

Zastosowanie posturografii z ruchami głowy w ocenie uszkodzeń przedsionkowych

The use of posturography with head movements in the assessment of vestibular lesion

Magdalena Janc

Badanie posturografii statycznej należy do standardowych badań diagnostycznych wykonywanych u osób z zaburzeniami równowagi. Pozwala ono na ocenę całościową równowagi, jednakże tylko w warunkach statycznych. Dodanie ruchów głowy w płaszczyźnie horyzontalnej powoduje jednoczesne pobudzenie obu błędników. W przypadku asymetrii pobudliwości przedsionkowej może dochodzić do zwiększenia wychwiań rejestrowanych podczas badania posturografii. Jak dotąd posturografia z ruchami głowy (HS) była przeprowadzana na komputerowej posturografii dynamicznej (CPD). Podjęte badania miały na celu opracowanie prostej, klinicznej metody oceny układu równowagi z uwzględnieniem jednoczesnej i obustronnej stymulacji przedsionkowej, która pozwoli na zwiększenie czułości badań posturograficznych w wykrywaniu zaburzeń przedsionkowych.

Głównym celem pracy była ocena zwiększenia czułości badań posturografii w diagnostyce uszkodzeń przedsionkowych poprzez wprowadzenie ruchów głowy do standardowej metody posturografii. Cele szczegółowe obejmowały: opracowanie metody badania posturografii z ruchami głowy; analizę zależności wyników badania posturografii od stanu psychicznego pacjentów; porównanie metody badania posturografii z ruchami głowy ze standardową posturografią statyczną oraz analizę wyników badania posturografii z ruchami głowy w wybranych grupach klinicznych pacjentów z zaburzeniami przedsionkowymi.

Material i metody

Populację badaną stanowiło 369 pacjentów Kliniki Audiologii i Foniatrii, którzy zgłaszali zawroty głowy i zaburzenia równowagi oraz 69 zdrowych ochotników. U wszystkich osób przeprowadzono pełną diagnostykę oto-neurologiczną wraz z badaniem wideonystagmograficzne (VNG).

Z badanej populacji wyodrębniano grupy badane według kryteriów określonych poniżej.

- 1) Dla oceny powtarzalności metod wyodrębniono 6 osób zdrowych, 1 mężczyzna i 5 kobiet, w wieku śr. = 43,5 (OS = 8,8 lat).
- 2) W celu ustalenia wartości normatywnych wyselekcjonowano 69 osób zdrowych, w wieku od 20 do 74 lat (śr. wieku = 43,1, OS = 17,1 lat), w tym 30 kobiet i 39 mężczyzn (Z).
- 3) Analizę zależności badań posturografii od wyników ankiety stanu psychicznego przeprowadzono na podstawie wyników 2 grup (**Duke>8**) 69 osób w śr. wieku = 55,8 (OS =13,5), 52 kobiety, 17 mężczyzn, z zaburzeniami lękowo-depresyjnymi potwierdzonymi wynikami ankiety lęku i depresji Duke'a >8 pkt., CP < 19% oraz (**Duke<6**) 83 osoby w śr. wiek w grupie 54,4 (OS = 14,6), 51 kobiety, 32 mężczyzn wynik ankiety Duke'a < 6 pkt., CP ≥ 19%.
- 4) W celu określenia czułości i swoistości HS posturografii u osób z uszkodzeniami układu przedsionkowego wybrano 133 osób, śr. wieku = 54,2 (OS 13,75 lat), 92 kobiety, 41 mężczyzn, z niedowładem kanałowym CP ≥ 19%, bez cech uszkodzeń ośrodkowej części układu przedsionkowego (**CP >19%**) oraz grupę (Z).
- 5) Analizę wyników posturografii z ruchami głowy przeprowadzono pomiędzy 4 grupami klinicznymi: 23 osoby, śr. wieku 56,2 (OS 14,4 lat) z nieskompensowanymi uszkodzeniami

obwodowej części układu przedsionkowego(NS); 72 osoby, w śr. wieku 53,7 (OS 13,4) ze skompensowanymi uszkodzeniami obwodowej części układu przedsionkowego(S); 21 osób śr. wieku 59,9 (OS 13,6 lat) z łagodnymi położeniowymi zawrotami głowy (ŁPZG) oraz 41 osób zdrowych, śr. wieku 45,7 (OS 17,4 lat).

