DR N. O ZDR. ARKADIUSZ ŻURAWSKI
COLLEGIUM MEDICUM, UNIWERSYTET JANA KOCHANOWSKIEGO W KIELCACH

DR N. MED. MAREK WIECHEĆ
SPECJALISTA FIZJOTERAPII, CENTRUM REHABILITACJI „MARKMED", OSTROWIEC ŚWIĘTOKRZYSKI

Mózgowe porażenie dziecięce jest rozpoznaniem znanym każdemu fizjoterapeucie. Wskutek rozwoju narzędzi diagnostycznych i metod terapeutycznych pojawiają się nowe możliwości usprawniania pacjentów z tym rozpoznaniem. Nowe technologie pozwalają dostrzegać zjawiska dotąd obserwowane tylko pobieżnie i co ważne – skutecznie ingerować w sprawność pacjentów, przyczyniając się do poprawy sprawności nawet u osób z wydawać by się mogło utrwalonymi deficytami.

OCENA ZABURZEŃ RÓWNOWAGI

U DZIECI Z MÓZGOWYM PORAŻENIEM DZIECIĘCYM PODDANYCH KOMPLEKSOWEJ TERAPII NEUROFIZJOLOGICZNEJ

ASSESSMENT OF BALANCE DISORDERS OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY WHO UNDERWENT COMPREHENSIVE NEUROPHYSIOLOGICAL THERAPY

SŁOWA KLUCZOWE:
| staw biodrowy
| choroba zwyrodnieniowa stawów
| koksartroza
| rehabilitacja

KEYWORDS:
| hip-joint
| osteoarthritis
| coxarthrosis
| rehabilitation

Mózgowe porażenie jest jedną z głównych przyczyn niepełnosprawności w okresie wczesnego dzieciństwa. Obejmuje różnorodne i zmieniające się wraz z wiekiem uszkodzenia mózgu. Jest to zespół objawów powstałych w wyniku uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego, przede wszystkim neuronu ruchowego. Mózgowe porażenie dziecięce to zaburzenie o niejednolitym charakterze zarówno klinicznie, jak i etiologicznie [1, 2, 3, 4]. Lokalizacja, rozległość i stopień ciężkości uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego determinują obraz kliniczny mózgowego porażenia dziecięcego. W zależności od rodzaju zaburzeń ruchu, biorąc pod uwagę nieprawidłowe, wygórowane napięcie mięśniowe i obecność ruchów mimowolnych, wyróżnia się następujące jego postacie:

- spastyczną – piramidową,
- atetotyczną – pozapiramidową,
- ataktyczną – móżdżkową [5, 6, 7, 8].

Początkowo objawy kliniczne są dyskretne i pojawiają się stopniowo wraz z dojrzewaniem ośrodkowego układu nerwowego i podejmowaniem coraz trudniejszych zadań. Każdy niepokojący objaw powinien zostać zdiagnozowany w celu dostosowania optymalnego programu usprawniania. Wczesne rozpoczęcie terapii daje szansę na poprawę funkcjonowania w późniejszym okresie.

Fizjoterapia dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym bazuje na metodach neurorozwojowych. Można do nich zaliczyć metodę Vojty, NDT Bobath oraz PNF. Wcześnie rozpoczęty proces usprawniania wpływa na pobudzanie plastyczności mózgu, hamowanie odruchów patologicznych, normalizację napięcia mięśniowego i reedukację wzorców motorycznych [2, 3, 4, 9].

Większość osób chorych na mózgowe porażenie dziecięce porusza się przy użyciu pomocy ortopedycznych, takich jak chodziki, wózki inwalidzkie, rzadziej trójnogi i laski. Dzieci mają dysfunkcje koordynacji wzrokowo-ruchowej, schema-

tu ciała, czucia powierzchownego czy lateralizacji. Nieprawidłowy rozwój ruchowy oraz niewystarczające doświadczenia motoryczne dodatkowo wpływają na pogłębienie zaburzeń ruchowych [10, 11].

