

Ocena skuteczności fizjoterapii w chorobie Huntingtona za pomocą wybranych testów klinicznych oraz systemu Vicon 250

Evaluation of the effectiveness of physiotherapy in Huntington's disease with selected clinical measurements and Vicon 250 system

ELŻBIETA MIREK^{1,3/}, MAGDALENA FILIP^{1/}, MONIKA RUDZIŃSKA^{3/}, WIESŁAW CHWAŁA^{2/}, JADWIGA SZYMURA^{1/}, ANDRZEJ SZCZUDLIK^{3/}

^{1/} Zakład Rehabilitacji w Neurologii i Psychiatrii, Katedra Rehabilitacji Klinicznej, Wydział Rehabilitacji Ruchowej, Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie

^{2/} Zakład Biomechaniki, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie

^{3/} Katedra i Klinika Neurologii, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Wprowadzenie. Choroba Huntingtona (HD) jest genetycznym, postępującym, neurodegeneracyjnym schorzeniem centralnego układu nerwowego. Klinicznie HD charakteryzuje się triadą zaburzeń: psychicznych, funkcji poznawczych oraz ruchowych takich, jak: płasawica, dystonia, parkinsonizm czy ataksja. Zaburzenia ruchowe są przyczyną niepełnosprawności funkcjonalnej, prowadzą do upośledzenia chodu i równowagi, a co za tym idzie wzrostu ryzyka upadków.

Cel. Wstępne sprawdzenie skuteczności i weryfikacja modelu fizjoterapii osób z HD w Krakowskiej Klinice Neurologii CM UJ.

Materiał i metody. Kobiety w wieku 59 lat z zaburzeniami ruchowymi będącymi objawami HD poddano 3 tygodniowemu programowi fizjoterapii stworzonemu w Krakowskiej Klinice Neurologii CMUJ. Przed rozpoczęciem pierwszej terapii i po zakończeniu ostatniej terapii oceniono pacjentkę za pomocą testów klinicznych: Up and Go Test, Tinetti Gait Test, Time Walking Test 10m, 20m oraz trójwymiarowego systemu analizy ruchu Vicon 250.

Wyniki. Po przebytej fizjoterapii czasy uzyskiwane w testach klinicznych uległy skróceniu a liczba punktów w Tinetti Gait Test wzrosła z 3 do 10. Zmiany średnich wartości kątów poszczególnych stawów oraz segmentów ciała oceniane za pomocą systemu Vicon w trakcie chodu zbliżyły się po 3 tygodniowej fizjoterapii do wartości uzyskiwanych przez grupę kontrolną.

Wnioski. Wyniki sugerują, że zastosowany model fizjoterapii może być właściwy i mieć pozytywny wpływ na zaburzenia chodu u osób w HD. Konieczna jest weryfikacja wyników na większej liczbie badanych osób z grupą kontrolną.

Słowa kluczowe: choroba Huntingtona, fizjoterapia, chód, Vicon (system trójwymiarowej analizy ruchu)

Background. Huntington's disease (HD) is a genetic and progressive neurodegenerative disorder of the central nervous system. HD is clinically manifested by cognitive impairment, behavioural signs and a variety of movement disorders like chorea, dystonia, parkinsonism and ataxia. Movement disorders are the cause of functional disability, leading to impaired gait and balance, which increase the risk of falls.

Aim. Making preliminary examination and verification of the effectiveness of physiotherapy model of HD in the CM UJ Neurology Department.

Materials and methods. A 59-year-old woman with impaired mobility, which is a HD symptom, participated in a 3-week program of physiotherapy service created in the CMUJ Neurology Department. She was rated by clinical trials just before the first treatment and just after the last treatment: Up and Go Test, Tinetti Gait Test Time Walking Test 10m, 20m and the three-dimensional motion analysis system Vicon 250.