Metody

Protokół badania:

Uczestnicy zostali poddani trzykrotnemu badaniu protokołem posturografii statycznej (Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance) przy użyciu urządzenia Balance Master NeuroCom Inc. Najpierw według standardowego protokołu: test 1 – oczy otwarte / stabilne podłoże; test 2 – oczy zamknięte / stabilne podłoże; test 3 – oczy otwarte / niestabilne podłoże piankowe; test 4 – oczy zamknięte / niestabilne podłoże piankowe. Następnie badanie powtórzono dwukrotnie z czynnymi ruchami głowy pacjenta w płaszczyźnie poprzecznej, w zakresie 30° z częstotliwością 0,33 Hz (HS 40) oraz 0,58 Hz (HS 70) pod kontrolą metronomu (HS- Posturografia). Badania przeprowadzone zostały z zachowaniem tych samych warunków środowiskowych. Wyniki badań przeprowadzono na podstawie uśrednionych wartości prędkości kątowych dla testu 1, testu 2, testu 3, testu 4 oraz wartość uśrednioną ze wszystkich prób w postaci współczynnika łącznego (Comp).

Analiza wyników

Wszystkie przedstawione analizy zostały przeprowadzone przy kryterium istotności statystycznej na poziomie $p < 0,05$.

1) Ocenę powtarzalności przeprowadzono w oparciu o normę PN-ISO 5725-2 na podstawie wyników 6 osób zdrowych, którzy 8 krotnie poddani zostali pełnemu badaniu. Grupę stanowił 1 mężczyzna i 5 kobiet, w wieku śr. 43,5 (OS 8,8 lat). Rzetelność metod została określona na podstawie wyznaczenia współczynnika korelacji wewnątrzklasowej (*intraclass correlation coefficient* - ICC).

2) Opracowanie wartości normatywnych oparto o jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) wraz z testem jednorodności wariancji Levene'a. Wykonano porównania wielokrotne i oceniono różnice pomiędzy grupami testami post-hoc Scheffe'a lub Tamhane'a w zależności od wyniku analizy testu Levene'a. Normy zależne od wieku obliczono według modelu wartość średnia +1 odchylenie standardowe.

3) Analizę zależności badań posturografii od wyników ankiety stanu psychicznego przeprowadzono stosując jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), różnice pomiędzy grupami badano testem post-hoc Tamhane'a z powodu braku jednorodności wariancji.

4) Porównanie grup z uszkodzeniami obwodowej części układu przedsionkowego i osób zdrowych przeprowadzono stosując wieloczynnikową analizę wariancji ANCOVA. Testem U Manna-Whitneya stwierdzono istotne statystycznie różnice wieku między badanymi grupami ($p < 0,001$) dlatego też wiek włączono do porównania średnich prędkości wychwiał. Do modelu włączono ponadto ilościową zmienną jaką jest wynik ankiety stanu psychicznego Duke'a. W celu oceny metod w klasyfikowaniu pacjentów z niedowładem kanałowym przeprowadzono analizę krzywych ROC na średnich wartościach wychwiał [°/s], poszczególnych testów i metod.

5) Do analizy różnic wyników między grupami klinicznymi stosowano test Tukeya- ANCOVA uwzględniając wiek jako czynnik wpływający na wyniki posturografii. Zmienną ocenianą był przyrost prędkości kątowych wychwiał w stosunku do posturografii statycznej (HS 40 – PS, HS 70 – PS). Dodatkowym kryterium była dodatnia różnica przyrostów pomiędzy posturografią

z ruchami głowy a posturografią statyczną. Ponadto, do określenia czułości i swoistości w poszczególnych grupach klinicznych w stosunku do osób zdrowych użyto krzywych ROC.

