

Zaangażowanie Autorów

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

Author's Contribution

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

**Tomasz Sipko^(A,D,E,F), Ewa Bieć^(C,F,G),
Ewa Demczuk-Włodarczyk^(D,G), Barbara Ciesielska^(B,C)**

*Katedra Fizjoterapii, Zakład Metod Kinezyterapii Akademii Wychowania Fizycznego, Wrocław
Department of Physiotherapy, Division of Kinesitherapeutic Techniques, University School
of Physical Education, Wrocław, Poland*

Ruchomość kręgosłupa w odcinku szyjnym oraz równowaga ciała u osób z chorobą przeciążeniową kręgosłupa *Mobility of cervical spine and postural equilibrium in patients with spinal overload syndrome*

Słowa kluczowe: choroba przeciążeniowa, kręgosłup, zakres ruchów
Key words: overload syndrome, spine, range of motion

STRESZCZENIE

Wstęp. Istota choroby przeciążeniowej kręgosłupa polega na stopniowym, wieloetapowym zużywaniu się elementów kręgosłupa na skutek oddziaływania przeciążeń przewyższających ich wytrzymałość, w warunkach obniżonych zdolności adaptacyjnych. Celem badań jest określenie zaburzeń ruchomości odcinka szyjnego kręgosłupa oraz wpływ choroby przeciążeniowej kręgosłupa na utrzymanie równowagi ciała.

Material i metody. Badania wykonano u 27 osób z objawami choroby przeciążeniowej kręgosłupa szyjnego. Do oceny równowagi ciała wykorzystano metodę stabilograficzną, dokonano również pomiaru zakresu ruchomości odcinka szyjnego kręgosłupa.

Wnioski. Wyniki badań ruchomości kręgosłupa wskazują na istnienie zaburzonej równowagi mięśniowej. U większości badanych występuje górny zespół skrzyżowania wg Lewita. Zaburzenia równowagi ciała mają charakter czynnościowy.

SUMMARY

Background. The spinal overload syndrome develops as a result of the gradual wearing away of the structural elements of the spine due to loads exceeding their endurance strength in the setting of reduced adaptability. The aim of the investigation was to study the limitation of mobility in the cervical spine and determine the effect of the spinal overload syndrome on postural equilibrium.

Material and methods. The study enrolled 27 patients with signs of overload of the cervical spine. Postural equilibrium was measured by stabilography. Range of motion in the cervical spine was also evaluated.

Conclusions. The investigations of spinal mobility indicate a disturbance of muscular equilibrium. Most of the patients suffered from Lewit's upper crossed syndrome. The disturbance of postural equilibrium is of functional origin.

Liczba słów/Word count: 3277

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 8

Piśmiennictwo/References: 14

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Tomasz Sipko

Zakład Kinezyterapii Akademii Wychowania Fizycznego

51-629 Wrocław, ul. Rzeźbiarska 4, tel./fax: (0-71) 347-36-39, e-mail: tsipko@wp.pl

Otrzymano / Received

16.11.2006 r.

Zaakceptowano / Accepted

28.03.2007 r.

WSTĘP

Zachowanie równowagi ciała jest możliwe dzięki wysoce skoordynowanemu współdziałaniu narządu równowagi z ośrodkami mózdzku i rdzenia kręgowego, aparatu ruchowego gałek ocznych oraz ośrodkami tworzącego pnia mózgu. Koordynacja wyrównawcza polega na reakcjach toniczno-odruchowych, dążących do utrzymania ciała w pozycji pionowej. Odruchy przedsionkowo-rdzeniowe są podstawą odpowiednich reakcji posturalnych mięśni szyi, tułowia, kończyn dolnych. Sprawność czuciowo-ruchowa narządu ruchu w takim ujęciu warunkuje powstanie właściwych reakcji równoważnych [1].

Choroba przeciążeniowa kręgosłupa polega na stopniowym, wieloetapowym zużywaniu się elementów kręgosłupa, na skutek oddziaływania przeciążeń przewyższających ich wytrzymałość, w warunkach obniżonych zdolności adaptacyjnych [2]. Powoduje to zaburzenia propriocepcji, ból, zwiększone napięcie mięśniowe i wtórne zaburzenia równowagi napięć mięśniowych.

