

Ocena oddziaływania ortezy dynamicznej „Dunag 02” na mięśnie kończyn dolnych w czasie chodu dziecka z hipotonią i bezładem ruchowym

Assessment of the impact of dynamic orthosis “Dunag 02” on muscles of the lower limbs during gait in children with hypotonia and ataxia

Nr DOI: 10.2478/physio-2013-0046

Monika Małachowska-Sobieska^{1,5}, Ewa Demczuk-Włodarczyk¹, Krzysztof Wronecki², Tadeusz Skolimowski¹, Robert Kwiatkowski³, Beata Skolimowska¹, Łukasz Staniszewski⁴

¹ Katedra Fizjoterapii i Terapii Zajęciowej, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław
Department of Physiotherapy and Occupational Therapy, University School of Physical Education, Wrocław

² Katedra Fizjoterapii i Terapii Zajęciowej w Dysfunkcjach Narządu Ruchu, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław
Department of Physiotherapy and Occupational Therapy in Dysfunction of Motor Organs, University School of Physical Education, Wrocław

³ STECROM Ośrodek Hipoterapii i Rehabilitacji dla Dzieci Niepełnosprawnych, Stobno
STECROM Hippotherapy and Rehabilitation Centre for Children with Disabilities, Stobno

⁴ NZOZ „Otto Prodent”, Wrocław
NZOZ “Otto Prodent”, Wrocław

⁵ Ośrodek Hipoterapii i Terapii NDT-Bobath, Bukowina
Hippotherapy and NDT-Bobath Therapy Centre, Bukowina

Streszczenie

Oprócz metod głównych wykorzystywanych do kształtowania prawidłowych wzorców postawno-lokomocyjnych u dzieci z deficytami neurologicznymi istnieje wiele metod wspomagających usprawnianie. Jedną z nich jest stosowanie ortezy dynamicznej „Dunag 02”. Celem badań była ocena oddziaływania ortezy dynamicznej „Dunag 02” na mięśnie kończyn dolnych dziecka z hipotonią oraz hipotonią i bezładem ruchowym podczas funkcji chodu. W badaniach uczestniczyły dwie dziewczynki: 5-letnia z hipotonią i bezładem ruchowym oraz 15-letnia z zespołem mózdko-ko wym. Oceny działania ortezy dynamicznej „Dunag 02” dokonano na podstawie elektromiografii (EMG) globalnej. U 5-letniej dziewczynki z hipotonią i bezładem ruchowym użycie ortezy dynamicznej „Dunag 02” wpłynęło wyciszająco na bezład ruchowy i pozwoliło na większą stabilność postawy, a u 15-letniej dziewczynki z zespołem mózdkowym miało wpływ na poprawę aktywności i funkcji.

Słowa kluczowe: hipotonia, zespół mózdkowy, dynamiczna orteza „Dunag 02”, elektromiografia

Abstract

In addition to the standard methods used to form the correct postural and locomotional patterns in children with neurological deficits, there are many methods to support the improvement. One of them is use of the dynamic orthosis “Dunag 02”. The aim of the study was to evaluate the impact of the dynamic orthotic “Dunag 02” on muscles of lower limbs in children with hypotonia and ataxic gait. The study involved two girls: 5-year-old with hypotonia and ataxia and a 15-year-old with a cerebellar syndrome. Evaluation of performance of the dynamic orthosis “Dunag 02” was based on “global” electromyography (EMG). In case of the 5-year-old girl with hypotonia and ataxia, use of the dynamic orthosis “Dunag 02” had a moderate effect on ataxia and allowed for greater postural stability, and in 15-year-old girl with cerebellar syndrome, activity and functions were improved.

Key words: hypotonia, cerebellar syndrome, dynamic orthosis “Dunag 02”, electromyography

Wprowadzenie

Dla dzieci z hipotonią i bezładem ruchowym typowe jest globalnie obniżone napięcie mięśniowe oraz zaburzenie równowagi. Wykonywane ruchy dowolne sprawiają wrażenie nie-

Introduction

In children with hypotonia and ataxia, it is typical to find globally reduced muscle tone and imbalance. Performed voluntary movements seem clumsy and uncoordinated, accompa-

zdanych i nieskoordynowanych, towarzyszą im drżenia kończyn. Ruchy zamiarowe cechuje dysmetria, są one nieprecyzyjne. Charakterystyczny obraz kliniczny hipotonii jest szeroko podejmowany w literaturze [1-5].

Oprócz metod głównych wykorzystywanych do kształtowania prawidłowych wzorców postawno-lokomocyjnych istnieje wiele metod wspomagających. Taką właśnie metodą jest stosowanie funkcjonalnej (dynamicznej) ortozy „Dunag 02”. Dzięki systemowi elastycznych naciągów koryguje ona postawę i wspomaga proces sterowania kompensacją. Funkcjonalność ortozy ułatwia i koryguje ruchy dziecka, pozwala na symetryczną stymulację i zmianę warunków biomechanicznych, zapobiegając tym samym rozwojowi nieodwracalnych zmian strukturalnych w aparacie ruchu. Ponadto wpływa na jakość doznań zmysłowych, a więc właściwą integrację sensomotoryczną. Stosowanie dynamicznej ortozy ze względu na różnicowanie występujących zaburzeń wymaga indywidualnego podejścia do każdego pacjenta [6-8].

Celem badań była ocena oddziaływania dynamicznej ortozy „Dunag 02” na mięśnie kończyn dolnych dziecka z hipotonią oraz hipotonią i bezładem ruchowym podczas chodu. Posłużono się elektromiografią (EMG), będącą badaniem czynności bioelektrycznej mięśni [9].

Opis przypadków

Pięcioletnia dziewczynka z hipotonią i bezładem ruchowym

Dziewczynka urodziła się przez cięcie cesarskie latem 2004 r. Jej waga urodzeniowa wynosiła 3100 g, otrzymała 8 pkt. w skali Apgar. W chwili urodzenia stwierdzono u dziecka obniżone napięcie mięśniowe. W 8. godzinie po porodzie wystąpiły drgawki, sinica. Dziewczynka została wypisana ze szpitala w 11. dobie. Po 2 tygodniach od wypisu ze szpitala ponownie wystąpiły u niej drgawki i trafiła na oddział neurologii dziecięcej. Wyniki badań diagnostycznych wykazały stan po wylewie dokomorowym z cechami patologii w obrazie EEG. Włączono leki przeciwpadaczkowe. Od chwili leczenia przeciwpadaczkowego narastało obniżenie globalnego napięcia mięśniowego. Próba trakcyjna dziecka była ujemna. Wykazano bardzo słaby asymetryczny podpór w leżeniu przodem. Lekarz rehabilitacji medycznej zlecił rehabilitację dziecka metodą NDT-Bobath. W styczniu 2005 r. (7. m.ż.) w czasie badania kontrolnego lekarz rehabilitacji medycznej odnotował: padaczka lekooporna, bardzo słaby postęp rozwoju, pogorszenie stanu neurofizjologicznego po kolejnych napadach epilepsji; globalna hipotonia, próba trakcyjna ujemna, nie ciągnie główki, bardzo słaby podpór w leżeniu przodem, słaba stabilizacja główki w pozycji pionowej. W czerwcu 2005 r. (12. m.ż.) nadal obserwowano słaby rozwój neurofizjologiczny i globalną hipotonię. W 13. m.ż. opis neurologa dziecięcego był następujący: napady epilepsji występują kilka razy w miesiącu (2-3), w postaci krótkich zwrótów gałek ocznych do góry i rozrzucenia rąk. Przedmiotowo stwierdzono, że obwód głowy wynosi 45 cm, mimika twarzy jest symetryczna, dziecko ma zez rozbieżny oka lewego, a jego źrenica lewa jest nieco szersza. Dziewczynka nadmiernie się ślini. W pozycji leżącej tyłem prostej lewą kończynę górną, prawą zgina, kończyny dolne unosi, wkłada do buzi stopy, chętniej prawą. Z leżenia tyłem przewraca się do leżenia przodem przez prawą stronę. W pozycji leżenia przodem jest niestabilna, słabo unosi klatkę piersiową, lewa strona wydaje się słabsza. Napięcie mięśniowe jest niskie. Obserwowane są odruchy głębokie wygórowane, skokowy polikloniczny po stronie prawej. W 2006 r. (18. m.ż.) z opisu lekarza rehabilitacji medycznej wynika, że dziewczynka nie sie-

nied by limbs tremor. Intentional movements show dysmetria, they are imprecise. Characteristic clinical hypotonia is widely undertaken in literature [1-5].

In addition to the standard methods used to form the correct postural and locomotional patterns in children with neurological deficits, there are many methods to support the improvement. One of those methods is the use of functional (dynamic) orthosis “Dunag 02”. Thanks to the flexible connectors system it corrects posture and supports compensation control process. Orthosis functionality supports and adjusts the child’s movements, allows for symmetrical stimulation and change of biomechanical conditions, thus preventing the development of irreversible structural changes in locomotor system. In addition, it affects the quality of sensations, and so the right sensorimotor integration. Use of the dynamic orthosis because of the diversity of problems, requires an individual approach to each patient [6-8].

The aim of the study was to evaluate the impact of the dynamic orthosis “Dunag 02” on muscles of lower limbs in children with hypotonia and ataxic gait. Electromyography (EMG) was used, an investigation of bioelectrical activity of muscles [9].