Cel pracy

Celem pracy jest ocena zaburzeń równowagi u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym w trakcie procesu usprawniania.

Materiał i metoda

Obserwacji poddano 15 pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym w przedziale wiekowym od 8 do 12 lat, ocenionych na poziom III w skali GMFSC. W postępowaniu diagnostycznym zastosowano badanie DIERS Pedoscan. Badanie odbywało się w pozycji stojącej habitualnej. Badano ruch rzutu środka ciężkości w czasie 8 s. Pomiary wykonano przed rozpoczęciem leczenia oraz po pół roku trwania terapii z zastosowaniem metod Vojty, PNF oraz wzorców globalnych wg Soucharda. Program terapeutyczny został indywidualnie dopasowany do poziomu funkcjonalnego i zawierał pełen wachlarz technik przytoczonych metod.

W badaniu oceniono następujące parametry:

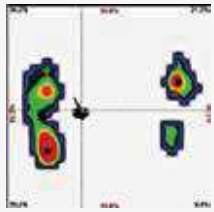
- obciążenie każdej ze stóp podane jako wartość procentowa całej siły oddziaływania ciała na podłoże. Oceniono również procentowy rozkład obciążenia w przedniej i tylnej części stopy (ryc. 1),
- kąt osi stóp mierzony jako kąt pomiędzy osią czołową wyznaczoną położeniem miednicy a osią stóp (ryc. 2),
- ruch środka ciężkości oceniany jako droga, która pokonuje środek ciężkości ciała w czasie 8 s (ryc. 3). System komputerowo oblicza sumę całkowitych wychyleń rzutu środka ciężkości, jak również sumy wychyleń w poszczególnych kierunkach (ryc. 4).

Wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując oprogramowanie Statistica 12, istotność statystyczną ustalono na poziomie $p < 0,05$ dla testu Chi kwadrat.

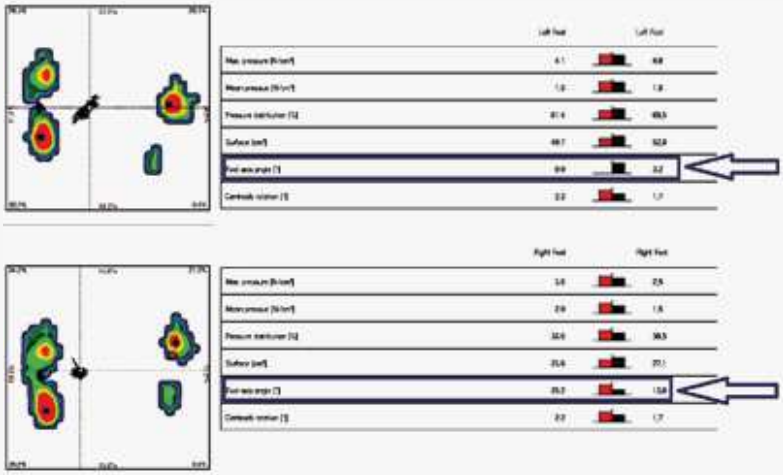
Wyniki

Po sześciu miesiącach usprawniania uzyskano istotną statystycznie poprawę wszystkich poddanych analizie parametrów. Różnica w procentowym obciążeniu lewej i prawej stopy zmniejszyła się o 28,19% ($p < 0,05$). Zmniejszył się kąt osi obu stóp – lewej o 4,46° ($p < 0,05$), a prawej o 5,88° ($p < 0,05$), zbliżając się tym samym do wartości fizjologicznej określanej jako 3–5° [12]. Zmniejszyły się wychylenia rzutu środka ciężkości we wszystkich kierunkach: w lewo o 1,11 cm ($p < 0,05$), w prawo o 1,08 cm ($p < 0,05$), do przodu o 1,14 cm ($p < 0,05$), do tyłu o 1,03 cm ($p < 0,05$). Zmniejszeniu uległa też całkowita droga środka ciężkości, będąca sumą wszystkich wychyleń i miarą sprawności reakcji równoważnych, która uległa redukcji o 4,36 cm ($p < 0,05$).