Results. After the physiotherapy program the times obtained in clinical trials were shortened and the number of points in the Tinetti Gait Test increased from 3 to 10. After 3 weeks of physiotherapy the changes in the average values of the angles of the various joints and body segments, assessed with the Vicon system during gait, approached the values obtained by the control group.

Conclusions. The results suggest that the applied physiotherapy model may be appropriate and have a positive effect on gait disorders in HD patients. It is necessary to verify the results in a larger number of subjects of the control group.

Key words: Huntington's disease, physiotherapy, gait, Vicon (three-dimensional motion analysis system)

© Hygeia Public Health 2013, 48(4): 456-461

www.h-ph.pl

Nadesłano: 28.11.2013

Zakwalifikowano do druku: 29.11.2013

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Elżbieta Mirek

Katedra i Klinika Neurologii, Uniwersytet Jagielloński

ul. Botaniczna 3, 31-503 Kraków

tel. 695 327 424, e-mail: mirek.ela@wp.pl

Numer projektu badawczego: 264/KRK/2010

Numer zgody komisji bioetycznej: KBET/59/B/2010

Wprowadzenie

Choroba Huntingtona (płasawica Huntingtona, *Huntington's disease*, HD) zalicza się do progresywnych, neurodegeneracyjnych chorób centralnego układu nerwowego. Jest dziedziczona w sposób autosomalny, dominujący. Oznacza to, że zachorować mogą zarówno kobiety, jak i mężczyźni, a błąd w genie dominuje nad prawidłową kopią i wywołuje HD. Częstość występowania HD w Polsce wynosi 5 na 100 000 populacji ogólnej. Pierwsze objawy choroby pojawiają się zazwyczaj pomiędzy 30-55 rokiem życia, u 10% osób przed 20 rokiem życia, a czas od uwidocznienia się pierwszych symptomów do śmierci wynosi około 15 lat. Klinicznie HD charakteryzuje się triadą zaburzeń: psychicznych, funkcji poznawczych oraz ruchowych takich jak: płasawica, dystonia, parkinsonizm czy ataksja. Zaburzenia ruchowe są przyczyną niepełnosprawności funkcjonalnej, prowadzą do upośledzenia chodu i równowagi, a co za tym idzie wzrostu ryzyka upadków [1-4]. Mechanizm powstawania zaburzeń chodu u osób z HD w dalszym ciągu nie został poznany. Prawdopodobnie ponad normatywne ruchy klatki piersiowej w głównym stopniu wpływają na zmiany położenia środka ciężkości podczas chodu [5]. Wiąże się to ze spadkiem prędkości chodu oraz częstotliwości kroków, skróceniem długości kroku, wydłużeniem czasu trwania fazy podwójnego podparcia, a co za tym idzie całego cyklu chodu oraz dużą zmiennością wysokości kroku [6-8].

Obecnie nie istnieje sposób leczenia, którego celem byłoby spowolnienie lub zatrzymanie HD. Obiecujące są jednak wyniki badań przeprowadzanych na modelach myszy transgenicznych. Stosowane farmakoterapie (m.in. tetrabenzyna, clonazepam, olanzapina) są leczeniem objawowym polegającym na stopniowym zwiększaniu dawek leków wraz z rozwojem HD, co prowadzi do niepożądanych następstw [3]. Fizjoterapia stosowana jest w wielu chorobach neurodegeneracyjnych, m.in. w chorobie Parkinsona (PD) powodując poprawę parametrów czasowo-przestrzennych chodu. Zaburzenia wzorca chodu pacjentów z PD są bardzo zbliżone do tych występujących w HD [9, 10]. Można zatem przypuszczać, że odpowiednio prowadzona fizjoterapia osób z HD powinna przynieść pozytywne efekty. W przypadku HD do tej pory ukazały się tylko nieliczne publikacje dotyczące pozytywnego wpływu fizjoterapii na chód i równowagę [11-13].