Description of cases

5-year old girl with hypotonia and ataxia

The girl was born by C-section in the summer of 2004. Her birth weight was 3100 g, she received 8 points in the Apgar score. At birth, reduced muscle tone was diagnosed. 8 hours after birth, convulsions and cyanosis occurred. The girl was discharged from hospital after 10 days. After 2 weeks after discharge from the hospital, seizures reoccurred and she was taken to the child neurology department. Results of diagnostic tests showed the state after intraventricular haemorrhage with pathological features in the EEG image. Anti-epileptic drugs were prescribed. From the launch of antiepileptic treatments, global reduction of muscle tone was increasing. Traction test was negative. Very weak asymmetric support has been demonstrated while lying face down. Doctor ordered NDT-Bobath method rehabilitation for the child. In January 2005 (7 months after birth) during the follow-up examination for medical rehabilitation, doctor noted: drug-resistant epilepsy, very slow progress of development, deterioration of neurophysiologic condition after successive attacks of epilepsy; global hypotonia, traction test negative, does not pull the head, very weak support when lying faced down, weak stabilization of the head in an upright position. In June 2005 (12 months after birth) weak global neurophysiologic growth and hypotonia were still observed. 13 months after birth, paediatric neurologist description was as follows: epilepsy seizures occur few times a month (2-3), in the form of eyes rolling up briefly and spreading hands. The committee found that head circumference is 45 cm, facial expressions are symmetric, the child has esotropia of the left eye and the left pupil is slightly wider. The girl drools excessively. In the lying position on back, she straightens the left upper limb, bends the right, lifts the lower limbs, puts feet (preferably right) into the mouth. From lying back rolls over right to lying face down. When lying face down she is unstable, poorly lifts the chest, the left side seems to be weaker. Muscle tone is low. Increased (deep tendon) reflexes observed, ankle clonus on the right side. In 2006 (18 months after birth) description of the medical rehabilitation doctor says, that the girl is not sitting, not crawling, it has poor contact with the

dzi, nie raczkuje, ma słaby kontakt z otoczeniem. W 24. m.ż. po szczepieniu wystąpił u niej ostry atak epilepsji. W 28. m.ż. dziecko ustawione w siadzie utrzymuje tę pozycję, samodzielnie nie siada. W 29. m.ż. dziewczynka siedzi i siada samodzielnie, przyjmuje pozycję do raczkowania, lecz nie raczkuje, samodzielnie nie wstaje i nie stoi, chwilę stoi z pomocą, nie chodzi samodzielnie ani z pomocą. Dziecko nie mówi, a jego rozwój umysłowy jest zwolniony. Zalecono rehabilitację NDT-Bobath, hipoterapię i kontakt z logopedą oraz pedagogiem. W 2007 r. (3 lata) w opisie lekarz rehabilitacji medycznej odnotował znacznie zwolniony rozwój psychoruchowy, padaczkę nadal lekooporną, która utrudnia postęp w rozwoju psychoruchowym, oraz słaby kontakt z otoczeniem. Pozostałe obserwacje były następujące: dziewczynka samodzielnie siedzi i siada, w pozycji siedzącej występuje u niej pogłębiona lordoza lędźwiowa; raczkuje, ale nieprawidłowo; postawiona przy meblach, chwilę stoi; globalnie obniżone napięcie mięśniowe; osłabienie mięśni szczególnie strony prawej z napadami drgawek przeważnie po stronie prawej; kończyny górne silniejsze od kończyn dolnych. Zalecono kontynuację kompleksowej rehabilitacji. W wieku 3,5 r. dziecko samodzielnie wstaje przy meblach. Zaczyna interesować się otoczeniem. Po raz pierwszy uczestniczyło w turnusie rehabilitacyjnym w Złotowie, gdzie zastosowano dynamiczną ortezę „Dunag 02”. W połowie 2008 r. (4 lata) epilepsja jest nadal lekooporna, napady padaczkowe występują 2 razy w ciągu dnia. Kontakt z dziewczynką jest coraz lepszy. Raczkuje nieprawidłowo. Stabilizację tułowia ma nadal słabą. Stoi chwilę przy meblach, prowadzona kroczy. Poprawiła się napiętność chodu. Z początkiem roku 2009 zauważono mniejszą częstotliwość napadów padaczkowych. Lekarz rehabilitacji medycznej stwierdził stały powolny postęp rozwoju ruchowego, słabszy umysłowego (dziecko nie mówi, nie sygnalizuje potrzeb fizjologicznych). Zaobserwował, że dziewczynka stoi przy meblach, jednak dość szybko się męczy, wykazuje niewydolność podporową kończyn dolnych i przechodzi do siadu, chodzi z pomocą, a chód jest powolny, ma coraz lepszą stabilizację tułowia. Zalecono oprócz dotychczasowej kompleksowej rehabilitacji dynamiczną ortezę „Dunag 02”. Dziecko było na drugim turnusie rehabilitacyjnym w Złotowie, gdzie stosowano dynamiczną ortezę „Dunag 02”. Z końcem 2009 r. (5 lat) dziewczynka nadal nie mówi, ciągle obserwuje się u niej znaczną wiotkość mięśni i stawów z nadrucliwością i tendencją do przeprostów w stawach kolanowych lub ich koślawieniem, szczególnie prawego. U dziecka występuje hipotonia globalna (bardzo niskie napięcie mięśniowe osiowe i obwodowe), bezład ruchowy, drżenie całego ciała i zez rozbieżny. Nadal stwierdza się brak funkcji samodzielnego stania, a chód jest wyłącznie wspomagany i powolny.

Podczas chodu w dynamicznej ortezie „Dunag 02” w trakcie badania EMG zastosowano upięcie grawitacyjne tułowia i kończyn dolnych.

environment. At 24 months of age, after vaccination, the acute attack of epilepsy occurred. At 28 months of age, child put in sitting position maintains it, but does not sit down on her own. At 29 months of age, girl sits on her own, takes a position to crawling, but doesn't crawl, doesn't stand up on her own and is not standing, while can stand for a moment with help, doesn't walk on her own or with help. Child does not speak, and her mental development is inhibited. NDT-Bobath rehabilitation was recommended, along with the hipotherapy, and contact with a speech therapist and educationalist. In 2007 (3 years) in the description of medical rehabilitation, physician reported considerably retarded psychomotor development, drug-resistant epilepsy that inhibits progress in the psychomotor development and poor contact with the environment. Other observations were as follows: girl sits down and is sitting on her own, deep lumbar lordosis occurs while sitting; she's crawling, but incorrectly; she stands for a moment using the furniture; globally decreased muscle tone; muscle weakness, particularly in the right side of the body, seizures predominantly on the right side; upper limbs stronger than the lower limbs. Continuation of comprehensive rehabilitation was recommended. At the age of 3.5 years, child could stand up on its own if placed by the furniture. Became interested in the environment. For the first time participated in a rehabilitation batch in Złotowo, where the dynamic orthosis „Dunag 02” was used. In mid-2008 (4 years) epilepsy was still drug-resistant, seizures occurred 2 times a day. Contact with girl was getting better. Crawling incorrect. Stabilization of the torso was still weak. She could stand for a moment using furniture, walked if guided. Gait alternation occurred. At the beginning of 2009, a lower frequency of epileptic seizures was noted. Medical rehabilitation doctor stated continuous slow progression of motor development, weaker mental development (child did not speak, did not indicate physiological needs). He observed that the girl was standing by the furniture, but gets tired quite quickly, has an insufficiency of support of the lower limbs and moves to the sitting position, gait is slow, stabilization of the torso is getting better. In addition to the existing comprehensive rehabilitation, use of the dynamic orthosis “Dunag 02” was recommended. The child participated in second rehabilitation batch in Złotowo, where the dynamic orthosis “Dunag 02” was used. At the end of 2009 (5 years old) girl still didn't speak, showed laxity of muscles and joints with hyperactivity and a tendency to knee hyperextension or knock-knee, especially the right one. Child had a global hypotonia (very low axial and peripheral muscle tone), locomotor ataxia, tremor of the whole body and esotropia. Still, there was no self-standing observed, and gait was slow and assisted.

While walking in the dynamic orthosis “Dunag 02” during the EMG study, gravitational fastening of the torso and lower limbs was used.

Piętnastoletnia dziewczynka z zespołem mózdkowym

Dziewczynka urodzona przez cięcie cesarskie latem 1996 r., otrzymała 10 pkt w skali Apgar. Rozwijała się prawidłowo. W 1999 r., około 3 r.ż., zaczęły się bóle głowy, kończyn, brzucha i pojawiły się nocne wymioty. Po upływie miesiąca do wymiotów dochodziło również w ciągu dnia, po czym nasiliły się i występowały codziennie. Następnie zauważono u dziewczynki stany silnego lęku. Wyniki badań w kierunku procesu nowotworowego okazały się ujemne. Po upływie kolejnych 2 miesięcy zaobserwowano zaburzenia chodu, potykanie się. W październiku 1999 r. dziewczynka przestała chodzić oraz mówić. Została przyjęta na oddział neurologii z podejrzeniem uszkodzenia mózdku, jednak wynik tomografii