Wyniki

Powtarzalność obu metod posturografii z ruchami głowy jest porównywalna z powtarzalnością standardowej posturografii statycznej, traktowanej jako metoda referencyjna.

Wyniki zarówno standardowej posturografii PS, jak i posturografii z ruchami głowy HS 40 wykazują zależność od wieku. Różnice istotne statystycznie stwierdzono między grupami osób do 40 r.ż. i po 60 r.ż. Zależność od wieku nie była obserwowana w badaniu posturografii HS 70. U osób z zaburzeniami lękowo-depresyjnymi w ankiecie Duke'a i bez uszkodzeń układu przedsionkowego stwierdzono istotnie wyższe średnie wartości prędkości kątowych wychwiał, niż w grupie osób zdrowych. Co więcej, w badaniu HS 40 w testach 1 i 3 (oczy otwarte/ stabilne i niestabilne podłoże) średnie wartości wychwiał w grupie lękowo-depresyjnej były wyższe, niż u osób z uszkodzeniami układu przedsionkowego. Nie stwierdzono takich zależności w badaniu HS 70.

Najwyższą czułość dla różnicowania osób z uszkodzeniami obwodowej części układu przedsionkowego (CP>19%) i osób zdrowych wykazano w badaniu HS 40 dla współczynnika łącznego Comp i testu 4 (z oczami zamkniętymi na niestabilnym podłożu). Swoistość wszystkich trzech metod dla współczynnika comp nie różniła się i wynosiła 81-83%.

Badania w jednorodnych klinicznie grupach osób, w których oceniano zmianę wychwiał w posturografii z ruchami głowy w stosunku do posturografii standardowej wykazały istotny wzrost wychwiał w grupie osób z nieskompensowanymi uszkodzeniami układu przedsionkowego. W obu badaniach HS 40 i HS 70 wykazano istotnie większy wzrost wychwiał w porównaniu do grupy osób zdrowych. W badaniu HS 40 dla współczynnika Comp. stwierdzono czułość 74% przy swoistości 88%, dla testu 1 w HS 70 czułość wynosiła 70% a swoistość 100%.

Nie stwierdzono istotnych różnic między wynikami osób z uszkodzeniami skompensowanymi i osób zdrowych.

Analiza wzrostu wychwiał wykazała istnienie różnic między grupami osób z nieskompensowanymi i skompensowanymi uszkodzeniami układu przedsionkowego. Istotne znaczenie dla różnicowania tych grup osób ma test 1 posturografii HS 70, w którym wykazano najwyższą z trzech badań czułość 74% i swoistość 81%.

Wyniki w grupie osób z łagodnymi położeniowymi zawrotami głowy w teście HS 40 różniły się od wyników u osób zdrowych w badaniu 3 (oczy otwarte, niestabilne podłoże) oraz dla współczynnika Comp, zaś w badaniu HS 70 w teście 1 i 3 (oczy otwarte/ stabilne podłoże i niestabilne podłoże). Zarówno badanie HS 40, jak HS 70 wykazuje w teście 3 wysoką, 90% swoistość dla potwierdzenia wpływu położeniowych zawrotów głowy na zaburzenia równowagi. Badania te charakteryzuje jednak niska czułość ok. 60%.

Wnioski

Opracowano metodę posturografii z ruchami głowy, którą cechuje dobra powtarzalność oraz zależność od wieku. Wykazano, że zaburzenia lękowo depresyjne mogą być jedną z przyczyn wzrostu wychwiał w badaniu posturografii z ruchami głowy. Najwyższą czułość wykazała posturografia (HS 40) z ruchami głowy o częstotliwości 0,33 Hz, w porównaniu ze standardową

posturografią statyczną. Wzrost wychwiał w badaniu posturografii z ruchami głowy w stosunku do posturografii standardowej wskazuje na różnice między grupami klinicznymi pacjentów z nieskompensowanym i skompensowanym uszkodzeniem układu przedsionkowego.