Cel badań

Celem podjętego studium przypadku osoby chorej na HD jest wstępne sprawdzenie skuteczności i weryfikacja stworzonego modelu fizjoterapii w krakowskiej Klinice Neurologii CMUJ [14].

Materiał i metody

Badanie zostało przeprowadzone przy współpracy Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie oraz Kliniki Neurologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Kryteria włączenia do badań były następujące:

- diagnoza HD potwierdzona badaniem genetycznym
- zdiagnozowane zaburzenia ruchowe, będące objawem HD
- stabilna farmakoterapia przynajmniej na miesiąc przed rozpoczęciem fizjoterapii
- pisemna zgoda pacjenta na udział w badaniach.

Kryteria wykluczenia z badań były następujące:

- zaburzenia chodu uniemożliwiające samodzielne przejście dystansu 15 metrów w linii prostej
- nasilone zaburzenia poznawcze, behawioralne lub psychotyczne uniemożliwiające efektywną współpracę z fizjoterapeutą
- schorzenia ortopedyczne utrudniające poruszanie się.

Kwalifikację do badania oraz ocenę zdrowia pacjenta przeprowadził lekarz specjalista neurolog z Kliniki Neurologii CMUJ. Charakterystykę pacjentki poddanej programowi fizjoterapii zamieszczono w tabeli I. Program Fizjoterapii był prowadzony w warunkach szpitalnych przez 3 tygodnie codziennie z wyłączeniem sobót oraz niedziel. Każdą indywidualną 90 minutową sesję prowadził zawsze ten sam fizjoterapeuta zgodnie z wytycznymi modelu przyjętego przez Krakowską Klinikę Neurologii CMUJ [14].

Tabela I. Charakterystyka pacjentki
Table I. Characteristics of the patient

Zmienne	
Płeć	kobieta
Wiek (lata)	59
Wysokość ciała (cm)	152
Masa ciała (kg)	54
Czas od wystąpienia objawów (lata)	6
Ilość powtórzeń CAG	43
UHDRS behavioral	7
UHDRS cognitive	64
UHDRS FA	13
UHDRS motor	39

Pacjentka przed pierwszą i po ostatniej sesji fizjoterapii została poddana ocenie za pomocą:

1. testów klinicznych: Tinetti Gait Test, Test Up and Go, Time Walking Test 10 m, 20 m, 2. trójwymiarowego systemu analizy ruchu Vicon 250 (Pracownia Biokinetyki AWF Kraków). Fazy chodu zostały podzielone według schematu RLA (system Rancho Los Amigos Hospital Gait Laboratory) [15]. Według tego podziału faza podporu dzieli się na:

- fazę przyjęcia ciężaru ciała (*Weight Acceptance*), która składa się z kolei z fazy „Początkowego Kontakt” (*Initial Contact F1*), trwającego 0-2% czasu cyklu chodu (moment kontaktu stopy z podłożem) i fazy zawierającej „Biegun Pięty” (*Loading Response F2*), który trwa 0-10% cyklu chodu i zaczyna się od momentu kontaktu pięty z podłożem, a trwa do momentu, gdy druga kończyna odrywa się od podłoża i przechodzi w fazę przeniesienia;
- fazę pojedynczego podparcia (*Single Limb Support*) zawiera fazę „Środkową Podporu” (*Mid Stance F3*) trwająca przez 10-30% cyklu chodu. Zaczyna się oderwaniem drugiej kończyny od podłoża i trwa do momentu, gdy przodostopie osiągnie kontakt z podłożem i przechodzi w fazę „Kończową Podporu” (*Terminal Stance F4*), która trwa 30-50% cyklu chodu i zaczyna się, gdy kostki boczna i przyśrodkowa unoszą się i jest kontynuowana aż do momentu, gdy druga kończyna dotyka podłoża. Okres ten kończy fazę pojedynczego podporu.