15-years old girl with cerebellar syndrome

The girl was born by C-section in the summer of 1996, she received 10 points in the Apgar score. She developed properly. In 1999, approximately in the third year of life, headaches, limbs and abdomen pain appeared along with vomiting at nights. After a month, vomiting occurred also during the day, then increased and occurred every day. Then severe anxiety was observed in the girl. Results of tests for the cancer turned out to be negative. After another two months, abnormal gait with stumbling was observed. In October 1999, the girl stopped to walk and talk. She was admitted to the neurology department with suspected damage to the cerebellum, but computer tomography did not

komputerowej nie potwierdził tego. Rozpoczęto leczenie steroidowe Encortonem, następnie antybiotykiem z powodu infekcji gardła i uszu. W celu diagnostyki dziewczynkę przekazano do Instytutu „Pomnik–Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie. Rozpoczęto obserwację w kierunku postępującego procesu OUN o niejasnej etiologii pod postacią zespołu mózdzkowego (E88). Badanie RMJ wykonane w listopadzie 1999 r. wykazało cechy zaawansowanego zaniku półkul i robaka mózdzku. Rozpoczęto systematyczną kompleksową rehabilitację i steroidoterapię. Stan kliniczny z marca 2000 r. (4. r.ż.) lekarz rehabilitacji medycznej przedstawił następująco: dziewczynka mówi znacznie lepiej, występuje u niej osłabienie mięśni tułowia i kończyn dolnych, chodzi prowadzona za rękę, na całych stopach, siedzi dość dobrze. Opisując stan kliniczny z kwietnia 2000 r., neurolog dziecięcy odnotował: obwód głowy dziecka – 50,5 cm, nerwy czaszkowe symetryczne, obustronnie drobnouderzeniowy oczopląs poziomy przy skrajnych wychyleniach, źrenice równe; występują cechy niezborności w próbach palec–nos, próby Romberga dziewczynka nie wykonuje; napięcie mięśniowe obniżone; odruchy głębokie w kończynach górnych w granicach normy, kolanowe bardzo słabe, skokowe polikloniczne; chód chwiejny na szerokiej podstawie z pomocą. Zdiagnozowano zespół mózdzkowy. Dziecko obserwowano w kierunku postępującej choroby zwyrodnieniowej OUN. W lipcu 2000 r. lekarz rehabilitacji medycznej wskazuje na poprawę stanu funkcjonalnego dziewczynki: chód nadal na szerokiej podstawie niepewny, ale mniejsze zaburzenia równowagi; dziewczynka potrafi przejść samodzielnie kilka kroków. W listopadzie 2002 r. (6. r.ż.) lekarz rehabilitacji medycznej potwierdza chód pewniejszy niż podczas poprzedniego badania; jednak przy infekcjach i zmianach pogody dziecko często się przewraca; nadal chodzi na szerokiej podstawie i ma zaburzenia równowagi. W 2003 r. (7. r.ż.) dziewczynka przeżyła ospę wietrzną i od tego czasu jej stan kliniczny się pogorszył. Pojawiła się lęklliwość przed wyjściem na dwór, przed dużą przestrzenią i schodzeniem ze schodów. W czerwcu 2004 r. (8. r.ż.) wykonano badanie neurologiczne. Na podstawie badania MRI wykazano postępujący zanik mózdzku. Stwierdzono, że często występują infekcje: katary, zapalenie oskrzeli wymagające antybiotykoterapii osłabiają dziewczynkę i nasilają objawy mózdzkowe w postaci zaburzeń równowagi i drżeń kończyn górnych. Zdiagnozowano zespół mózdzkowy (E88). W 2005 r. (9. r.ż.) lekarz rehabilitacji medycznej odnotował: częste infekcje układu oddechowego pogarszają sprawność ruchową dziewczynki; chód staje się niepewny na szerokiej podstawie, nasilają się zaburzenia równowagi. Z wywiadu z mamą wynika, że w czasie trwania infekcji i antybiotykoterapii brak rehabilitacji niekorzystnie wpływa na sprawności dziewczynki – pogarsza się jej chód, nasilają zaburzenia równowagi, dziecko przewraca się, pogarsza się pisanie; występują trudności ze schodzeniem po schodach, podczas którego dziewczynka musi być trzymana za rękę i dodatkowo chwytą się poręczy. Zespół mózdzkowy na tle postępującego zaniku mózdzku o nieznannej etiologii obejmuje półkule i robaka mózdzku. W obrazie klinicznym występuje obniżone napięcie mięśniowe kończyn i tułowia, asymetria barków i łopatek z obniżeniem po prawej stronie, pogłębiona lordoza lędźwiowa. W 2006 r. (10. r.ż.) dziewczynka stała się lękliwa, bojaźliwa, kurczowo trzyma się mamy. Lęklliwość dziecka wywołuje drżenie kończyn i całego ciała. Nasilają się trudności w pracach manualnych. W sierpniu 2007 r. (11. r.ż.) lekarz rehabilitacji medycznej zawarł w opisie następujące informacje: dziewczynka znacznie urosła, jej wzrost wynosi 144 cm, waga – 40 kg; dziewczynka chodzi samodzielnie, ale niepewnie, występują zaburzenia równowagi; mówi niewyraźnie; ma zaburzoną precyzję rąk, np. w czasie jedzenia; pojawiają się zawroty głowy w trakcie poruszania się po nierównej powierzchni. W styczniu 2008 r. (12. r.ż.) lekarz re-

confirm that. Encorton steroid treatment was launched, then antibiotics were served for throat and ear infections. For diagnosis, the girl was transferred to the Institute “Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka” in Warsaw. Observation started for the ongoing process in CNS of unclear aetiology in the form of cerebellar syndrome (E88). RMJ study carried out in November 1999 showed characteristics of advanced atrophy of the cerebellar vermis and hemispheres. A systematic comprehensive rehabilitation and steroid therapy were launched. The clinical condition of March 2000 (4 years) was described by the medical rehabilitation doctor as follows: girl speaks much better, there is muscle weakness in her torso and lower limbs, walks guided by the hand, on the whole feet, sits quite well. Describing the clinical condition of April 2000, paediatric neurologist noted: the girl’s head circumference is 50.5 cm, cranial nerves symmetrical, bilaterally upbeat vertical nystagmus associated with extreme positions of gaze, pupils equal; there are ataxic features in finger-nose tests, child does not perform Romberg’s test; reduced muscle tone; deep tendon reflexes in upper limbs in norm, deep tendon reflexes in lower limbs very weak, ankle clonus; unsteady gait on a broad surface with help. Cerebellar syndrome was diagnosed. The child was observed in the direction of a progressive degenerative disease of the CNS. In July 2000, the rehabilitation physician indicated improved functional status of girl: gait on a broad surface still uneasy, but smaller imbalance; girl can make few steps on her own. In November 2002 (6 years), rehabilitation doctor confirmed, that gait was more reliable than during the previous study; but with infections and weather changes, girl often fell over; still walked on a broad surface and had imbalance. In 2003 (7 years), girl went through chicken pox, and since then her clinical condition worsened. Fear of going outside occurred, along with fear of large spaces and using stairs. In June 2004 (8 years), the girl underwent neurological examination. On the basis of MRI, progressive cerebellar atrophy was demonstrated. It was found that frequent infections: rhinitis, bronchitis requiring antibiotics, weaken the girl and worsen cerebellar symptoms in the form of imbalance and upper limb tremors. Cerebellar syndrome (E88) was diagnosed. In 2005 (9 years), medical rehabilitation doctor noted: frequent respiratory infections impair girl’s mobility; gait becomes unsteady on a broad surface, imbalances are getting worse. It was found from an interview with her mother, that during the course of infection and antibiotic treatment, lack of rehabilitation affects the efficiency of the girl – her gait deteriorates, imbalance is worse, the child falls over, writing deteriorates; there are difficulties with using stairs, during which the girl must be held by the hand and additionally grabs the railing. Cerebellar syndrome on the background of progressive cerebellar atrophy of unknown aetiology includes cerebellar vermis and hemispheres. Clinically, there is decreased muscle tone of the limbs and torso, shoulders and arms asymmetry with the reduction on the right side, deepened lumbar lordosis. In 2006 (10 years), girl became fearful, timid, cling to the mother. Child’s fearfulness caused tremors of the whole body. Manual work difficulties were growing stronger. In August 2007 (11 years), a rehabilitation physician entered the following information into the description: the girl has grown significantly, her height is 144 cm, weight – 40 kg; girl walks by herself, but uncertainly, there are imbalances; speaks indistinctly; has impaired hands precision e.g., during eating; dizziness appears when moving on uneven surfaces. In January 2008 (12 years), a rehabilitation doctor reported: the girl can walk, but now well, provided with mother’s help, especially when walking on uneven surface

habilitacji medycznej odnotował: dziewczynka chodzi samodzielnie, ale mało sprawnie pod opieką mamy, szczególnie podczas chodzenia po nierównej powierzchni i po schodach; występują zaburzenia chodu, szczególnie w czasie szybszego chodzenia, zwrotów i po wysiłku; utrzymuje się asymetria barków i łopatek z obniżeniem po prawej stronie; pogłębiona kifoza piersiowa i lordoza lędźwiowa; kolana i stopy są koślawe; nadal obecne nasilenie zaburzeń równowagi przy infekcjach; występuje oczopląs oraz drżenia w prawej kończynie górnej i utrudnione picie z kubka. Dgn. Zespół mózdkowy z oczopląsem; częste infekcje dróg oddechowych; obniżone przeciwciała Ig-A. W opisie z marca 2009 r. (13. r.ż.) neurolog dziecięcy zamieścił następujące informacje: dziewczynka bardzo dużo choruje, często poddawana jest antybiotykoterapii; od 3 miesięcy występuje pogorszenie, nasiliły się drżenia rąk, zaburzenia równowagi, często pojawiają się zawroty głowy; dziewczynka zgłasza bóle głowy i nudności, jest w logicznym kontakcie, odpowiada na pytania, jej mowa jest trochę skandowana, niewyraźna, sepleni; mimika twarzy jest symetryczna, obecny obustronny oczopląs poziomo okrężny; napięcie mięśniowe obniżone, bardzo słabe mięśnie brzucha; odruchy głębokie miernie żwawe, symetryczne, bez cech piramidowych; dosyć nasilone drżenie zamiarowe, niezborność w próbie palec-nos; chód niepewny na szerokiej podstawie; nasilenie zaburzeń równowagi przy zwrotach i pojawieniu się niespodziewanych bodźców; występuje lęk przed wejściem na niewielką wysokość (ławka); dziewczynka intelektualnie sprawna, wesoła, pogodna, potrafi nawiązać szybko kontakt; ćwiczenia wykonuje chętnie. Neurolog dziecięcy we wrześniu 2010 r. (14. r.ż.) w opinii z pobytu na oddziale neurologii dziecięcej odnotował: zespół mózdkowy bez zmian (bz), MR bz, EEG bz, EMG w normie; przedmiotowo jak poprzednio; dziecko zgłasza znowu poranne wymioty.

Podczas chodu w dynamicznej ortozie „Dunag 02” w trakcie badania EMG zastosowano upięcie grawitacyjne tułowia i kończyn dolnych.