SUMMARY

Background

Static posturography is one of the standard diagnostic tests for people with unbalances. It allows overall balance to be assessed, however only under static conditions. The addition of head movements in the horizontal plane causes simultaneous stimulation of both labyrinths. In the case of asymmetry of vestibular excitability, there may be an increase in sway recorded during posturography examination. Up till now Head Shake (HS) posturography was carried out on Computerized Dynamic Posturography (CDP). The undertaken research was aimed at developing a simple, clinical method of assessing the equilibrium system, taking into account simultaneous and bilateral atrial stimulation, which will allow to increase the sensitivity of posturographic tests in detecting vestibular disorders.

The main aim of the study was to assess the increase in sensitivity of posturography tests in the diagnosis of vestibular damage by introducing head movements into the standard posturography method. The specific objectives included: developing a method for posturography with head movements; analysis of the dependence of posturography results on the psychological state of patients; comparison of posturography with head movements and standard static posturography; analysis of the results of posturography examination with head movements in selected clinical groups of patients with vestibular disorders.

Materials and Methods

The study population was 369 patients of the Audiology and Phoniatrics Clinic who reported dizziness, vertigo and unbalance, and 69 healthy volunteers. All individuals underwent full otoneurological diagnostics along with videonystagmographic examination (VNG).

The study groups were separated from the studied population according to the criteria set out below.

- 1) To assess the repeatability of the methods, 6 healthy people, 1 man and 5 women were identified, aged = 43.5 (SD = 8.8 years).
- 2) In order to determine normative values, 69 healthy people, 20 to 74 years old (mean age = 43.1, SD = 17.1 years) were selected, including 30 women and 39 men (Z).
- 3) The analysis of dependence of posturography results on results of the mental/ psychological state survey was based on the results obtained in two groups (Duke > 8) 69 people on average aged = 55.8 (SD = 13.5), 52 women, 17 men, with anxiety and depression disorders confirmed by Duke anxiety and depression survey results > 8 points, CP < 19% and (Duke < 6) 83 people on average aged in the group 54.4 (SD = 14.6), 51 women, 32 men Duke survey result < 6 points, CP ≥ 19%.
- 4) To determine the sensitivity and specificity of HS posturography in people with vestibular lesions, 133 people were selected, mean age = 54.2 (SD 13.75 years), 92 women, 41 men, with canal paresis CP ≥ 19%, without signs of damage to the central part of the vestibular system (CP > 19%) and group healthy (Z).

5) The analysis of posturography results with head movements was carried out between 4 clinical groups: 23 people, mean 56.2 (SD 14.4 years) with uncompensated peripheral vestibular lesions (NS); 72 people, on mean age 53.7 (SD 13.4) with compensated lesions of the peripheral part of the vestibular system (S); 21 people mean age 59.9 (SD 13.6 years) with benign paroxysmal positional vertigo (ŁPZG) and 41 healthy people, mean age 45.7 (SD 17.4 years).

Participants were subjected to a three-fold static posturography protocol (Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance) using a Balance Master NeuroCom Inc. device. First according to the standard protocol: test 1 - eyes open / stable surface; test 2 - eyes closed / stable surface; test 3 - eyes open / unstable foam surface; test 4 - eyes closed / unstable foam surface. Then the test was repeated twice with active head movements in the transverse/horizontal plane, in the range of 30 ° with a frequency of 0.33 Hz (HS 40) and 0.58 Hz (HS 70) under the control of a metronome (HS-Posturography). The tests were carried out in the same environmental conditions. The test results were based on the average angular velocity values for test 1, test 2, test 3, test 4 and the average value of all tests as a total factor (Comp).

Analysis of results

1) Repeatability assessment was carried out based on the PN-ISO 5725-2 standard based on the results of 6 healthy people who underwent a full examination 8 times. The group consisted of 1 man and 5 women, on average = 43.5 (SD = 8.8 years). The reliability of the methods was determined on the basis of determining the intraclass correlation coefficient (ICC).