Faza wymachu dzieli się na:

- fazę przeniesienia kończyny (*Limb Advancement*), która zawiera ostatnią fazę podporu (*Pre-Swing F5*) trwającego 50-60% cyklu chodu (moment, gdy obydwie kończyny mają kontakt z podłożem);
- początkową fazę wymachu (*Initial Swing F6*), która trwa od 60% do 73% cyklu chodu (początek w momencie oderwania palców od podłoża, a koniec, gdy przenoszona kończyna znajduje się na wysokości podpierającej stopy);
- środkową fazę wymachu (*Mid Swing F7*) trwającą od 73% do 87% cyklu chodu i zaczyna się, gdy przenoszona stopa jest na wysokości podpierającej stopy, a kończy, gdy podudzie jest ustawione w pozycji pionowej (zgięty staw kolanowy i biodrowy);
- końcową fazę wymachu (*Terminal Swing F8*), która trwa od 87% do 100% cyklu chodu i jest kontynuacją poprzedniej fazy, a kończy się w momencie kontaktu pięty z podłożem. Grupę kontrolną dla pacjentki stanowiło 26 zdrowych osób w wieku $38 \pm 6,1$ lat, u których nie stwierdzono zaburzeń neurologicznych, ani urazów ortopedycznych.

Wyniki

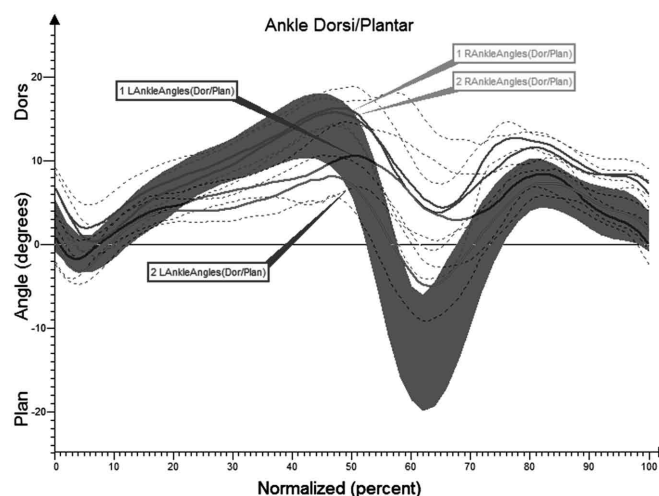
Wyniki testów klinicznych przeprowadzonych przed (badanie I) i po (badanie II) ostatniej sesji fizjoterapii zawiera tabela II. W badaniu II w Up and Go Test czas uzyskany przez pacjentkę był o 4,3 s krótszy w stosunku do badania I. Również w Time Walking Test 10 m i 20 m po zakończeniu terapii czas był krótszy po 3 tygodniowej fizjoterapii odpowiednio o 2,39 s i 3,72 s.

Wyniki uzyskane za pomocą systemu Vicon 250 po opracowaniu w specjalnych aplikacjach do analizy zebranego materiału przedstawiono w fazach znor-

Tabela II. Wyniki testów klinicznych w badaniu I i II
Table II. Results of clinical tests in examination I and II

Test	Badanie I	Badanie II
Test Up and Go [s]	14,36	10,06
Time Walking Test 10m [s]	10,17	7,78
Time Walking Test 20m [s]	21,22	17,5
Tinetti Gait Test [pkt]	3	10

malizowanego cyklu chodu. Na tle wyników ciemnej wstęgi stanowiącej podwójne odchylenie standardowe od średniej wartości kąta uzyskanej w grupie kontrolnej zaprezentowano średnie wartości kątów w danych stawach, a także pomiędzy częściami ciała badanej pacjentki.