Zastosowanie dynamicznej ortozy „Dunag 02”

Dobór rozmiaru ortozy, rozmieszczenie i wybór elementów oraz przebieg korektorów dopasowano indywidualnie do dziecka. Optymalnym rozmieszczeniem cięgien skorygowano ustawienie poszczególnych segmentów ciała względem siebie oraz uzyskano stabilizację osiową tułowia i upięto kończyny dolne w fizjologicznych pozycjach. Zastosowane upięcia korekcyjne umożliwiły funkcję chodu. Skorygowany rozkład napięcia mięśniowego pozwolił na jednakową aktywność strony prawej i lewej oraz zapewnił większe poczucie bezpieczeństwa.

Metody

Badania wykonano, wykorzystując elektromiografię globalną, powierzchniową, nieinwazyjną, rejestrującą czynność bioelektryczną mięśnia [9-11]. Zarejestrowano i zanalizowano sygnały bioelektryczne z mięśnia piszczelowego przedniego i brzuchatego łydki-głowy bocznej i przysródkowej, obu kończyn dolnych dzieci z hipotonią. Rejestracji EMG dokonano przy użyciu zestawu firmy TECHNOMEX: NORAXON EMG Sensory System MYOSYSTEM 1400A (urządzenie wielokanałowe) zsynchronizowanego z TELEMYO 2400T G2 do bezprzewodowej transmisji sygnału EMG. Z 12 kanałów rejestrujących obu urządzeń podczas badań do integracji informacji wykorzystano 6 kanałów rejestrujących sygnał EMG. Transmisja danych odbyła się drogą radiową do 100 m między jednostką centralną i komputerem w pełnej współpracy

and stairs; disturbances of gait, especially during rapid walk, turning and after exercise; maintained asymmetry of shoulders and shoulder blades and the reduction to the right; deepened thoracic kyphosis and lumbar lordosis; genu valgum and pes valgus; still growing imbalances in infections; nystagmus and tremors occur in the right upper limb, difficulties when drinking from a cup. Cerebellar syndrome with nystagmus; frequent respiratory tract infections; reduced IgA antibodies level. In the description of March 2009 (13 years), paediatric neurologist posted the following information: the girl is very often ill, frequently taking antibiotics; there has been a deterioration for 3 months now, increased hand tremors, vertigo, dizziness appear often; girl reports headaches and nausea, it's possible to maintain a logical contact with her, she's answering questions, she has scanning speech, indistinct, she lisps; facial expressions are symmetric, bilateral horizontal rotary nystagmus occurs; reduced muscle tone, very weak abdominal muscles; symmetrical, moderately brisk deep-tendon reflexes, without pyramidal signs; quite severe tremors, ataxia in finger-nose test; unsteady gait on a broad surface; severity of imbalances when turning and experiencing unexpected stimulus; fear of small heights (bench); the girl is intellectually efficient, cheerful, able to make contact quickly; willingly performs exercises. Paediatric neurologist in September 2010 (14 years), in the opinion about hospitalization on paediatric neurology: cerebellar syndrome unchanged, MR – no change, EEG – no change, EMG normal; objectively as before; child reports morning vomiting again.

While walking in the dynamic orthosis “Dunag 02” during the EMG study, gravitational fastening of the torso and lower limbs was used.

Application of the dynamic orthosis “Dunag 02”

Choosing orthosis size, placement, elements and the corrector's course were individually matched to the child. The optimal arrangement of flexible connectors corrected set of individual body segments, relative to each other, and obtained axial stabilization of the torso, lower limbs were fastened in physiological positions. Applied corrective connectors allowed for correction of gait function. Adjusted muscle tone distribution allowed the same activity of the right and left side and ensured greater sense of security.

Methods

The study was performed using global electromyography, surface, non-invasive, recording bioelectric activity of a muscle [9-11]. Bioelectric signals of the tibialis anterior muscle and gastrocnemius muscle (medial and lateral belly) and both lower limbs of children with hypotonia were recorded and analyzed. EMG recording was performed using a TECHNOMEX kit: NORAXON EMG Sensory System MYOSYSTEM 1400A (multi-unit) synchronized with TELEMYO 2400T G2 for wireless transmission of EMG signal. Of 12 recording channels of both devices during testing to integration of information, 6 channels were used, recording the EMG signal. Data transmission via radio was held to 100 m between the central unit and the computer in full cooperation with the software MyoResearch XP Master Editio.

z oprogramowaniem MyoResearch XP Master Editio. Wykonano badanie aktywności nerwowo-mięśniowej w czasie chodu bez ortezy i z dynamiczną ortezą „Dunag 02”. Wyniki badań umożliwiły bezpośredni wgląd w bioelektryczną czynność mięśni. Jakość pomiarów EMG w dużej mierze zależała od właściwego przygotowania skóry i umieszczenia elektrod. Do oczyszczania skóry użyto czystego alkoholu. Następnie przy mocowaniu elektrody powierzchniowe. W celu uzyskania największej selektywności parametrów zastosowano małe elektrody, umieszczając je na najwyraźniejszej części środkowej brzośca mięśnia, prostopadłe do kierunku przebiegu badanych włókien; wybrano możliwie najbliższą odległość między elektrodami (25 mm). Podczas badania elektrody pozostawały w aktywnej masie mięśniowej w czasie skracania się mięśnia. Użyto elektrod przeżelowanych srebro/chlorek srebra firmy SENIAM, o średnicy powyżej 1 cm, z żelem lepkim. Elektrody wykorzystano jednorazowo. Zastosowano system map według firmy SENIAM ze zmierzonymi odległościami między elektrodami a wyznacznikami anatomicznymi. Zgodnie z zaleceniami dotyczącymi aplikacji elektrod korzystano z systemu wyznaczników pól anatomicznych opartych na głównych obszarach kostnych, wyniosłościach i innych strukturach, które są bez trudu wyczuwalne palpacyjnie. Zastosowanie tych punktów umożliwia łatwe zlokalizowanie miejsca umieszczenia elektrody (ryc. 1-3).

A study of neuromuscular activity was conducted during gait without orthosis and with the dynamic orthosis "Dunag 02". Research results enabled a direct insight into the bioelectric activity of the muscles. EMG measurement quality was largely dependent on proper skin preparation and electrodes placement. Pure alcohol was used to clean the skin. Then, surface electrodes were attached. In order to obtain the highest selectivity of parameters, tiny electrodes were used, placed on the central part of the muscle belly, perpendicular to the direction of the fibres being tested; the closest possible distance between the electrodes was applied (25 mm). During the test, electrodes were in the active mass of muscles during shortening of the muscle. Pregelled electrodes silver/silver chloride were used from SENIAM producer, with a diameter greater than 1 cm, with viscous gel. The electrodes were used once. Map system was used produced by SENIAM company with the measured distances between the electrodes and anatomical determinants. In accordance with the recommendations for the application of the electrodes, an anatomical landmark system, based on dominant bone areas and prominences or other structures that can easily be palpated. The use of these points makes it easy to locate the placement of the electrodes (fig. 1-3).

Mięsień <i>Muscle</i>	
Nazwa <i>Name</i>	mięsień brzuchaty łydki <i>gastrocnemius muscle</i>
Podgrupa <i>Subgroup</i>	przyśrodkowy <i>medial belly</i>
Zalecana procedura rozmieszczenia czujnika <i>Recommended procedure for sensor deployment</i>	
Pozycja wyjściowa <i>Home position</i>	leżąc na brzuchu twarzą do dołu, kolano w wyproście; stopa wystaje poza krawędź stołu <i>lying on stomach, face down, knee extended, foot sticks out beyond the edge of the table</i>
Wielkość elektrod <i>Electrodes size</i>	maksymalna wielkość w kierunku włókien mięśniowych: 10 mm <i>maximum size in the direction of muscle fibres: 10 mm</i>
Odległość elektrod <i>Distance between the electrodes</i>	20 mm <i>20 mm</i>
Rozmieszczenie elektrod <i>Electrode placement</i>	
– umiejscowienie <i>– location</i>	elektrody należy umieścić na najbardziej wypukłym (napiętym) miejscu mięśnia <i>electrodes should be placed on the most convex (tense) muscle area</i>
– kierunek ustawienia <i>– direction of the placement</i>	w kierunku nogi (patrz zdjęcie) <i>in the direction of the leg (see photo)</i>
– mocowanie na skórze <i>– attaching to skin</i>	(dwustronna) taśma lub opaska elastyczna <i>(two-sided) tape or elastic band</i>
– elektroda odniesienia (porównawcza) <i>– reference electrode (comparative)</i>	wokół kostki <i>around ankle</i>



Ryc. 1. Aplikacja elektrod w obrębie mięśni kończyny dolnej: mięsień brzuchaty łydki brzośiec przyśrodkowy (według SENIAM – systemu wyznaczników pól anatomicznych opartych na głównych obszarach kostnych)

Fig. 1. The application of the electrodes within the lower limb: gastrocnemius muscle, medial belly (by SENIAM – system of anatomical fields indicators based on the main bone areas)

Mięsień <i>Muscle</i>	
Nazwa <i>Name</i>	mięsień brzuchaty łydki <i>gastrocnemius muscle</i>
Podgrupa <i>Subgroup</i>	boczny <i>lateral belly</i>
Zalecana procedura rozmieszczenia czujnika <i>Recommended procedure for sensor deployment</i>	
Pozycja wyjściowa <i>Home position</i>	leżąc na brzuchu twarzą do dołu, kolano w wyproście; stopa wystaje poza krawędź stołu <i>lying on stomach, face down, knee extended, foot sticks out beyond the edge of the table</i>
Wielkość elektrod <i>Electrodes size</i>	maksymalna wielkość w kierunku włókien mięśniowych: 10 mm <i>maximum size in the direction of muscle fibres: 10 mm</i>
Odległość elektrod <i>Distance between the electrodes</i>	20 mm <i>20 mm</i>
Rozmieszczenie elektrod <i>Electrode placement</i>	
– umiejscowienie – <i>location</i>	elektrody należy umieścić w 1/3 linii między głową kości strzałkowej i piętą <i>electrodes should be placed in the 1/3 of line between the head of the fibula and heel</i>
– kierunek ustawienia – <i>direction of the placement</i>	na linii między głową kości strzałkowej i piętą <i>on the line between the head of the fibula and heel</i>
– mocowanie na skórze – <i>attaching to skin</i>	(dwustronna) taśma lub opaska elastyczna <i>(two-sided) tape or elastic band</i>
– elektroda odniesienia (porównawcza) – <i>reference electrode (comparative)</i>	na kostce <i>around ankle</i>