Wadliwe obciążenie stawów międzywyrostkowych kręgosłupa, spowodowane asymetrią napięć mięśniowych, przebyte, urazowe przeciążenia stawów kręgosłupa, przeciążenia spowodowane pracą zawodową, w tym monotyppia ruchowa, prowadzą do zablokowania czynnościowych stawów kręgosłupa [2,3,4,5,6]. Stany przewlekłe wywołują dalsze objawy:

- przeciążenia i zmiany zwyrodnieniowe krążka międzykręgowego w danym segmencie,
- zaburzenia odżywcze i w ich następstwie zmiany zwyrodnieniowe w zablokowanym stawie,
- wyrównawczą nadmierną ruchomość sąsiadujących segmentów,
- zaburzenia ruchomości całego odcinka kręgosłupa z przykurczami i bolesnym napięciem mięśni przykręgosłupowych,
- odruchowe dolegliwości w tym: bóle głowy, zaburzenia równowagi, zaburzenia słuchu i wzroku – szum w uszach, osłabienie słuchu i ostrości widzenia [6].

W dyskopatii w odcinku szyjnym dolnym kręgosłupa ból umiejscowiony jest w okolicy karku, łopatek z promieniowaniem lub bez do kończyny górnej. Zmiany w odcinku szyjnym górnym mogą wywoływać nerwoból nerwu potylicznego lub usznego wielkiego, natomiast zmiany wytwórcze w obrębie stawów unkowatebrzalnych mogą powodować ucisk tętnic kręgowych i zaburzenia wegetatywne, co stanowi przyczynę migreny szyjnej, zawrotów głowy, zaburzeń wzroku i słuchu [5,6].

Założono, że choroba przeciążeniowa kręgosłupa prowadzi do ograniczenia ruchomości stawów. W związku z tym wpływa na nieprawidłowy rozkład napięć mięśniowych, a przez to wywołuje zaburzenia równowagi ciała. Celem pracy jest określenie czy zaburzenia równowagi ciała występują w warunkach braku kontroli wzrokowej pozycji stojącej, a także czy nasilają się po wykonaniu ruchu rotacji głową i szyją.

BACKGROUND

Maintenance of postural equilibrium is possible owing to highly coordinated interaction of the balance organ with cerebellar and spinal centres, oculomotor system and brain stem reticular formation. Compensatory coordination involves tonic reflex responses aiming at the maintenance of a vertical body position. The vestibulospinal reflexes lie at the basis of appropriate postural reactions of neck, trunk and lower limb muscles. Consequently, the sensorimotor efficiency of the locomotor system underlies the generation of adequate equilibrium reactions [1].

The spinal overload syndrome develops as a result of the gradual staged wearing away of the structural elements of the spine under loads exceeding their endurance strength in the setting of reduced adaptability [2]. This leads to disturbances of proprioception, pain, increased muscle tone and secondary disturbances of muscle tone balance.

Abnormal facet joint load due to muscle tone asymmetry, a history of injury-related spinal joint overload, and occupational overload, including repeated movements, lead to functional blockages of the spinal joints [2,3,4,5,6]. Chronic conditions of this type cause further signs and symptoms:

- overload and degenerative changes of the intervertebral disc in the affected segment,
- nutritional disorders resulting in degenerative changes in the blocked joint,
- compensatory hypermobility of the adjacent segments,
- limitation of mobility along the entire spine with contractures and painful, increased tone of the paravertebral muscles,
- reflex-induced complaints, including headaches, disturbances of postural equilibrium, hearing and vision disorders – tinnitus, impairment of hearing and visual acuity [6].

A lower cervical discopathy gives rise to pain felt in the nuchal and scapular area with or without radiation to the upper limb. Degenerative changes in the upper cervical spine may induce neuralgia of the occipital or greater auricular nerve, while proliferative changes in the uncovertebral joints may lead to vertebral artery compression and autonomic disturbances which cause cervical migraine, vertigo/dizziness, as well as hearing and vision disorders [5,6].

The authors of the present study assumed that the spinal overload syndrome leads to decreased joint mobility. This disturbs the balance of muscle tone, leading to disturbances of postural equilibrium. The aim of the study was to determine whether disturbances of postural equilibrium are present in the upright position without visual control and whether they intensify after head and neck rotation.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono u 27 pacjentów wieku od 45 do 55 lat, przebywających w Ośrodku Rehabilitacyjnym Creator we Wrocławiu. Na podstawie rozpoznania lekarskiego stwierdzono u 85% badanych – zmiany zwyrodnieniowe kręgosłupa, 15% dyskopatię szyjną, u 67% badanych stwierdzono występowanie obu rozpoznań.

74% badanych zgłaszało występowanie objawów zawrotów głowy, 52% zaburzenia widzenia, 22% zaburzenia słuchu, 26% osób badanych nie zgłaszało dolegliwości laryngologicznych.