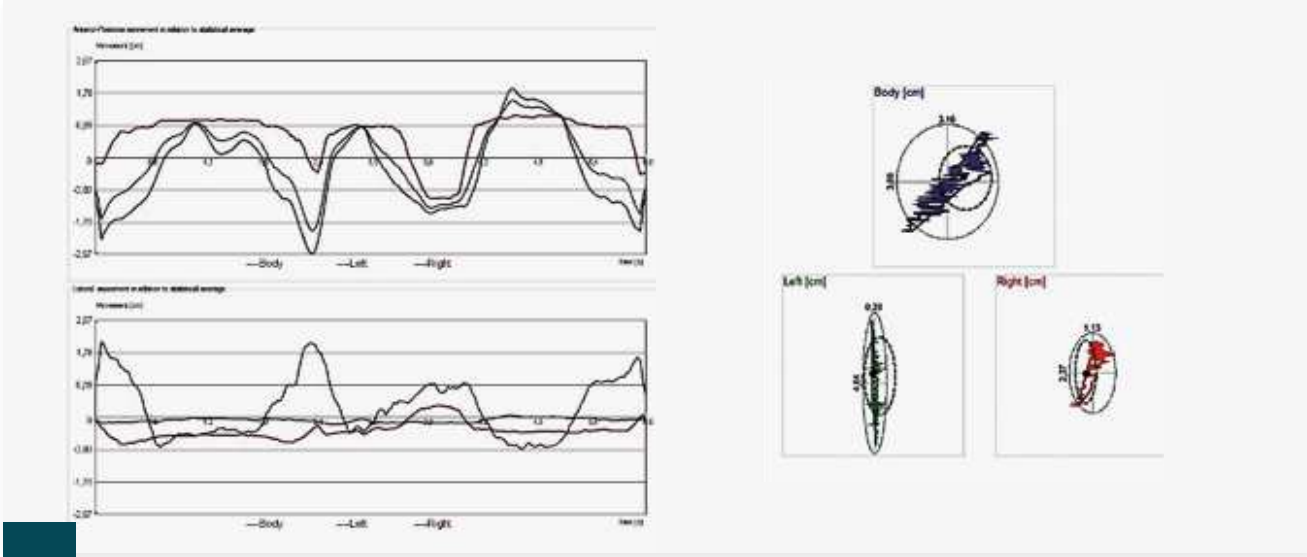
Jedynym negatywnym efektem w analizowanej populacji było przesunięcie obciążenia w kierunku przodostopia, przy czym korzystne byłoby uzyskanie rozkładu na poziomie 60% pięty, a 40% przodostopia [12], efekt ten jednak nie był istotny statystycznie ($p > 0,05$).



1 Rozkład obciążenia stóp u pacjenta przed terapią



2 Kąt osi stóp u pacjenta przed terapią i po półrocznym usprawnianiu



3 Graficzna ilustracja badania ruchu środka ciężkości

Tabela 1. Porównanie wyników parametrycznych u pacjenta przed rozpoczęciem terapii i po półrocznym procesie usprawniania

Total COP-movement (anterior/posterior) [cm]	55,55	60,90	49,00	50,12
Total COP-movement (lateral) [cm]	68,00	67,51	43,64	65,01
Mean COP-movement (anterior/posterior) [cm]	0,166	0,181	0,147	0,150
Mean COP-movement (lateral) [cm]	0,203	0,200	0,131	0,194
Relative COP-deviation [cm]	0,29	0,30	0,22	0,27
Mean COP-distance (anterior/posterior) [cm]	0,17	0,18	0,15	0,15
Mean COP-distance (lateral) [cm]	0,20	0,20	0,13	0,19
COP-Tracing [cm]	97,00	101,84	72,31	91,21
Mean velocity [cm/s]	9,70	10,18	7,23	9,12
Max. COP-velocity [cm/s]	43,26	39,28	26,03	36,68
95% Confidence ellipse area [cm²]	1,09	1,25	0,59	0,97
Sway area [cm²]	9,39	17,06	7,42	7,26
Mean frequency [Hz]	5,33	5,36	5,32	5,33