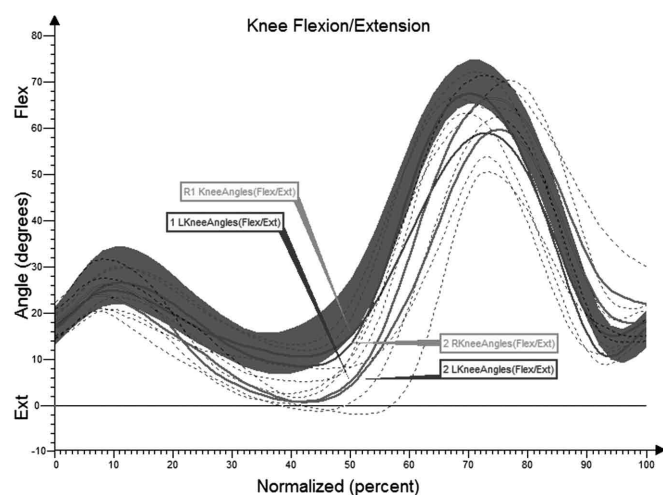
Ryc. 1. Zmiany kątowe ruchów stawu skokowego w płaszczyźnie strzałkowej pacjentki przed i po terapii na tle grupy kontrolnej

Fig. 1. Angle changes of the patient's ankle joint in sagittal plane before and after treatment

(Angle degrees) – wartość kąta w stopniach, Normalized (percent) – znormalizowany cykl chodu w procentach, L – kończyna lewa, R – kończyna prawa, 1 – badanie I przed terapią, 2 – badanie II – po terapii, (+/- linia przerywana – średnia zmian kątowych w stawie w grupie HD); (+/- szara wstęga – średnia zmian kątowych w stawie w grupie kontrolnej)

Przebieg cyklu chodu u pacjentki w badaniu przed i po terapii zbliżony jest do średniej grupy kontrolnej, oprócz patologicznego ustawienia stawu skokowego w fazie F1 (*Initial Contact*) dla prawej kończyny dolnej i F4 (*Terminal Stance*) dla lewej kończyny dolnej oraz fazy F5 (*Pre Swing*) i F6 (*Initial Swing*) dla prawej i lewej kończyny dolnej, w fazie F7 (*Mid Swing*) dla prawej kończyny dolnej w badaniu przed terapią, gdzie występują największe odchylenie dotyczące zarówno ustawienia, jak i przebiegu ruchu od wstęgi odchylenia standardowego podczas przebiegu pełnego cyklu chodu. W 47% pełnego cyklu chodu występuje największe zgięcie grzbietowe w stawie skokowym

prawym w badaniu po terapii prawej kończyny dolnej i przebieg ruchu jest zbliżony do wstęgi średniego odchylenia standardowego u osób z grupy kontrolnej. Natomiast przebiegu ruchu dla lewej kończyny w fazie F6 (*Initial Swing*) (64% cyklu) w badaniu po terapii różnica odchylenia od wstęgi uzyskanej przez osoby z grupy kontrolnej wynosi $\pm 5^\circ$. Wzorzec pracy stawu skokowego charakteryzuje się ograniczonym zakresem ruchu stopy w kierunku zgięcia podszwawego, osiągając przed terapią pozycję neutralną. Po terapii u chorych zwiększyło się zgięcie podszwawo stopy. W badaniu po terapii prawa kończyna dolna najbardziej odchodzi od górnej granicy wstęgi podwójnego odchylenia w fazie F6 i F7 (*Initial Swing*, *Mid Swing* 66-84% cyklu), gdzie osiąga największe zgięcie grzbietowe $\pm 2^\circ$.



Ryc. 2. Zmiany kątowe ruchów stawu kolanowego w płaszczyźnie strzałkowej pacjentki przed i po terapii na tle grupy kontrolnej