Na podstawie badań ruchomości kręgosłupa według metodyki opisanej przez Rosławskiego i Skolimowskiego [7] zmierzono następujące zakresy ruchów czynnych kręgosłupa szyjnego:

- zginanie w przód i prostowanie w tył,
- zginanie w bok w lewo i prawo,
- rotacja głowy i szyi w lewo i prawo.

Wyniki badań porównano do istniejących norm [7,8].

Do oceny procesu regulacji równowagi ciała w pozycji stojącej wykorzystano metodę stabilograficzną [1]. Każda badana osoba stawała na stabilografie w postawie swobodnej, rozstawiając stopy na szerokość bioder. Eksperyment badawczy składał się z czterech prób:

1. Pomiaru stabilności ciała w pozycji stojącej swobodnej bez zakłóceń.
2. Pomiaru stabilności ciała z wyłączeniem kontroli wzrokowej pozycji stojącej.
3. Pomiaru stabilności ciała z wyłączeniem kontroli wzrokowej pozycji stojącej i wykonaniem ruchu rotacji głowy i szyi w lewo.
4. Pomiaru stabilności ciała z wyłączeniem kontroli wzrokowej pozycji stojącej i wykonaniem ruchu rotacji głowy i szyi w prawo.

Na podstawie otrzymanych wykresów stabilograficznych wyliczono zakresy wychwiał ciała w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej. Jest to odległość między ekstremalnymi punktami wychyleń krzywej stabilogramu. Im wartość tego parametru mniejsza tym proces regulacji równowagi ciała dokładniejszy. Zakresy w obu płaszczyznach wyznaczają obszar regulacji równowagi ciała i przemieszczania się siły nacisku stopami na podłoże.

Wyniki badań równowagi ciała i ruchomości kręgosłupa poddano analizie rozkładu częstości i przedstawiono porównawczo na wykresach. W analizie rozkładu zakresów ruchu dokonano podziału wyników na zakres ograniczony – hipomobilność, zakres nadmierny – hipermobilność oraz normę.

WYNIKI

Równowaga ciała

Na podstawie wykresów wielkości zakresu wychwiał ciała w warunkach kontroli wzrokowej w obu płaszczyznach, stwierdza się, że dominujący przedział wyników wynosi od 10-30 mm (78% badanych) (Ryc 1 i 2).

MATERIAL AND METHODS

The study enrolled 27 patients aged 45-55 years staying at the 'Creator' Rehabilitation Centre in Wrocław. Spinal degenerative changes were diagnosed in 85% of the patients, and cervical discopathy in 15%. Both diagnoses were present in 67% of them.

Vertigo/dizziness was reported by 74% of the patients, vision disorders by 52%, hearing disorders by 22%, while 26% of them did not report any laryngological problems.

On the basis of a method for the examination of spinal mobility described by Rosławski and Skolimowski (7), the following ranges of functional motion in cervical spine were measured:

- flexion (forward bending) and extension (backward bending)
- left and right lateral flexion
- left and right rotation of the head and neck

The results were compared with existing reference ranges [7,8].

The evaluation of postural equilibrium control in the upright position was performed with the use of the stabilographic method [1]. Each participant stood on the stabilograph assuming a relaxed stance, with the feet hip-width apart. The experiment consisted of four parts:

1. Measurement of postural stability in a relaxed upright position without postural disturbance
2. Measurement of postural stability without visual control of the upright position
3. Measurement of postural stability without visual control of the upright position following rotation of the head and neck to the left
4. Measurement of postural stability without visual control of the upright position following rotation of the head and neck to the right

The stabilographic recordings were then used to measure the range of body sway in the sagittal and frontal planes. The range of body sway is the distance between the extreme points of the stabilographic curve. The lower it is, the greater precision of the process of postural equilibrium regulation. The ranges in both planes determine the zone of postural equilibrium regulation and the sway of feet pressure on the ground.

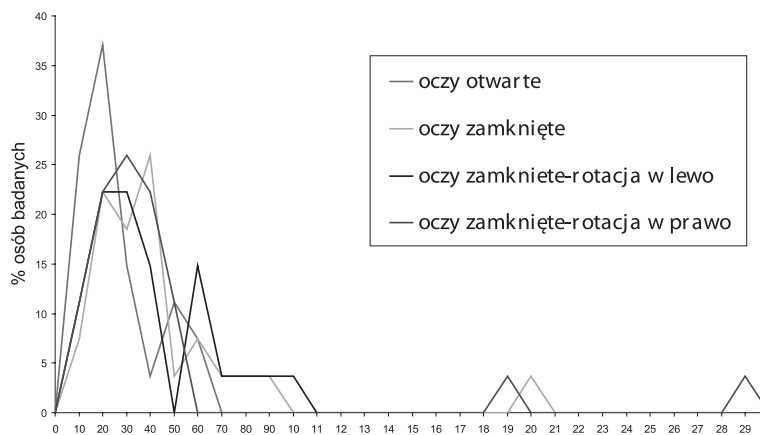
Study results concerning postural equilibrium and spine mobility were subjected to frequency analysis and compared in graphs. For the analysis of motion range distribution, the results were divided into hypomobile (limited range), hypermobile (excessive range) and normal range.