4 Porównanie wyników parametrycznych u pacjenta przed rozpoczęciem terapii i po półrocznym procesie usprawniania

Tabela 1. Porównanie wyników parametrycznych pacjentów przed rozpoczęciem terapii i po 6 miesiącach usprawniania

	Różnica w obciąże-niu stóp [%]	Obciążenie przodo-stopia [%]	Obciążenie pięty [%]	Obciążenie lewej stopy [%]	Obciążenie prawej stopy [%]	Kąt osi lewej stopy [°]	Kąt osi prawej stopy [°]	Ruch środka ciężkości w lewo [cm]	Ruch środka ciężkości w prawo [cm]	Ruch środka ciężkości do przodu [cm]	Ruch środka ciężkości do tyłu [cm]	Całkowity ruch środka ciężkości [cm]
Średnia 1. badanie	50,69	48,82	51,18	53,11	46,90	12,69	13,57	1,79	1,85	2,48	2,10	8,22
Średnia 2. badanie	22,50	50,43	49,57	49,30	50,70	8,23	7,69	0,68	0,77	1,34	1,07	3,86
p	< 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Dyskusja

Mózgowe porażenie dziecięce jest bardzo niejednorodnym rozpoznaniem klinicznym zarówno pod kątem przyczyny jego występowania, jak i objawów klinicznych [1, 2, 3, 4]. Doświadczenia w pracy klinicznej wskazują, że wszyscy pacjenci prezentujący objawy typowe dla tego zespołu cechują się zaburzeniami reakcji równoważnych o różnym nasileniu. Pod pojęciem równowagi rozumie się dynamikę postawy ciała umożliwiającą zapobiegnięcie upadkowi. Jest to stan układu ruchu człowieka, który charakteryzuje się pionową orientacją ciała, podtrzymywaną dzięki zrównoważeniu sił działających na ciało [13]. W tym kontekście możliwość zachowania prawidłowej, stabilnej postawy jest warunkiem niezbędnym do wykonywania większości ruchów celowych, w tym chodu [14].

Utrzymanie równowagi ciała zachodzi na skutek skoordynowanej współpracy narządu równowagi z ośrodkami móżdżku i rdzenia kręgowego. Kontrola ciała w przestrzeni wymaga również współdziałania systemu mięśniowo-szkieletowego, ruchów gałek ocznych oraz tworu siatkowatego pnia mózgu. Reakcje nastawcze są uzależnione od właściwej koordynacji napięć toniczno-odruchowych zmierzających do utrzymania organizmu w pozycji pionowej [15]. Odruchy przedsionkowo-rdzeniowe są podstawą odpowiednich reakcji posturalnych mięśni odpowiadających za ustawienie poszczególnych części ciała względem siebie. Sprawność czuciowo-ruchowa układu mięśniowo-szkieletowego w takim kształcie warunkuje powstanie pożądanych reakcji równoważnych [16]. Niewielkie wychylenia rzutu środka ciężkości ciała wskazują na bezustanną aktywność narządu równowagi i są obserwowane w całej populacji [17, 18, 19]. Wychylenia nasilają się, gdy zostaje przerwany dopływ bodźców z narządu przedsionkowego, narządu wzroku i proprioreceptorów, a także u osób, u których dochodzi do upośledzenia układu kontroli postawy [20], co ma miejsce zarówno w postaci atetotycznej, jak i ataktycznej mózgowego porażenia dziecięcego [5, 6, 7, 8].