Ryc. 2. Aplikacja elektrod w obrębie mięśni kończyny dolnej: mięsień brzuchaty łydki brzuciec boczny (według SENIAM – systemu wyznaczników pól anatomicznych opartych na głównych obszarach kostnych)
 Fig. 2. The application of the electrodes within the lower limb: gastrocnemius muscle, lateral belly (by SENIAM – an anatomical landmark system, based on dominant bone)

Podczas badania mocowano kabel i przedwzmacniacz na skórze badanego. Do umocowania kabla i elektrody użyto hypoalergicznego przyklepca włókninowego z klejem akrylowym, przeznaczonego do zakładania różnego rodzaju opatrunków. Na pacjencie umieszczono również jedną elektrodę referencyjną o średnicy nie mniejszej niż 1 cm. Znalazła się ona w miejscu elektrycznie nieaktywnym – na wyrostku kostnym leżącym w pobliżu badanego obszaru i pierwszej elektrody. Właściwie przygotowano skórę również pod elektrodę referencyjną.

EMG wykonano dwukrotnie. Najpierw podczas chodu bez ortozy, a następnie w dynamicznej ortozie „Dunag 02”. Chód odbywał się po wyznaczonym odcinku do punktu zwrotnego. Interpretacji poddano 5 cykli ruchu (powtórzeń).

During the test, the cable and preamplifier were attached to the skin of the subject. To fix the cable and electrodes, hypoallergenic adhesive with acrylic glue was used, destined to establish different kinds of dressings. One reference electrode was also attached to the subject, with a diameter of not less than 1 cm. It was located in a place electrically inactive – on the outgrowth lying near the study area and the first electrode. Skin was also prepared for the reference electrode.

EMG was performed twice. First, during gait, without orthosis, and then using the dynamic orthosis “Dunag 02”. The walk took place on a designated track until meeting turning point. 5 cycles (repetitions) were interpreted.

Wyniki

Pięcioletnia dziewczynka z hipotonią i bezładem ruchowym

U 5-letniej dziewczynki z hipotonią i bezładem ruchowym podczas chodu w ortozie dynamicznej „Dunag 02” zmalały maksymalne wartości amplitudy RMS sygnału EMG w przypadku mięśnia brzuchatego łydki brzucha bocznego kończyny dolnej lewej i przyśrodkowego obu kończyn dolnych oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej. W przypadku brzucha bocznego mięśnia brzuchatego łydki

Results

5-year old girl with hypotonia and ataxia

In 5-year old girl with hypotonia and ataxia, during gait with “Dunag 02” orthosis, maximum RMS amplitudes of EMG signal decreased in case of lateral belly of gastrocnemius muscle, of left lower limb and medial belly of both lower limbs, also tibialis anterior in right lower limb. In case of the lateral belly of gastrocnemius muscle of the right lower limb and tibialis anterior of the left lower limb, maximum RMS amplitude for EMG

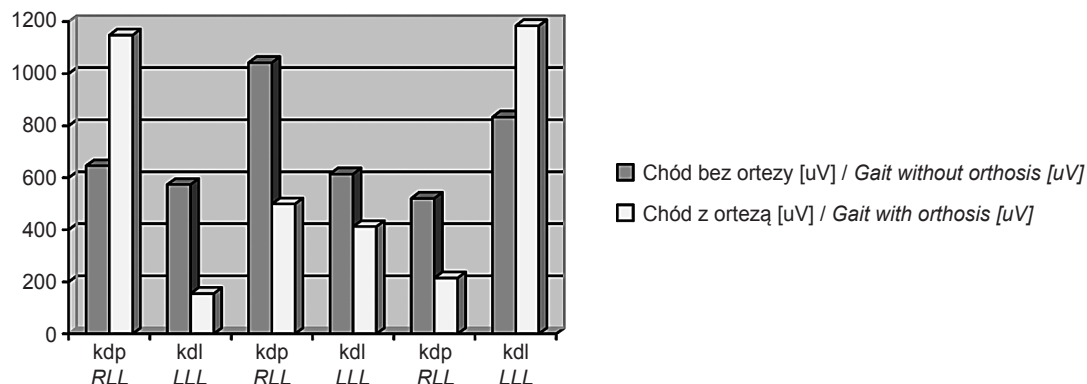
Mięsień <i>Muscle</i>	
Nazwa <i>Name</i>	mięsień piszczelowy przedni <i>Tibialis anterior</i>
Podgrupa <i>Subgroup</i>	
Zalecana procedura rozmieszczenia czujnika <i>Recommended procedure for sensor deployment</i>	
Pozycja wyjściowa <i>Home position</i>	leżąc na wznak lub siedząc <i>lying supine or sitting</i>
Wielkość elektrod <i>Electrodes size</i>	maksymalna wielkość w kierunku włókien mięśniowych: 10 mm <i>maximum size in the direction of muscle fibres: 10 mm</i>
Odległość elektrod <i>Distance between the electrodes</i>	20 mm <i>20 mm</i>
Rozmieszczenie elektrod <i>Electrode placement</i>	
– umiejscowienie <i>– location</i>	elektrody należy umieścić w 1/3 linii między szczytem kości strzałkowej i szczytem kostki przyśrodkowej <i>electrodes should be placed in 1/3 of line between the top the fibula and the top of the medial malleolus</i>
– kierunek ustawienia <i>– direction of the placement</i>	na linii między szczytem kości strzałkowej a szczytem kostki przyśrodkowej <i>on the line between the top of the fibula and the top of the medial malleolus.</i>
– mocowanie na skórze <i>– attaching to skin</i>	(dwustronna) taśma, obręcz lub opaska elastyczna <i>(two-sided) tape or elastic band</i>
– elektroda odniesienia (porównawcza) <i>– reference electrode (comparative)</i>	na kostce <i>around ankle</i>



Ryc. 3. Aplikacja elektrod w obrębie mięśni kończyny dolnej: mięsień piszczelowy przedni (według SENIAM – systemu wyznaczników pól anatomicznych opartych na głównych obszarach kostnych)
 Fig. 3. The application of the electrodes within the lower limb muscles: tibialis anterior (by SENIAM-system of anatomical fields indicators based on the main bone areas)

kończyny dolnej prawej oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej lewej wartość maksymalna amplitudy RMS sygnału EMG wzrosła po zastosowaniu ortezy w stosunku do wartości chodu bez ortezy (ryc. 4).

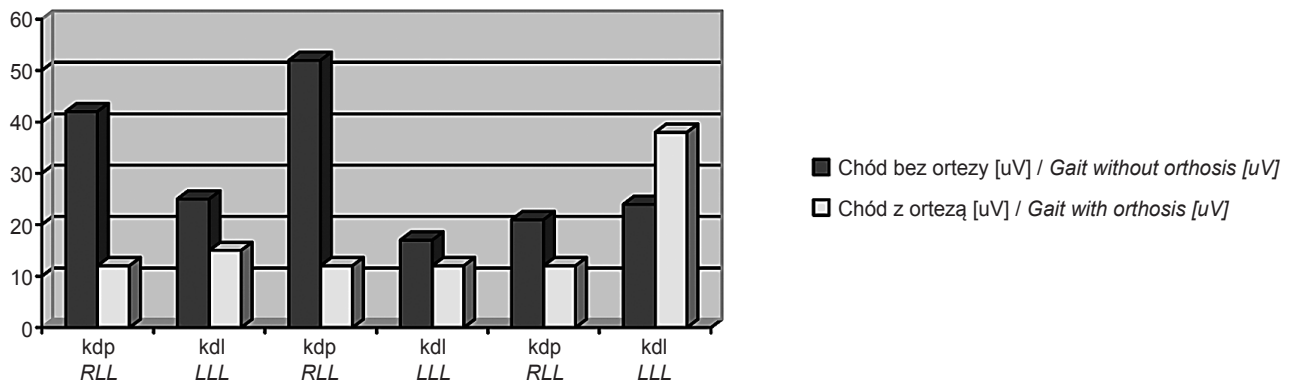
signal increased after application of the orthosis, in relation to walking without orthosis (fig. 4).



Ryc. 4. Wartości maksymalne amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzusca boczowego i przyśrodkowego oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej (kdp) i lewej (kdl) podczas chodu bez ortezy „Dunag 02” oraz z orteżą u 5-letniej dziewczynki z hipotonią i bezładem ruchowym
 Fig. 4. Maximum RMS amplitudes of the EMG signal of the medial and lateral belly of the gastrocnemius muscle and the anterior tibialis muscle of right lower limb (RLL) and the left one (LLL) during gait without the orthosis "Dunag 02" and with the orthosis in a 5-year-old girl with hypotonia and ataxia

W czasie chodu w ortezie dynamicznej „Dunag 02” zmalały średnie wartości amplitudy RMS sygnału EMG w przypadku mięśnia brzuchatego łydki brzuśca bocznego i przyśrodkowego obu kończyn dolnych oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej w stosunku do wartości chodu bez ortozy. W przypadku mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej lewej wartość średnia amplitudy RMS sygnału EMG wzrosła (ryc. 5).

During gait with the dynamic orthosis „Dunag 02”, average RMS amplitude of the EMG signal decreased in case of medial and lateral belly of the gastrocnemius muscle of both lower limbs and tibialis anterior muscle of right lower limb in relation to gait without the orthosis. In case of tibialis anterior of left lower limb, average RMS amplitude of the EMG signal increased (fig. 5).