RESULTS

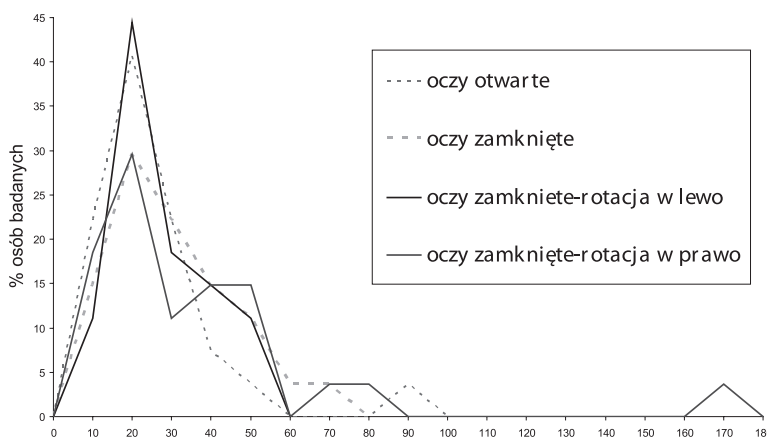
Postural equilibrium

The graphs of range of body sway under visual control in both planes revealed that the results predominantly fell between 10 and 30 mm (78% of the patients) (Fig. 1 and 2).

Abolition of visual control increases this parameter, particularly in the sagittal plane, with a minor increase in the frontal plane.



Ryc. 1. Rozkład procentowy zakresu wychwiał ciała w płaszczyźnie strzałkowej [mm]
 Fig. 1. Distribution range of body sway in sagittal plane [mm]



Ryc. 2. Rozkład procentowy zakresu wychwiał ciała w płaszczyźnie czołowej [mm]
 Fig. 2. Distribution range of body sway in frontal plane [mm]

Wyłączenie kontroli wzrokowej powoduje zwiększenie wielkości tego parametru, zwłaszcza w płaszczyźnie strzałkowej. W płaszczyźnie czołowej zwiększenie jest nieznaczne.

Utrudnienie utrzymania równowagi poprzez wykonanie ruchu rotacji, przy wyłączeniu kontroli wzrokowej, powoduje zwiększenie zakresu wychwiał, zwłaszcza w płaszczyźnie strzałkowej, po wykonaniu ruchu rotacji w lewo (25% badanych), natomiast w płaszczyźnie czołowej po wykonaniu rotacji w prawo (42% badanych).

Analiza wyników wskazuje, że w badanej grupie są osoby, u których wyłączenie kontroli wzrokowej powoduje bardzo duże zwiększenie wielkości zakresu wychwiał ciała w obu płaszczyznach, zwłaszcza przy rotacji w prawo (Ryc 1 i 2).

Ruchomość kręgosłupa w odcinku szyjnym

Analiza wyników zakresów ruchu zginania w przód wskazuje, że jedynie 11% badanych osiąga normę, pozostałe 89 % badanych cechuje się ograniczeniem ruchomości (Ryc. 3).

Wyniki badań zakresu ruchu prostowania głowy w tył kształtują się odmiennie. 52% osób badanych osiąga nor-

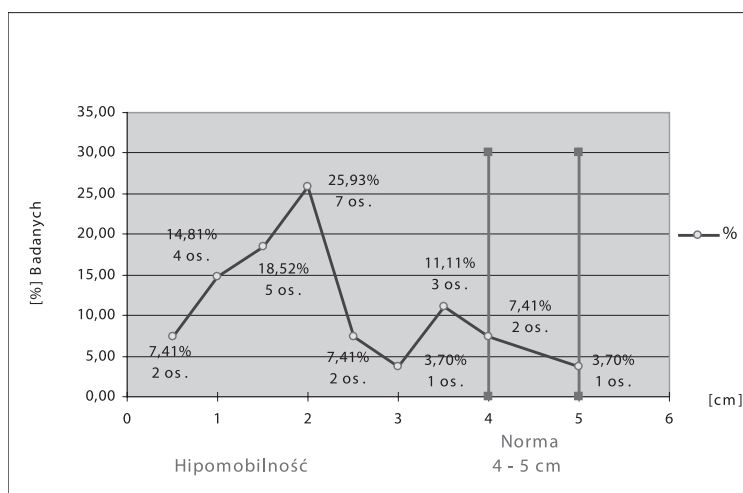
mal range of motion when the maintenance of postural equilibrium was made more difficult due to head rotation without visual control, the range of body sway increased, especially in the sagittal plane after left rotation (25% of the patients) and in the frontal plane after right rotation (42% of the patients)

Analysis of these data indicated that, without visual control, some patients in the study group experienced a substantial increase in body sway range in both planes, especially during right rotation (Fig. 1 and 2).

