjnego i na poziomie wewnątrzczaszkowym (roz-mieszczenie elektrod nad C5 i C2 pozwoli oddzielić zmiany przewodnictwa w rdzeniu od dalszych części drogi czuciowej).

W grupie pacjentów z zawrotem szyjnym pochodzenia naczyniowego zaburzenia projekcji somatosensorycznej były sporadyczne. Zanotowano je u 10,0% chorych. Porównanie częstości występowania tego patologicznego zjawiska u chorych z chorobą zwyrodnieniową kręgosłupa szyjnego i u osób z niewydolnością kręgowo-podstawną wykazuje istotną różnicę. Przewodnictwo czuciowe

nie było prawidłowe u żadnego pacjenta z zespołem zawrotu szyjnego na tle zmian deformacyjnych kręgosłupa szyjnego (100,0%).

Uzyskane wyniki mogą potwierdzać konieczność wyróżnienia zawrotu szyjnego somatosensorycznego, wskazują również na kierunek dalszych badań zaburzeń aferencji proprioceptywnej szyjnej u chorych z z. sz.

WNIOSKI

1. W diagnostyce różnicowej tzw. zawrotu szyjnego warto wyróżnić zawrót somatosensoryczny związany z dysfunkcją propriocepcji szyjnej i zawrót o etiologii niedokrwiennej
2. Dla uściślenia rozpoznania zawrotu somatosensorycznego pomocne może być badanie odruchów rdzeniowo-przedśionkowych oraz wywołanych potencjałów somatosensorycznych.

Piśmiennictwo

1. Friedman M, Skobierauda FG, Hamid H. Central vestibular disorders. (w) *Otology and Neurology*. Hamid H, Sismanis A (red.). Thieme, Stuttgart 2006; 85.
2. Claussen CF, Constantinescu L. Modern physio- and psychotherapy in neurootological disorders. (w) *Modern neurology*. Claussen CF, Souza SGD (red.). Prajacta Ars. Mumbai 1997; 371.
3. Brandt T, Bronstein A. Cervical vertigo. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001; 71: 8-12.
4. De Jong J, Bles W. Cervical dizziness and ataxia. (w) *Disorders of posture and gaits*. Bles W, Brandt T (red.). Elsevier, Amsterdam 1986; 185.
5. Dieterich M, Pollman W, Pfaffenrath V. Cervicogenic headache: electronystagmography, perception of verticality and posturography in patients before and after C2-blockade. *Cephalalgia* 1993; 13: 285-8.
6. Taylor JL, McCloskey DJ. Proprioception in the neck. *Exp Brain Res* 1988; 70: 351-60.
7. Osiński P, Osińska-Pawlak K, Talar J, Kaźmierczak H, Kasprzak H. Stabilometryczna ocena stanu równowagi w uszkodzeniach kręgosłupa szyjnego. *Ortop Traumatol Rehab* 2001; 3(3): 395-400.
8. Kaźmierczak H, Pawlak-Osińska K, Kasprzak H. Wpływ zaburzeń propriocepcji szyjnej na odruchy posturalne – badania kliniczne i doświadczalne. *Otolaryngol Pol* 2004; 58(4): 839-42.
9. Kaźmierczak H, Pawlak-Osińska K, Osiński P. Znaczenie zniesienia lordozy szyjnej w symptomatologii otoneurologicznej. *Audiofonologia* 1998; 13: 89-92.
10. Hinoki M, Hine E, Kada Y. Neurological studies on vertigo due to whiplash injury. *Equilib Res* 1977; Suppl. 1: 5-29.
11. Toole J, Tucker H. Influence of the head position upon cerebral circulation. *Arch Neurol* 1960; 2(6): 616-23.
12. Biemond A, De Jong J. On cervical nystagmus and related disorders. *Brain* 1969; 92(2): 437-58.
13. Bos JH, Philipszoon AJ. Some forms of nystagmus provoked by stimuli other than acceleration. *Pract. Oto-rhino-laryng (Basel)* 1963; 25: 108-18.
14. Fukuda T. Studies on human dynamic postures from the viewpoint on posture reflexes. *Acta Otolaryng (Stokh.)* 1961; Suppl. 161: 1-52.
15. Pawlak-Osińska K, Kaźmierczak H, Talar J, Kinalski R. Freyss' stabilometry and posturography – a comparative study. *Proceedings of the NES 2003. Ann Sensology Neurotol Sci Pract ISSN 16123352*, 2003.
16. Pawlak-Osińska K, Talar J, Kinalski R, Kaźmierczak H: Somatosensory potentials evaluation in cervical pathology. *Proceedings of the NES 2003. Ann Sensology Neurotol Sci Pract ISSN 16123352*, 2003.
17. Pawlak-Osińska K, Kaźmierczak H, Kaźmierczak W. Potencjały somatosensoryczne w obiektywizacji zawrotu szyjnego. *Materiały IV Polsko-Francuskiej Konferencji Otolaryngologicznej*, Warszawa 2005; 21.
18. Olszewski J, Zalewski P, Machała W, Gaszyński W. Zastosowanie testu skrętu szyi przy badaniu prędkości przepływu krwi metodą dopplerowską w układzie tętnic kręgowych i podstawnej u osób ze zmianami zwyrodnieniowymi odcinka szyjnego kręgosłupa. *Otolaryngol Pol* 1994; 48(6): 549-55.
19. Olszewski J. Zawroty głowy pochodzenia szyjnego. *Bibl Prosper Ménière'a*, Solvay Pharmaceuticals, Warszawa 2000; 4: 1.
20. Osiński P, Pawlak-Osińska K, Talar J, Kaźmierczak H, Kasprzak H. Badania doświadczalne nad znaczeniem propriocepcji szyjnej i skutkami jej upośledzenia dla stanu narządu przedśionkowego. *Balneologia Pol* 2000; 42: 3-4.
21. Pawlak-Osińska K, Kaźmierczak H. Zawrót szyjny – etiologia, diagnostyka i terapia. *Pol Merk Lek* 2005; 19(11): 456-8.
22. Brandt. T. Cervical vertigo – reality or fiction. *Audiol Neurotol* 1996; 1(4): 187-96.