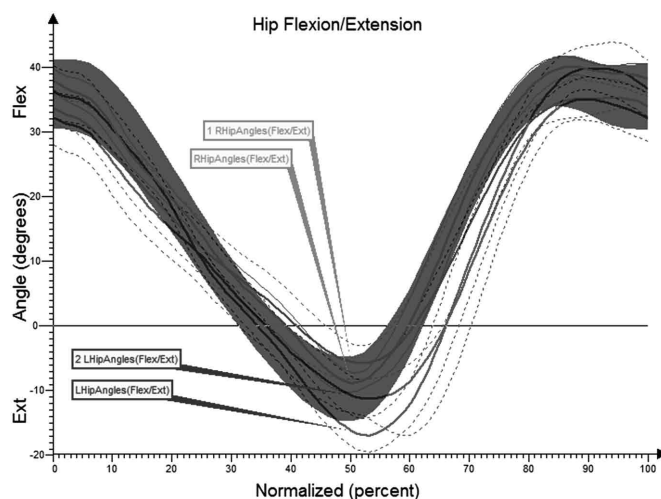
Fig.2. Angle changes of the patient's knee joint in sagittal plane before and after treatment in comparison with the control group

Przed terapią zmiany dotyczyły przebiegu zmian kątowych stawu kolanowego w fazie F4 (*Terminal Stance*) i F6 (*Initial Swing*) dla lewej i prawej kończyny dolnej i różniły się o $\pm 10^\circ$ od średniej uzyskanej przez osoby z grupy kontrolnej. Wskazuje to na zmniejszenie wyprostowania w fazie podwójnego podparcia i zgięcia w fazie przeniesienia. Po terapii zakres zmian kątowych poprawił się o $\pm 4^\circ$ dla lewej kończyny dolnej, natomiast prawa kończyna dolna uzyskała dolną granicę wstęgi podwójnego odchylenia standardowego w przebiegu całego cyklu chodu.

Zauważono znaczną poprawę w przebiegu zmian kątowych po terapii w fazach F1 (*Initial Contact*), F2 (*Loading Response*), F4 (*Terminal Stance*) oraz F8 (*Terminal Swing*) dla obu kończyn dolnych. Przed terapią krzywe przebiegu w fazach F4 (*Terminal Stance*) i w całej fazie wymachu dla lewej kończyny dolnej odbiegały od średniej grupy kontrolnej o $\pm 4^\circ$,

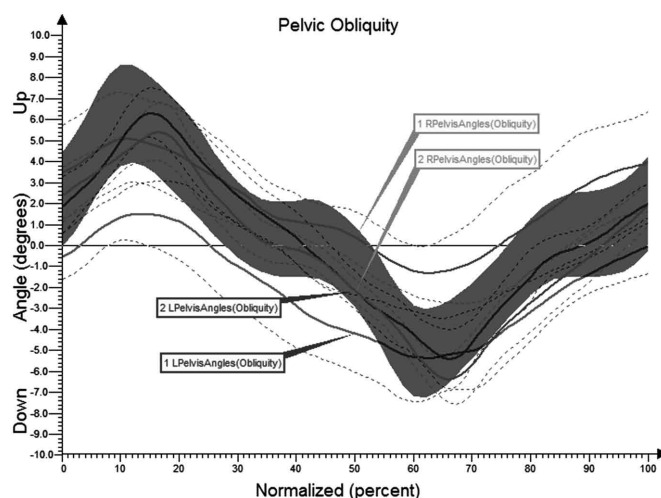
co wskazuje na mniejsze zgięcie stawu. Po terapii dla prawej kończyny dolnej kąt zgięcia w stawie poprawił się o $\pm 4^\circ$, a przebieg cyklu chodu dla lewej kończyny zbliżył się do średniej grupy kontrolnej. Świadczy to o poprawie zakresu ruchu w stawie biodrowym w fazie obciążania kończyny i ostatniej fazie wymachu.