Mobility of cervical spine

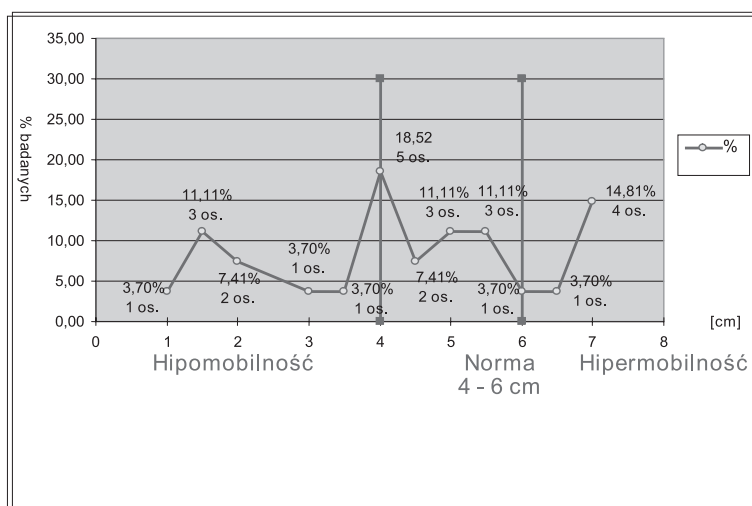
Analysis of the range of forward body flexion indicated that only 11% of the patients maintained a normal range of motion while the remaining 89% had limited mobility (Fig. 3).

Head extension results were different, with normal values recorded for 52% of the patients, and others being



Ryc. 3. Rozkład procentowy zakresu ruchu zginania głowy i szyi [cm]

Fig. 3. Distribution range of motion of flexion head and neck [cm]



Ryc. 4 Rozkład procentowy zakresu ruchu prostowania głowy i szyi [cm]

Fig. 4. Distribution range of motion of extension head and neck [cm]

mę, pozostałe osoby cechuje hipomobilność (30%) oraz hipermobilność (18%) (Ryc. 4).

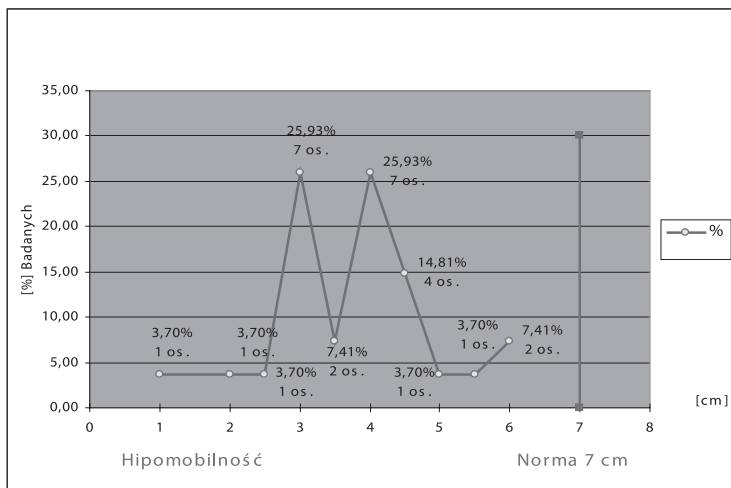
Analiza wielkości zakresu ruchu zginania głowy i szyi w bok w lewo, wskazuje, że 100% badanych cechuje się ruchem ograniczonym, żadna z badanych osób nie osiągnęła normy (Ryc. 5). Wyniki badań zakresu ruchu zginania głowy i szyi w bok w prawo kształtują się podobnie jak skłonu w bok w lewo, 100% badanych cechuje się ograniczeniem zakresu ruchu (Ryc. 6).

Analiza wielkości zakresu ruchu rotacji głowy i szyi w lewo wskazuje, że 52% badanych osiąga normę, pozostałe osoby cechują się ruchem ograniczonym (29%) oraz nadrucznością 19% (Ryc. 7). Podobnie kształtują się wyniki rotacji głowy i szyi w prawo, 59% badanych osiąga normę zakresu ruchu, natomiast 22% cechuje się hipomobilnością i 19% hipermobilnością (ryc. 8).