Ryc. 5. Wartości średnie amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzuśca bocznego i przyśrodkowego oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej (kdp) i lewej (kdl) podczas chodu bez ortozy „Dunag 02” oraz z ortezą u 5-letniej dziewczynki z hipotonią i bezładem ruchowym

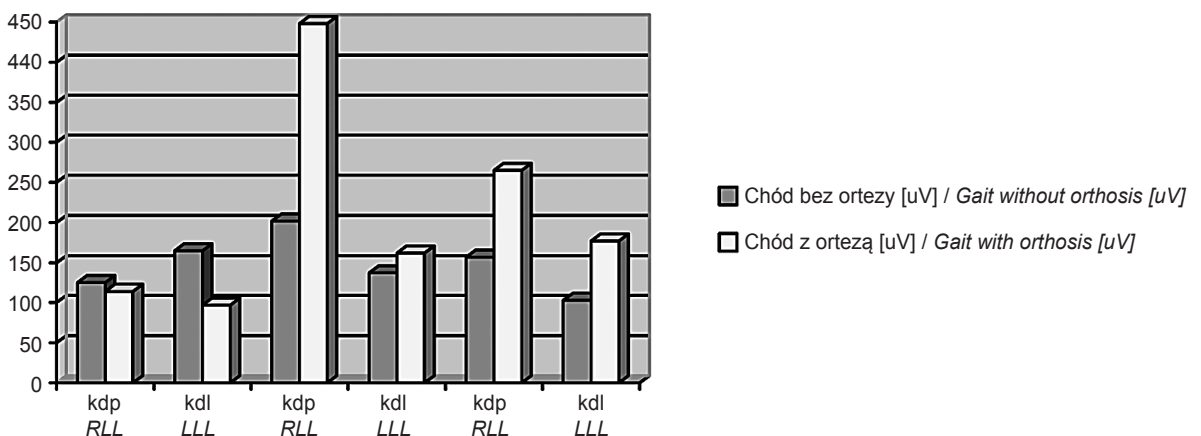
Fig. 5. Average of amplitudes of the EMG signal of the medial and lateral belly of the gastrocnemius muscle and the anterior tibialis muscle of right lower limb (RLL) and the left one (LLL) during gait without the orthosis “Dunag 02” and with the orthosis in a 5-year-old girl with hypotonia and ataxia.

Piętnastoletnia dziewczynka z zespołem mózdkowym

U 15-letniej dziewczynki z zespołem mózdkowym po zastosowaniu dynamicznej ortozy „Dunag 02” zmalała wartość maksymalna amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzuśca bocznego kończyny dolnej prawej i lewej. W przypadku mięśnia brzuchatego łydki brzuśca przyśrodkowego oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej i lewej wartość maksymalna amplitudy RMS sygnału EMG była większa podczas chodu w ortezie niż wartość uzyskana w czasie chodu bez ortozy (ryc. 6).

15-years old girl with cerebellar syndrome

In 15-year-old girl with cerebellar syndrome, after using the dynamic orthosis “Dunag 02”, the maximum RMS amplitude of the EMG signal decreased in case of lateral belly of the gastrocnemius muscle of both lower limbs. In case of medial belly of the gastrocnemius muscle and anterior tibialis muscle of lower limbs, maximum RMS amplitude of the EMG signal was greater during gait in the orthosis than the value obtained during walking without the orthosis (fig. 6).

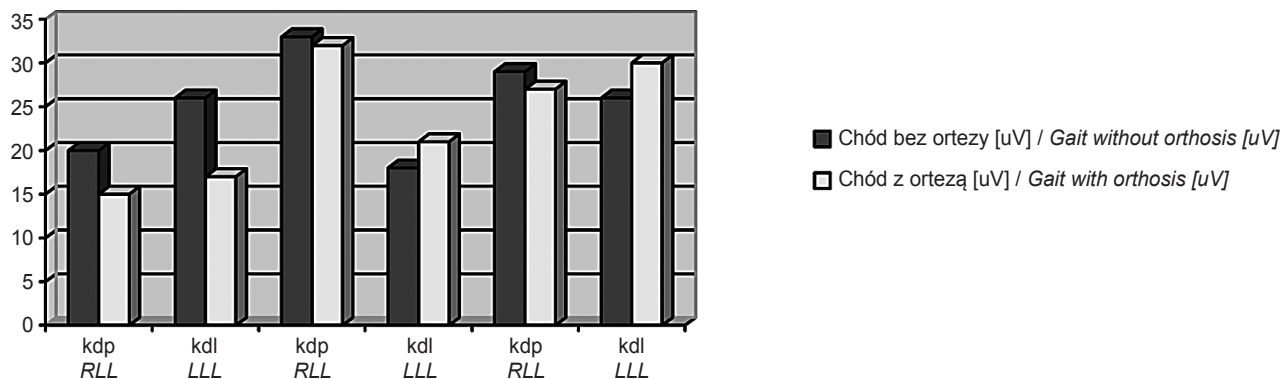


Ryc. 6. Wartości maksymalne amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzuśców bocznego i przyśrodkowego oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej (kdp) i lewej (kdl) podczas chodu bez ortozy „Dunag 02” oraz z ortezą u 15-letniej dziewczynki z zespołem mózdkowym

Fig. 6. Maximum RMS amplitudes of the EMG signal of the medial and lateral belly of the gastrocnemius muscle and the anterior tibialis of right lower limb (RLL) and the left (LLL) during gait without the orthosis “Dunag 02” and with the orthosis in a 15-year-old girl with cerebellar syndrome

Po użyciu ortozy dynamicznej „Dunag 02” zmalała wartość średnia amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzośca bocznego kończyny dolnej prawej i lewej. W przypadku mięśnia brzuchatego łydki brzośca przyśrodkowego kończyny dolnej prawej wartość średnia była nieco mniejsza w stosunku do wartości uzyskanej podczas chodu bez ortozy. Taka sama sytuacja dotyczyła pracy mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej. W przypadku mięśnia brzuchatego łydki brzośca przyśrodkowego oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej lewej wartość średnia zwiększyła się po zastosowaniu dynamicznej ortozy „Dunag 02” (ryc. 7).

After using the dynamic orthosis “Dunag 02” the average RMS amplitude of the EMG signal decreased in case of the lateral belly of the gastrocnemius muscle of lower limbs. In the case of the medial belly of the gastrocnemius muscle of right lower limb, average was slightly lower compared to the value obtained during gait without orthosis. It was the same for the tibialis anterior muscle of right lower limb. In case of the lateral belly of the gastrocnemius muscle and anterior tibialis of left lower limb, average value increased after the application of the dynamic orthosis “Dunag 02” (fig. 7).



Ryc. 7. Wartości średnie amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzośców bocznego i przyśrodkowego oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej (kdp) i lewej (kdl) podczas chodu bez ortozy „Dunag 02” oraz z ortozą u 15-letniej dziewczynki z zespołem mózdzkowym

Fig. 7. Average RMS amplitudes of the EMG signal of the medial and lateral belly of the gastrocnemius muscle and the anterior tibialis of right lower limb (RLL) and the left one (LLL) during gait without the orthosis “Dunag 02” and with the orthosis in a 15-year-old girl with cerebellar syndrome

Dyskusja

U dzieci z deficytami neurologicznymi podczas rozwoju zmienne warunki biomechaniczne łatwo prowadzą do rozwoju nieodwracalnych zmian strukturalnych w aparacie ruchu. Po zaistnieniu deficytu neurologicznego ustrój dąży do wyrównania powstałego braku funkcjonalnego. Takie działanie organizmu, nazywane kompensacją samoistną, jest niekorzystne i powinno być ukierunkowane poprzez terapię. Proces terapeutyczny sprawia, że kompensacja staje się kompensacją sterowalną i wówczas przynosi skutek w postaci maksymalnie możliwego przywrócenia czynności. Wyniki kompensacji niestety są nietrwałe i wymagają systematycznego podtrzymywania. Bardzo ważną rolę w rehabilitacji zwłaszcza wczesnej odgrywa eliminowanie składowych patologicznych wzorów i takie kierowanie kompensacją, aby tworzące się wzorce postawne i motoryczne były zbliżone do prawidłowych [12-16]. Sterowanie kompensacją umożliwia wykorzystanie ortozy „Dunag 02”, będące metodą dynamiczną. Orteza obejmująca prawie całe ciało pacjenta stanowi elastyczny gorset. Składa się z kamizelki i spodenek połączonych ze sobą i z obuwiem za pomocą systemu gumowych naciągów. Siła działania i rozmieszczenie naciągów mają bardzo duży wpływ na pracę mięśni pacjenta, ustawienie poszczególnych segmentów ciała względem siebie oraz stabilizację tułowia i kończyn dolnych w różnych pozycjach. Istotą stosowania tej metody jest umiejętność rozmieszczenia cięgien o różnej sprężystości w taki sposób, aby uzyskać optymalny efekt [6-8].

Warunkiem prawidłowego rozwoju wzorców postawy i ruchu w odniesieniu do obu stron ciała jest właściwy rozkład napięcia mięśniowego, zapewniający jednakową aktywność strony prawej i lewej. Dzięki temu dochodzi między innymi do

Discussion

In development of children with neurological deficits, abnormal biomechanical conditions easily lead to the development of irreversible structural changes in the locomotor system. After the occurrence of neurological deficit, the organism seeks to compensate the resulting lack of functionality. Such action of the body, called idiopathic compensation, is unpropitious and should be adjusted by the therapy. Treatment process makes the compensation become controllable, and it brings the effect of restoring the maximum possible functionality. Unfortunately, compensation effects are impermanent and require systematic support. A very important role in rehabilitation, early rehabilitation in particular, plays elimination of pathological patterns components and such management of compensations, so that the emerging postural and locomotional patterns were similar to normal [12-16]. Compensation control allows the use of orthosis “Dunag 02”, which is a dynamic method. Orthosis, covering almost the entire body of the patient is a flexible corset. It consists of a vest and shorts combined with each other and footwear with a rubber connectors system. Potency and arrangement of connectors have a very large impact on the muscles of the patient, on setting of individual body segments relative to each other and on stabilizing the torso and lower limbs in different positions. The essence of this method is the ability to deploy connectors of different elasticity in such a way, to obtain an optimal effect [6-8].