2) The development of normative values was based on the one-way analysis of variance (ANOVA) together with the Levene homogeneity test. Multiple comparisons were made and differences between the Scheffe or Tamhane post-hoc test groups were assessed depending on the Levene test analysis result. Age-dependent normative data were calculated according to the model mean value +1 standard deviation.

3) The analysis of the dependence of posturography research on the results of the mental/psychological state survey was conducted using one-way analysis of variance (ANOVA), differences between groups were tested by Tamhane's post-hoc test due to the lack of homogeneity of variance.

4) Comparison of groups with injuries of the peripheral vestibular system and healthy people was performed using multivariate ANCOVA analysis of variance. The Mann-Whitney U test determined statistically significant differences in age between the examined groups ($p = 0.000$), therefore age was included in the comparison of the average velocity of the sway. The model also includes a quantitative variable, which is the result of Duke's mental/psychological state survey. In order to assess the methods in classifying patients with canal paresis, ROC curves were analyzed on the average values of sway [$^{\circ} / s$], individual tests and methods.

5) To analyze the differences in results between clinical groups, the Tukey-ANCOVA test was used taking into account age as a factor affecting posturography results. The evaluated variable was the increase in angular velocity of the discharge compared to static posturography (HS 40 - PS, HS 70 - PS). An additional criterion was the positive difference in growth between posturography with head movements and static posturography. In addition, ROC curves were used to determine sensitivity and specificity in individual clinical groups against healthy subjects.

Results

The repeatability of both posturography methods with head movements is comparable to the repeatability of standard static posturography, treated as a reference method.

The results of both standard PS posturography and posturography with head movements HS 40 show age dependence. Statistically significant differences were found between groups of people under 40 years of age and after 60 years of age. Age dependence was not observed in HS 70 posturography.

In people with anxiety-depressive disorders in the Duke survey and without vestibular lesions, significantly higher mean values of angular velocities of the sway were found than in the group of healthy people. Moreover, in study HS 40 in tests 1 and 3 (eyes open / stable and unstable surface), the average values of the sway in the anxiety-depressive group were higher than in persons with peripheral vestibular lesions. No such relationships were found in the HS 70 test. The highest sensitivity for differentiating people with peripheral vestibular lesions (CP > 19%) and healthy people was demonstrated in the HS 40 test for the combined ratio Comp and test 4 (eyes closed on unstable surface). The specificity of all three methods for the Comp coefficient did not differ and amounted to 81-83%.

Studies in clinically homogeneous groups of people in which the change of sway was assessed in posturography with head movements compared to standard posturography, showed a significant increase in sway in the group of people with uncompensated lesions to the vestibular system. Both studies HS 40 and HS 70 showed a significantly greater increase in sway compared to the group of healthy people. In the HS 40 test for the Comp sensitivity of 74% was found with specificity of 88%, for test 1 in HS 70 with sensitivity was 70% and specificity of 100%.

There were no significant differences between the results of people with compensated vestibular lesions and healthy people.

An analysis of the increase in sways showed differences between groups of people with uncompensated and compensated vestibular lesions. The HS 70 posturography test 1, which shows the highest sensitivity of 74% and specificity 81% of the three studies, is important for the differentiation of these groups.

The results in the group of people with benign paroxysmal positional vertigo in the HS 40 test differed from the results in healthy people in test 3 (eyes open, unstable surface) and for the Comp ratio, while in the test HS 70 in tests 1 and 3 (eyes open / stable and unstable surface). Both tests HS 40 and HS 70 show high, 90% specificity in test 3 to confirm the effect of benign paroxysmal positional vertigo on imbalances. However, these tests are characterized by low sensitivity of approximately 60%.

Conclusions:

A method of posturography with head movements was developed, which is characterized by good repeatability and age dependence.

It has been shown that anxiety depressive disorders can be one of the reasons for the increase of sways in the study of posturography with head movements.

Posturography (HS 40) with head movements at 0.33 Hz showed the highest sensitivity, compared to standard static posturography.

The increase of sways in the study of posturography with head movements in relation to standard posturography indicates differences between clinical groups of patients with uncompensated and compensated vestibular lesions.

M. Jane