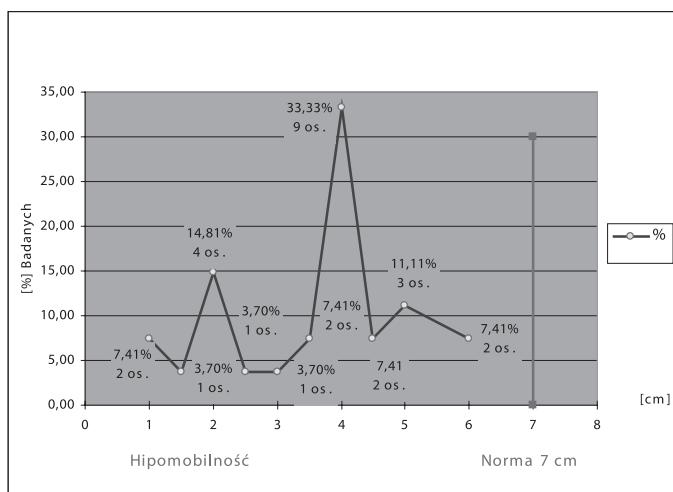
hypomobile (30%) and hypermobile (18%) (Fig. 4).

Analysis of the range of left lateral head and neck flexion indicated that 100% of the patients had a limited movement range and no one maintained the normal range of motion (Fig. 5). The results for right lateral head and neck flexion were similar to left lateral flexion data: 100% of the patients had a limited range of movement (Fig. 6).

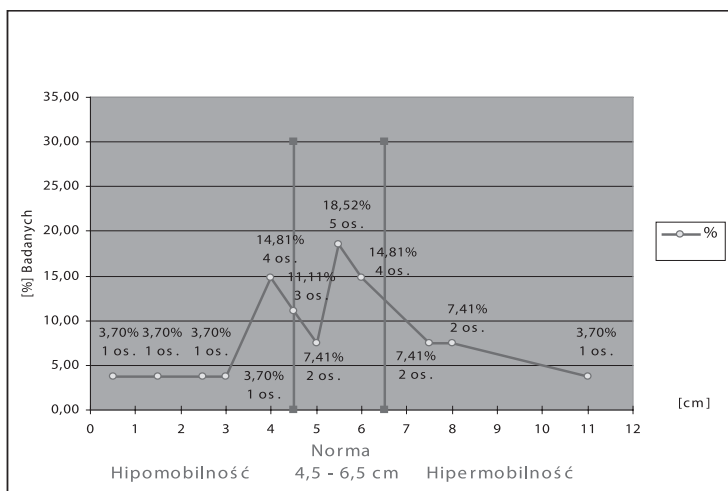
Analysis of the range of head and neck rotation to the left indicated that 52% of the patients demonstrated a normal range of motion, while other patients had limited movement range (29%) or were hypermobile (19%) (Fig. 7). The results were similar for head and neck rotation to the right, with 59% of the patients demonstrating a normal range of motion, with 22% hypomobile and 19% hypermobile patients (Fig. 8).



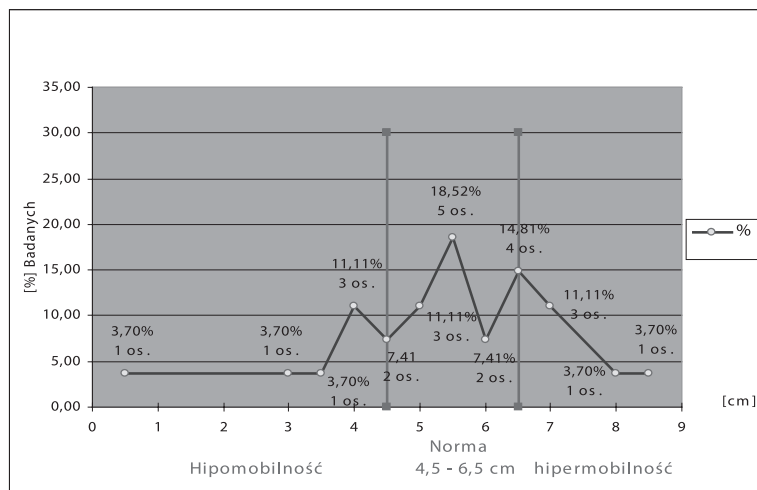
Ryc. 5. Rozkład procentowy zakresu ruchu skłonu w bok w lewo [cm]
 Fig. 5. Distribution range of motion of bending head and neck in left [cm]