W długookresowym postępowaniu fizjoterapeutycznym główną rolę w usprawnianiu pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym odgrywa stymulacja procesów plastyczności mózgu i w ten sposób wpływanie na zmniejszenie deficytu neurologicznego. Dane z zakresu neurobiologii oraz progres metod rehabilitacji wskazują na znaczącą rolę neuroplastyczności oraz możliwości kompensacyjnych po uszkodzeniach ośrodkowego układu nerwowego, a to właśnie one należą do podstawowych przyczyn mózgowego porażenia dziecięcego. Uważa się, że obszary mózgu, które nie uległy zniszczeniu, mają możliwość zastępowania funkcji struktur uszkodzonych. Udowodniono zdolność neuronów do tworzenia nowych wypustek oraz rozwoju połączeń synaptycznych nawet w dojrzałym ośrodkowym układzie nerwowym. Brak określonych typów zakończeń synaptycznych prowokuje powstawanie nowych zakończeń zarówno aksonalnych, jak i synaptycznych. Rozwój kompensacji zależy od poziomu rozwoju uszkodzonej struktury, stopnia zróżnicowania funkcji deficytowej oraz jej występowania w innych strukturach układu nerwowego. Zakres kompensacji jest związany z wielkością, lokalizacją i charakterem uszkodzenia oraz czasem, jaki minął od uszkodzenia [21–24].

W Polsce większość placówek zajmujących się pacjentami z mózgowym porażeniem dziecięcym wykorzystuje relatywnie nowoczesne metody neurofizjologiczne. Do najczęstszych metod neurofizjologicznych wymienianych w literaturze należą: metoda PNF, Vojty, NDT Bobath. Równolegle z nimi wykorzystuje się zabiegi kinezyterapeutyczne i fizykoterapeutyczne [25]. Rehabilitacja, metody, intensywność terapii, rodzaj stosowanych zabiegów, ich dawka zawsze są dobierane indywidualnie do pacjenta [26, 27]. Nowoczesne techniki opierające się na systemach złączy mózg–komputer tworzą nowe, szersze możliwości rehabilitacji w tej grupie chorych. Szersze ich wprowadzenie trzeba jednak poprzedzić rzetelnymi badaniami klinicznymi [28].

Przeprowadzone na potrzeby niniejszej pracy badania potwierdzają skuteczność wykorzystania metod neurofizjologicznych w usprawnianiu pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym. Jak wskazują przytoczone wyniki, nawet w populacji z utrwalonymi deficytami można przy zindywidualizowanym programie terapeutycznym spodziewać się istotnych zmian w obrębie poszczególnych parametrów. Pozytywny wpływ wykorzystania metod neurofizjologicznych w procesie poprawy reakcji równoważnych opisują też inni autorzy. Usprawnienie reakcji równoważnych oraz koordynacji ruchowej po wykorzystaniu metody Vojty opisuje Kinel [29]. Lee podczas usprawniania metodą PNF opisał skrócenie drogi ruchu środka ciężkości w badaniu zarówno statycznym, jak i dynamicznym [30].

Rzetelna ocena efektów terapii wymaga jednak odpowiednich narzędzi. Większość fizjoterapeutów, nawet z krajów o wysokiej dostępności do narzędzi diagnostycznych, ocenę pacjenta opiera jedynie na obserwacji wzrokowej [31]. Wszechstronność i wierność trójwymiarowego modelu generowanego przez system DIERS w połączeniu z metodami tradycyjnymi pozwala uzyskać rzetelne informacje o morfologii pacjenta [32]. Zastosowanie urządzenia DIERS w kontroli efektów leczenia zaburzeń ustawienia kręgosłupa jest niezwykle istotne ze względu na możliwość częstego wykonywania tego badania, krótkiego czasu jego trwania oraz powtarzalności uzyskanych wyników [33]. Co więcej, badanie może być wykonane w dowolnym momencie postępowania leczniczego [34]. Z obserwacji własnych wynika, że tylko precyzyjna i wnikliwa diagnostyka może być podstawą do odpowiedzialnego i skutecznego programowania postępowania leczniczego.

Ograniczenia badań

Badanie przeprowadzono na stosunkowo małej populacji i nie może ono odzwierciedlać całej populacji dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. Badaniu poddano również

grupę o stosunkowo niejednorodnym obrazie zaburzeń. Zasadne jest przeprowadzenie dalszych badań na dużej populacji z podziałem na poszczególne typy zaburzeń.