The condition for the proper development of posture and locomotional patterns on both sides of the body is the correct distribution of muscle tone, providing the same activity of the right and left side. This allows i.a., development

rozwoju umożliwiającego swobodne poruszanie głową i kończynami. W związku z tak bardzo ważną rolą rozwoju orientacji wokół linii środkowej ciała trzeba ułatwić dziecku osiągnięcie symetrii oraz wyrównania posturalnego w różnych pozycjach. Nieprawidłowe doznania zmysłowe u dzieci z deficytami neurologicznymi przyczyniają się do niewłaściwej integracji sensomotorycznej, która zostaje wykorzystana do tworzenia dalszych nieprawidłowych wzorów postawno-lokomocyjnych [4, 14, 15, 17]. Dynamiczna orteza pozwala na symetryczną stymulację, wpływając na jakość doznań zmysłowych, a więc właściwą integrację sensomotoryczną. Zastosowanie ortozy ma znaczenie dla stymulacji czuciowej określonych sfer, które powodują wyzwolenie reakcji ruchowych, umożliwiając pacjentowi wykonanie funkcjonalnych ruchów i czynności. Jednocześnie orteza wspomaga stabilność stawów i modelowanie powierzchni stawowych oraz zwiększa wytrzymałość kości. Głównym czynnikiem wpływającym na stan tkanki kostnej jest właściwe obciążenie mechaniczne. Wysiłek fizyczny działa na tkankę poprzez powodowanie naprężeń mechanicznych zarówno pochodzenia mięśniowego, jak i grawitacyjnego, oddziałujących na szkielet poza osiowo. Tam, gdzie działanie ukierunkowane ma być na tkankę kostną, decydującą rolę odgrywają ćwiczenia, podczas których dochodzi do osiowego obciążenia szkieletu. Z literatury wynika, że przebywanie w pozycji stojącej minimum 2 godziny dziennie wpływa korzystnie na stan tkanki kostnej niż wykonywanie ćwiczeń przez 4 godziny w pozycji leżącej [18]. Dla układu nerwowego ćwiczenia ruchowe stanowią zespół bodźców niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania. Kształtują one właściwe współdziałanie różnych części układu nerwowego. Zależnie od charakteru bodźców mogą działać pobudzająco lub hamująco, poprawiają kontrolę ułożenia ciała i przebiegu ruchu.

Dziecko z hipotonią globalną charakteryzuje się niestabilnością postawy w linii środkowej ciała, trudnością w utrzymaniu prawidłowej pozycji ciała, brakiem harmonijnej współpracy różnych grup mięśniowych oraz nieprawidłowym współdziałaniem różnych odcinków ciała. Podczas wykonywania przez nie ruchów złożonych potrzebne jest zastosowanie odpowiednich elementów terapii wspomagających przezwycięzenie siły przyciągania ziemskiego. Niewłaściwy rozkład obciążeń i asymetria rozmieszczenia poszczególnych segmentów ciała wokół jego głównej osi powodują, że ciało jest niestabilne, wyzwalają niewłaściwe doznania proprioceptywne. Dziecko z hipotonią wymaga wspomagania motoryki i postawy ciała, ponieważ aby utrzymać pozycję siedzącą, stojącą i równowagę w czasie chodu, musi się podparć. W celu doprowadzenia do normalizacji nieprawidłowego napięcia u dziecka z globalną hipotonią trzeba dążyć do podniesienia zbyt niskiego napięcia posturalnego w osi głowa-tułów oraz mięśniowego na obwodzie, w kończynach [4, 19]. Wprowadzanie metod alternatywnych do terapii dzieci z deficytami neurologicznymi powinno być jednak poparte obiektywnymi metodami badawczymi, których wyniki należy uwzględniać w programowaniu rehabilitacji i kontroli jej efektów [20, 21].

W przypadku dzieci z globalnie obniżonym napięciem mięśniowym po zastosowaniu dynamicznej ortozy „Dunag 02” należałoby się spodziewać wzrostu tego napięcia. U 15-letniej dziewczynki z zespołem mózdkowym wyłącznie wartość maksymalna i średnia amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzucha bocznego kończyny dolnej prawej i lewej była mniejsza podczas chodu w ortezie „Dunag 02”. Oznaczać to może osłabienie siły skurczu mięśnia w odpowiedzi na użycie ortozy. Wartość maksymalna amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzucha przyśrodkowego kończyny dolnej prawej i lewej była natomiast większa w czasie chodu w ortezie, co może wskazywać na wzmocnienie skurczu mięśnia w odpowiedzi na kompresyjne działanie

enabling the free movement of the head and limbs. As the development of orientation around the body centreline is very important, there is need to facilitate the child to achieve symmetry and postural alignment in different positions. Abnormal sensations in children with neurological deficits contribute to inadequate sensorimotor integration, which is used to create more irregular postural and locomotional patterns [4, 14, 15, 17]. Dynamic orthosis allows for symmetrical stimulation affecting the quality of sensations, and therefore the right sensorimotor integration. Orthosis is important for the sensory stimulation of certain areas, which causes the release of the motor reactions, allowing the patient to perform functional movements and actions. At the same time, the orthosis supports the stability of the joints and particular surface modelling and increases bone strength. The main factor influencing the state of bone is an appropriate mechanical load. Physical exercise influences the tissue by causing mechanical stresses of both muscle and gravity origin, non-axially influencing the skeleton. When the action is to be directed to the bone, a crucial role is played by the exercise, during which stress is put on the axial skeleton. The literature suggests that standing in an upright position at least 2 hours a day, affects bone in a better way than exercising for 4 hours in a lying position [18]. For the nervous system, physical exercises are a group of stimuli necessary for proper functioning. They form the proper interaction between various parts of the nervous system. Depending on the nature of the stimuli, they may act stimulatory or inhibitory, improve body posture control and movement sequence control.

Child with global hypotonia is characterised by postural instability by the midline of the body, difficulty in maintaining proper body position, lack of harmonious cooperation between different groups of muscles and abnormal interaction of the various sections of the body. When the child is exercising complex movements, it requires appropriate elements of adjuvant therapies to help it overcome the force of gravity. Incorrect load distribution and the distribution asymmetry of individual body segments around its main axis, makes the body unstable, trigger inappropriate proprioceptive sensation. Child with hypotonia requires support of mobility and posture, because in order to maintain the position of sitting, standing and balance during walking, it must support. In order to normalize the abnormal tension in a child with global hypotonia, efforts should be made to raise the low postural tension in head-torso axis and muscle on the perimeter, in limbs [4, 19]. Introduction of alternative methods for the treatment of children with neurological deficits, however, should be supported by objective research methods, the results of which should be taken into account in the programming of rehabilitation and control of its effects [20, 21].

For children with globally reduced muscle tone after using dynamic orthosis „Dunag 02”, it should be expected to increase the tone. In 15-year-old girl with cerebellar syndrome, only the maximum and average RMS amplitude of the EMG signal of the lateral belly of the gastrocnemius muscle of lower limbs was lower during gait with „Dunag 02” orthosis. This may mean weakness of muscle contraction in response to the use of the orthosis. Maximum RMS amplitude of the EMG signal of the medial belly of the gastrocnemius muscle of lower limbs was, however, higher during gait with orthosis, which may indicate a strengthening of muscle contraction in response to the compression activity of the orthosis’ connectors. In case of right lower limb, average RMS amplitude of the EMG signal was slightly lower, thus indicating a slight decrease in

jego naciągów. W przypadku kończyny dolnej prawej średnia wartość amplitudy RMS sygnału EMG okazała się nieznacznie niższa, wskazując tym samym na niewielkie zmniejszenie pracy mięśnia w przebiegu całego rejestrowanego chodu w ortezie. Taka sama sytuacja miała miejsce podczas pracy mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej. W przypadku mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej lewej natomiast obie wartości – maksymalna oraz średnia – amplitudy RMS sygnału EMG zwiększyły się po zastosowaniu ortezy „Dunag 02” (ryc. 6 i 7). Można przypuszczać, że dynamiczna orteza „Dunag 02” dzięki swojemu działaniu grawitacyjnemu dostymulowała kompresyjnie stawy i mięśnie, pobudzając je do większego skurczu.

W przypadku występowania u dziecka bezładu ruchowego pożądane byłoby wyciszenie i uzyskanie bardziej harmonijnej pracy blisko linii środkowej ciała. U 5-letniej dziewczynki z hipotonią i bezładem ruchowym maksymalna oraz średnia wartość amplitudy RMS sygnału EMG mięśnia brzuchatego łydki brzuśca bocznego kończyny dolnej lewej i przyśrodkowego obu kończyn dolnych oraz mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej prawej obniżyły się po zastosowaniu ortezy „Dunag 02”. Obniżenie to może wskazywać na wyciszającą funkcję ortezy w przypadku bezładu ruchowego i umożliwienie pracy w większym zrównoważeniu wokół linii środkowej ciała. W przypadku mięśnia brzuchatego łydki-brzuśca bocznego kończyny dolnej prawej wartość maksymalnej amplitudy RMS sygnału EMG wzrosła po wykorzystaniu ortezy, natomiast wartość średnia w przebiegu całego zapisu chodu obniżyła się. Mimo zwiększenia wartości maksymalnej przebieg całego ruchu wykazał więc osłabienie skurczu mięśnia. Można by powiedzieć, że dociążająca funkcja kompresji w przypadku obu brzuśców mięśnia brzuchatego wpłynęła na stabilniejszy chód i lepsze czucie podłoża. Czucie podłoża to podstawa w torowaniu wszelkich funkcji motorycznych i można przypuszczać, na co wskazują wyniki badań EMG, że dynamiczna orteza wspomogła ten deficyt u badanych dzieci. W przypadku mięśnia piszczelowego przedniego kończyny dolnej lewej obie wartości – maksymalna oraz średnia – amplitudy RMS sygnału EMG wzrosły podczas chodu w ortezie „Dunag 02” i jest to wynik bardzo pozytywny terapeutycznie, ponieważ opadanie przodostopia w czasie chodu u dzieci z obniżonym napięciem jest sporym problemem. Dostymulowanie zgięcia grzbietowego stopy w tym przypadku jest zatem bardzo istotną informacją. Niestety zareagował jedynie mięsień piszczelowy przedni kończyny dolnej lewej, czyli ten, który podczas chodu bez ortezy wykazał się wyższą wartością amplitudy niż mięsień kończyny dolnej prawej (ryc. 4 i 5).