Ryc. 6 Rozkład procentowy zakresu ruchu skłonu w bok w prawo [cm]
 Fig. 6. Distribution range of motion of bending head and neck in right [cm]



Ryc. 7. Rozkład procentowy zakresu ruchu rotacji głowy i szyi w lewo [cm]
 Fig. 7. Distribution range of motion of rotation head and neck in left [cm]



Ryc. 8. Rozkład procentowy zakresu ruchu rotacji w prawo [cm]

Fig. 8. Distribution range of motion of rotation head and neck in right [cm]

DYSKUSJA

Wyniki badań zakresu ruchomości odcinka szyjnego kręgosłupa kształtują się odmiennie w zależności od wykonywanego ruchu. Na podstawie przedstawionych wyników badań stwierdza się, że ruchy ograniczone to przede wszystkim zginanie głowy i szyi w przód oraz zginanie do obu boków. Takie ograniczenie ruchomości może wynikać z bólu, zwiększonego napięcia mięśni tonicznych tej okolicy – mięśnia czworobocznego części zstępującej oraz mięśni dźwigaczy łopatek. Przybliżenie przyczepów tych mięśni powoduje uniesienie obręczy barkowej ku górze, wysunięcie głowy i barków do przodu. Stwierdzone zmiany są odpowiednikiem górnego zespołu skrzyżowania według Lewita [2,3,4]. Ograniczenie ruchomości i elastyczności tych mięśni ma wpływ na zaburzenia gry ślizgowej w stawach międzywyrostkowych kręgosłupa szyjnego, wywołując opisane we wstępie zablokowania czynnościowe i objawy laryngologiczne. Według badań Thomas [9] występuje zależność między ograniczeniem ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa a bólem tej okolicy (n=328), co może potwierdzać opisany powyżej mechanizm. Według badań Lee [10] ograniczenie ruchomości odcinka szyjnego kręgosłupa oraz obniżona wytrzymałość mięśni tej okolicy występuje również u osób z subklinicznymi objawami bólu, co należy uznać za wczesne wskaźniki rozwoju zespołu bólowego karku.

Wyniki badania równowagi ciała różnią się zależności od wykonanej próby. Wyniki stabilności ciała w warunkach kontroli wzrokowej (próba 1) nie odbiegają od wyników osób zdrowych [11,12]. Można więc przypuszczać, że w warunkach kontroli wzrokowej informacje z narządu wzroku spełniają rolę dominującą oraz kompensacyjną. Wyłączenie kontroli wzrokowej (próba 2) powoduje zwiększenie wychwiań ciała. Zasadniczą rolę w utrzymywaniu równowagi ciała spełniają wówczas narządy przedsionkowe oraz czucie somatosensoryczne [1]. Przypuszcza się, że choroba przeciążeniowa kręgosłupa wpływa na zaburzenia czucia somatosensorycznego. Potwierdzają to wyniki ba-

DISCUSSION

The results concerning mobility of the cervical spine varied with the actual movement performed. A limited range of motion was seen primarily on forward flexion of the head and neck and lateral flexion to the left and right. This pattern of limitation of mobility could be due to pain, increased tone of tonic muscles in this region (the levators scapulae and the descending part of the trapezius muscle). When the attachments of these muscles are brought closer to each other, there is an elevation of the shoulder girdle and protrusion of the head and shoulders. The observed changes are compatible with Lewit's upper crossed syndrome [2,3,4]. The limitation of mobility and flexibility of those muscles leads to disturbances of joint play in cervical facet joints, thus causing the functional blockages and laryngological signs and symptoms described in the introduction. Thomas [9] states that there is a connection between limitation of lumbar spine mobility and pain in this region (n=328), which can confirm the mechanism described above. Lee [10] observed that a limitation of cervical spine mobility and reduced muscle endurance in this region can also be seen in patients with subclinical pain, which should be perceived as the early signs of a neck pain syndrome.

The results of the postural equilibrium examinations varied with each test. Postural stability results under visual control (test 1) were similar to those seen in healthy individuals [11,12]. Thus it can be assumed that, under visual control, information from the organ of vision plays a dominant and compensatory role. The elimination of visual control (test 2) leads to increased body sway. In this setting, the vestibular organs and somatosensory perception play an essential role in the maintenance of postural equilibrium [1]. It is assumed that the spinal overload syndrome disturbs of somatosensory perception, and this was confirmed by the results of the third test. Head and neck rotation without visual control of the upright position substantially impaired the efficiency of equilibrium reactions.