Znaczenie kliniczne

Rehabilitacja pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym jest szeroko omawiana w literaturze, dostępność coraz to nowych narzędzi diagnostycznych i terapeutycznych otwiera jednak nowe obszary badawcze. Niniejszy artykuł powinien stanowić wstęp i zachętę do dalszych badań związanych z charakterem i źródłami dysfunkcji u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym, a także do poszukiwania optymalnych rozwiązań terapeutycznych.

Wnioski

- Dzieci z MPDz charakteryzują się zaburzeniami równowagi ciała manifestującymi się zwiększonym ruchem środka ciężkości ciała, zwłaszcza w płaszczyźnie strzałkowej;
- U dzieci z MPDz cechujących się zaburzeniami równowagi ciała obserwuje się zwiększoną rotację stóp oraz znaczne przeniesienie ciężaru ciała na jedną z kończyn;
- Proces terapii neurofizjologicznej daje istotne zmiany w zakresie normalizacji obciążenia stóp i zmniejszenia ruchu środka ciężkości;
- System DIERS stanowi użyteczny element w obserwacji procesu leczenia dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym.

PIŚMIENNICTWO

1. Bagnowska K., The effectiveness of the method of NDT-Bobath therapy in children with cerebral palsy in the opinion of parents, Borgis – Nowa Pediatria 2014; 4: 132–140.
2. Krageloh-Mann I., Cans C., Cerebral palsy update, Brain Dev 2009; 31 (7): 44–57.
3. Snela S., Pasek R., Mózgowe porażenie dziecięce, Ogólnopol Prz Med 2005; 4: 49–55.
4. Gajewska E., Nowe definicje i skale funkcjonalne stosowane w mózgowym porażeniu dziecięcym, Neurol Dziec 2009; 35: 67–71.
5. Kułak W., Sobaniec W., Smigielska-Kuzia J. et al., An age and gender dependency of metabolite concentrations in basal ganglia in children with spastic diplegia: proton magnetic resonance spectroscopy study, J Child Neurol 2009; 24: 73–79.
6. Cybula K., Kułak W., Wiśniewska E., Efficacy studies of NDT method in children with cerebral palsy, Neurologia Dziecięca 2009; 18 (35): 49–52.
7. Rosenbaum P., Paneth N., Leviton A. et al., A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006, Dev Med Child Neurol Suppl 2007; 109: 8–14.
8. Gąsior J., Jeleń P., Pawłowski M. i in., Assessment of effectiveness of muscle stretching as a form of rehabilitation in young patients with cerebral palsy – a review, Borgis – Nowa Pediatria 2016; 2: 62–68.
9. Krageloh-Mann I., Cans C., Cerebral palsy update, Brain Dev 2009; 31 (7): 44–57.
10. Rosenbaum P., Paneth N., Leviton A. et al., A report: the definition and classification of cerebral palsy, Dev Med Child Neurol Suppl 2007; 109: 8–14.
11. Domagalska M., Matyja M., Podstawy usprawniania neurorozwojowego według Berty i Karela Bobathów, AWF, Katowice 2009.
12. Cavanagh P., Abdul Razak A.H., Zayegh A. et al., Foot plantar pressure measurement system: a review, Sensors 2012; 12: 9884–9912.
13. Kostiukow A., Rostkowska E., Samborski W., Badanie zdolności zachowania równowagi ciała, Ann Acad Med Stetin 2009; 55: 102–109.
14. Lee R.S., Reed D.W., Saifuddin A., The correlation between coronal balance and neuroaxial abnormalities detected on MRI in adolescent idiopathic scoliosis, Eur Spine J 2012; 21: 1106–1110.
15. Alrwaily M., Whitney S.L., Vestibular rehabilitation of older adults with dizziness, Otolaryngol Clin North Am 2011; 44: 473–496.
16. Winter D., Human balance and posture control during standing and walking, Gait and Posture 1995; 3: 193–214.
17. Kołodziej J., Kołodziej K., Momola I., Postawa ciała, jej wady i korekcja, Fosze, Rzeszów 2009.