Wnioski

1. Orteza dynamiczna „Dunag 02” w przypadku opisanych dzieci z hipotonią i nieźbornością okazała się niezastąpionym wspomaganie podczas stymulacji funkcji chodu.
2. U 5-letniej dziewczynki z hipotonią i bezładem ruchowym zastosowanie dynamicznej ortezy „Dunag 02” wpłynęło wyciszająco na bezład ruchowy i umożliwiło większą stabilność postawy.
3. U 15-letniej dziewczynki z zespołem mózdkowym użycie ortezy „Dunag 02” przyniosło korzyści w postaci poprawy aktywności i funkcji.
4. Ponieważ stosowanie dynamicznej ortezy „Dunag 02” jest coraz bardziej powszechne, należałoby prowadzić obiektywne badania w tym zakresie.
5. Przedstawione badania, które przeprowadzono u 2 dzieci, nie dają podstaw do formułowania daleko idących wniosków, ale stanowią o krokach terapeutycznych podejmowanych indywidualnie wobec danego pacjenta.

muscle work in the course of the entire registered gait with orthosis. The same situation occurred in work of the tibialis anterior muscle of right lower limb. In case of tibialis anterior muscle of left lower limb, the two values – the maximum and average – RMS amplitude of EMG signal increased after the application of “Dunag 02” orthosis (fig. 6 and 7). It can be assumed that the dynamic orthosis “Dunag 02”, due to its gravitational action, compressively stimulated joints and muscles, stimulating them to a larger contraction.

In case of the child's ataxia, it would be desirable to inhibit and obtain a more harmonious work near the midline of the body. At the 5-year-old girl with hypotonia and ataxia, at the maximum and average RMS amplitude of the EMG signal of the lateral belly of the gastrocnemius muscle and anterior tibialis muscle of both lower limbs decreased after using the “Dunag 02” orthosis. This reduction could indicate the silencing function of the orthosis in case of ataxia and allowing operation at higher balance around the body centreline. In case of the lateral belly of gastrocnemius muscle of right lower limb, maximum RMS amplitude of the EMG signal increased after the use of orthosis, while the average in the course of the entire record gait decreased. Despite the increase in the maximum motion, a weakening of muscle contraction was shown. It can be said that the loading function of compression in case of both bellies of gastrocnemius muscle resulted in more stable gait and better feeling of the ground. Feeling the ground is essential to pave all motor function, and it can be assumed, as indicated by the results of EMG, that the dynamic orthosis supported this deficit in the children. In case of the tibialis anterior muscle of left lower limb, both values - the maximum and average – RMS amplitude of EMG signal increased during gait with the “Dunag 02” orthosis and it is a very positive therapeutic outcome, because the dropping forefoot during gait in children with lowered muscle tone is a serious problem. Stimulating dorsiflexion in this case is, therefore, very important information. Unfortunately, only tibialis anterior muscle of left lower limb responded, the ones that – during gait without orthosis – showed higher amplitude than the right lower limb muscle (fig. 4 and 5).

Conclusions

1. Dynamic orthosis “Dunag 02” in cases of described children with hypotonia and ataxia proved to be irreplaceable support during gait function stimulation.
2. At the 5-year-old girl with hypotonia and ataxia, use of the dynamic orthosis “Dunag 02” had a silencing effect on ataxia and enabled greater postural stability.
3. In 15-year-old girl with the cerebellar syndrome, use of the orthosis “Dunag 02” has brought benefits in terms of improving the activity and function.
4. Since the use of the dynamic orthosis “Dunag 02” is becoming more common, objective research should be conducted in this area.
5. The study, which was carried out in 2 children, does not give grounds for far-reaching conclusions, but it's helping to decide of therapeutic steps taken individually to the patient.

Piśmiennictwo

References

- [1] Becher J., Pediatric rehabilitation in children with cerebral palsy: general management, classification of motor disorders. *J. Prosthet. Orthot.*, 2002, 14, 143-149.
- [2] Blair E., Stanley F., Interobserver agreement in the classification of cerebral palsy. *Dev. Med. Child Neurol.*, 1985, 27, 615-622.
- [3] Blair E., Stanley F., Issues in the classification and epidemiology of cerebral palsy. *Ment. Retard. Dev. Disabil. Res. Rev.*, 1997, 3, 184-193.
- [4] Borkowska M., Uwarunkowania rozwoju ruchowego i jego zaburzenia w mózgowym porażeniu dziecięcym. Polskie Stowarzyszenie Terapeutów NDT-SI, Warszawa 1999.
- [5] Kułakowska Z., Wczesne uszkodzenie dojrzewającego mózgu. Od neurofizjologii do rehabilitacji. *Folium*, Lublin 2003.
- [6] Bar-Haim S., Harries N., Belokopytov M., i wsp., Porównanie skuteczności terapii z wykorzystaniem kombinizonu leczniczego typu Adeli oraz terapii neurorozwojowej u dzieci z porażeniem mózgowym. *Dev. Med. Child Neurol.*, 2006, 48, 325-330.
- [7] Koprek J., Sadowska L., O rehabilitacji chorych z uszkodzonym neuronem centralnym przy użyciu adaptowanych kombinizonów kosmicznych LK-92 „Adeli”. In: XX Ogólnokrajowy Dzień Rehabilitacji Dziecka „Formy rehabilitacji dzieci i młodzieży z dysfunkcją narządu ruchu”, Wrocław, 27.05.1996 (Materiały z konferencji). Polskie Towarzystwo Walki z Kalectwem Oddział Wojewódzki we Wrocławiu, Wrocław 1997, 91-104.
- [8] Nowotny J., Podstawy fizjoterapii. Część 3. Wybrane metody fizjoterapii. Kasper, Kraków 2005.
- [9] Emeryk-Szajewska B., Elektromiografia. In: Storczyk M. [ed.], Elektrodiagnostyka medyczna. PZWL, Warszawa 1984.
- [10] Kimura S., Nezu A., Electromyographic study in an infant with benign paroxysmal torticollis. *Pediatr. Neurol.*, 1998, 19, 236-238.
- [11] Zmarły D., Pomiar elektrycznych wielkości medycznych, Skrypt, Politechnika Opolska, 2005, 268, 59-78.
- [12] Domagalska M., Nowotny J., Szopa A., et al., Kompensacyjne przemieszczenia poszczególnych segmentów ciała w płaszczyźnie strzałkowej u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. *Fizjoterapia*, 2006, 14, 19-28.
- [13] Domagalska M., Szopa A., Czupryna K., Nowotny J., Kompensacyjne przemieszczenia poszczególnych segmentów ciała w płaszczyźnie czołowej u dzieci z mózgowym porażeniem. *Fizjoter. Pol.*, 2005, 5, 127-133.
- [14] Józwiak M., Filogenetyczne i ontogenetyczne podstawy rozwoju chodu prawidłowego oraz patologicznego u dziecka z mózgowym porażeniem. *Ortop. Traumatol Rehabil.*, 2001, 3, 462-466.
- [15] Józwiak S., Neurologiczne podstawy deficytów ruchowych w mózgowym porażeniu dziecięcym. *Ortop. Traumatol Rehabil.*, 2001, 3, 472-475.
- [16] Nowotny J., Domagalska M., Czupryna K., Szopa A., Niektóre wzorce postawy a zaburzenia lokomocji u dzieci z mózgowym porażeniem. *Fizjoter. Pol.*, 2003, 5, 228-234.
- [17] Domagalska M., Zaburzenia edukacji sensomotorycznej. Materiały konferencyjne. Kiedy mózg pracuje inaczej... – postrzeganie, ruch, emocje, komunikacja. X Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa, Zeszyty Naukowe 6. Ogólnopolska Fundacja na rzecz Dzieci Niepełnosprawnych Promyk Słońca, Wrocław 2008, 19-24.
- [18] Żuk T., Dziak A., Gusta A., Podstawy ortopedii i traumatologii. PZWL, Warszawa 1980.
- [19] Klimont L., Założenia terapii neurorozwojowej NDT Bobath w mózgowym porażeniu dziecięcym. *Ortop. Traumatol Rehabil.*, 2001, 3, 527-530.
- [20] Czupryna K., Nowotny J., Nowotny-Czupryna O., Domagalska M., Ocena chodu dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym jako podstawa programowania rehabilitacji i kontroli jej wyników. *Rehab. Med.*, 2006, 10, 29-40.
- [21] Domagalska M., Czupryna K., Szopa A., Nowotny J., Specyficzne i alternatywne sposoby terapii dzieci z porażeniem mózgowym. *Neurol. Dziec.*, 2005, 14, 7-15.

Adres do korespondencji:

Address for correspondence:

Monika Małachowska-Sobieska
Wydział Fizjoterapii
Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu
al. I.J. Paderewskiego 35
51-612 Wrocław
e-mail: monika.malachowska-sobieska@awf.wroc.pl

Wpłynęło / Submitted: I 2012
Zatwierdzono / Accepted: XII 2013