dań w próbie 3. Wykonanie ruchów rotacji głowy i szyi, w warunkach braku kontroli wzrokowej pozycji stojącej, znacznie pogarsza sprawność reakcji równoważnych. Może być to spowodowane bólem, który występuje podczas ruchu, a także zaburzeniem układu czuciowo-ruchowego kręgosłupa szyjnego. Podobną obserwację stwierdzono w badaniach Gill [13], osoby z chronicznymi bólami kręgosłupa lędźwiowego charakteryzują się istotną różnicą w czuciu proprioceptywnym w porównaniu do osób bez dolegliwości. Stwierdzone zaburzenia równowagi ciała podczas wykonania ruchu wskazują raczej na czynnościowy ich charakter. Wyniki badań własnych potwierdzają doniesienia innych autorów, że kręgosłup, zwłaszcza w odcinku szyjnym jest zaangażowany w kontrolę utrzymywania równowagi ciała [5,6,7,14].

WNIOSKI

1. Choroba przeciążeniowa kręgosłupa szyjnego powoduje ograniczenie ruchomości stawów i powstanie zespołu górnego skrzyżowania według Lewita.
2. Stwierdza się występowanie zaburzeń równowagi ciała u pacjentów z chorobą przeciążeniową kręgosłupa szyjnego po wyłączeniu kontroli wzrokowej, a także po wykonaniu ruchu rotacji głowy i szyi.

This could be caused by pain connected with the movement, or by a disturbance of cervical spine sensorimotor system. Gill [13] made a similar observation: proprioception in patients suffering from chronic lumbar spine pain was significantly different than in healthy individuals. The movement-related disturbance of postural equilibrium observed in our study was probably of functional origin. Our results confirm the reports of other authors that the spine, and especially cervical spine, is involved in the control of postural equilibrium [5,6,7,14].

CONCLUSIONS

1. The spinal overload syndrome is associated with limitation of articular mobility and the development of Lewit's upper crossed syndrome
2. Patients with the cervical spine overload syndrome develop disturbances of postural equilibrium following elimination of visual control and after head and neck rotation.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Winter D.: Human balance and posture control during standing and walking. *Gait and Posture* 1995; 3: 193-214.
2. Stodolny J.: Zespoły anatomiczno-czynnościowe kręgosłupa, ich funkcja i znaczenie w mechanizmach powstawania i profilaktyce przeciążeń. *Medycyna Sportowa* 2001; 114 (17): 27-30.
3. Stodolny J.: Zespoły anatomiczno-czynnościowe kręgosłupa i ich funkcja i znaczenie w mechanizmach powstawania i w profilaktyce przeciążeń. *Medycyna sportowa* 2000; 113: 12-16.
4. Lewit K.: *Terapia manualna w rehabilitacji chorób narządu ruchu*. Kielce: ZL-Natura; 2001.
5. Kwolek A., Szydełko M., Kołodziej K.: Wytyczne postępowania w zespole bólowym kręgosłupa szyjnego. *Postępy Rehabilitacji* 2004; 18 (3): 23-26.
6. Arkuszewski Z.: Zawroty głowy i oczopląs pochodzenia kręgosłupowego. *Postępy Rehabilitacji* 1997; IX (2): 23-28
7. Rosłowski A., Skolimowski T., *Badanie czynnościowe w kinezyterapii*, AWF, Wrocław 1985.
8. Kilar J. Z., Liziś P., *Leczenie ruchem część I badanie narządu ruchu w rehabilitacji*, Kasper, Kraków 1996.
9. Thomas E. i wsp.: Association Between Measures of Spinal Mobility and Low Back Pain. *Spine* 1998; 23 (3): 343-347
10. Lee H. Nicholson L. Adams R.: Cervical Range of Motion Associations With Subclinical Neck Pain. *Spine* 2004; 29 (1): 33-40.
11. Sienkiewicz H.: Porównanie przebiegów stabilogramów u człowieka utrzymującego równowagę ciała po wyłączeniu niektórych receptorów. *Człowiek i Ruch*; 2001, 2 (4): 39-50.
12. Sipko T., Skolimowski T., Ostrowska B., Anwjler J.: Wpływ chwilowej i trwałej utraty kontroli wzrokowej położenia ciała w przestrzeni na proces regulacji równowagi ciała w pozycji stojącej. *Fizjoterapia* 1997; 5 (2): 11-16
13. Gill K. i wsp.: The Measurement of Lumbar Proprioception in Individuals With and Without Low Back Pain. *Spine* 1998; 23 (3): 371-377.
14. Kwolek A.: Wybrane zagadnienia z budowy części szyjnej kręgosłupa. *Postępy Rehabilitacji* 1997; XI (2): 7-14.