18. Ghorbanpoor Z., Mosallanezhad Z., Minaee Javid J. et al., The relationship between the spine curvature disorders and the resting habits of university students, Physical Treatments 2017; 7: 97-102.
19. Lamartina C., Berjano P., Classification of sagittal imbalance based on spinal alignment and compensatory mechanisms, Eur Spine J 2014; 23: 1177–1189.
20. Ocetkiewicz T., Skalska A., Grodzicki T., Badanie równowagi przy użyciu platformy balansowej – ocena powtarzalności metody, Gerontol Pol 2006; 14: 144–148.
21. Kiebzak W., Kowalski I., Rutkowska I. i in., Postępowanie usprawniające u dzieci po ciężkich urazach czaszkowo-mózgowych, kwantyfikacja wyników (od klinicznych podstaw do obiektywizacji postępów), Postępy Rehabilitacji 2006; 4: 13–22.
22. Kowalski I., Modern neurobiology and progress in rehabilitation, Advances in Rehabilitation 2005; 1 (1): 121–125.
23. Juśkiewicz-Swaczyna B., Kowalski I., Januszko L., Uraz mózgu – neuroplastyczność szansą neurorehabilitacji, Szkice Hum 2014; 36 (4): 99-109.
24. Świerczyńska A., Kłusek R., Wesołowska E., Kaciński M., Wyniki usprawniania dzieci po ciężkich urazach czaszkowo-mózgowych i niedotlenieniu mózgu, Przegląd Lekarski 2009; 66 (11): 992–995.
25. Kopytko D., Kowalski P., Balance disorders in children after cranial-cerebral trauma with total damage to the vestibular apparatus, Polish Annals of Medicine 2014; 21 (2): 139–142.
26. Szymkuć I., Kurylak A., Lach-Inszczak S. i in., Rehabilitation and nursing in children after hypoxic-ischemic brain injury – case reports, Advances in Palliative Medicine 2011; 10: 35–40.
27. Pąchalska M., Neuropsychologiczna rehabilitacja pacjentów wybudzonych z długotrwałej pourazowej śpiączki [w:] Talar J., Neurorehabilitacja u progu XXI wieku, Katedra i Klinika Rehabilitacji Akademii Medycznej im. L. Rydygiera, Bydgoszcz 2003.
28. Jabłońska R., Ślusarz R., Grzelak L. i in., The neurosurgical care of the ill undergone the crani-cerebral injury Turing ale the hospital treatment stages, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin–Polonia 2005; LX, XVI (7): 50–55.
29. Mikołajewska E., Mikołajewski D., Interfejsy mózg–komputer jako rozwiązania dla osób niepełnosprawnych z uszkodzeniami układu nerwowego, Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania 2012; III (4): 19–36.
30. Kinel E., Gajewska E., Surowinska J. i in., Proposition of functional examination according vojta's concept in children with scoliosis, Scoliosis 2014; 9: 017.
31. Lee B.K., Influence of the proprioceptive neuromuscular facilitation exercise programs on idiopathic scoliosis patient in the early 20 s in terms of curves and balancing abilities: single case study, Journal of Exercise Rehabilitation 2016; 12: 567–574.
32. Perriman D.M., Scarvell J.M., Hughes A.R. et al., Thoracic hyperkyphosis: a survey of Australian physiotherapists, IJPR 2012; 17: 167–78.
33. Chowańska J., Kotwicki T., Krzyżaniak A. i in., Warunki i możliwości stosowania techniki topografii powierzchni ciała do wykrywania skrzywień kręgosłupa u dzieci i młodzieży, Probl Hig Epidemiol 2009; 90: 1–5.
34. Wilczyński J., A body posture in the sagittal plane measured among girls aged 12 to 15 from the świetokrzyskie province, Studia Medyczne 2009; 13: 37–39.
35. Śliwiński Z., Kufel W., Halat B. i in., The evaluation of chosen body posture parameters in children with scoliosis – own materials, Scoliosis 2014; 9: 13.