Przebieg ruchów miednicy w płaszczyźnie czołowej w badaniu po terapii zarówno dla lewej jak i prawej kończyny dolnej przez pełny cykl chodu przebiegają zgodnie ze średnią uzyskaną przez grupę kontrolną zarejestrowano na rycinie 4. Przed terapią zmiany kątowe dotyczą całej fazy podparcia dla lewej kończyny dolnej (F1, F2, F3, F4) i F5 (*Pre Swing*) dla prawej i lewej kończyny dolnej oraz w fazie F5 (*Pre Swing*) i F6 (*Initial Swing*) dla prawej kończyny dolnej w sto-



Ryc. 3. Zmiany kątowe ruchów stawu biodrowego w płaszczyźnie strzałkowej pacjentki przed i po terapii na tle grupy kontrolnej

Fig.3. Angle changes of the patient's hip joint in sagittal plane before and after treatment in comparison with the control group

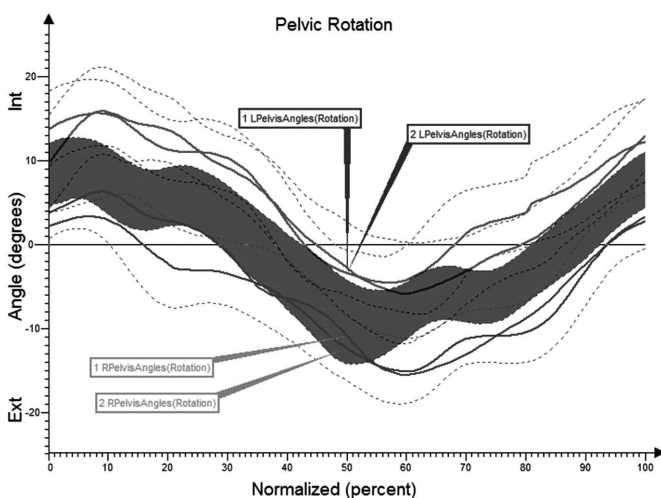


Ryc. 4. Zmiany kątowe ruchów miednicy w płaszczyźnie czołowej pacjentki przed i po terapii na tle grupy kontrolnej

Fig. 4. Angle changes of the patient's pelvis movements in frontal plane before and after treatment in comparison with the control group

sunku do przebiegu wstęgi podwójnego odchylenia standardowego grupy kontrolnej.

Przebieg ruchów miednicy w płaszczyźnie poprzecznej w badaniach przed i po terapii zarejestrowano na rycinie 5. Przez większość cyklu krzywa przebiega poza wstęgą podwójnego odchylenia standardowego uzyskaną przez grupę kontrolną. Jedynie w fazie F1 (*Initial Contact*) i F4 (*Terminal Stance*) prawa kończyna dolna przed terapią przebiega zgodnie dolną granicą wstęgi podwójnego odchylenia standardowego. Poprawę obserwuje się w ustawieniu i przebiegu ruchu w badaniu po terapii zarówno prawej jak i lewej kończyny dolnej.

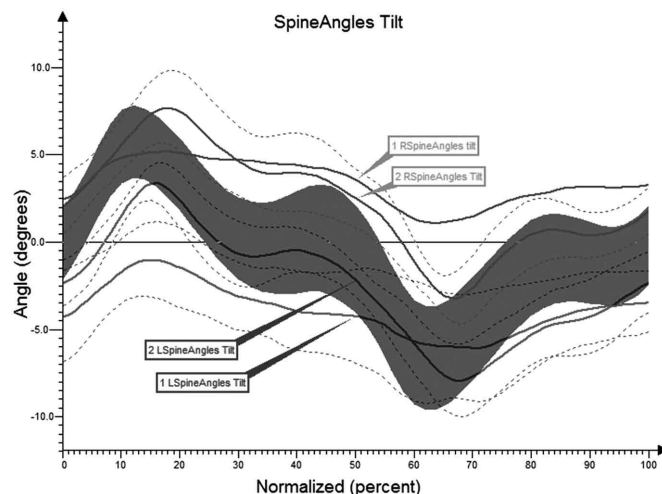


Ryc. 5. Zmiany kątowe ruchów miednicy w płaszczyźnie poprzecznej pacjentki przed i po terapii na tle grupy kontrolnej

Fig. 5. Angle changes of the patient's pelvis movements in axial plane before and after treatment in comparison with the control group

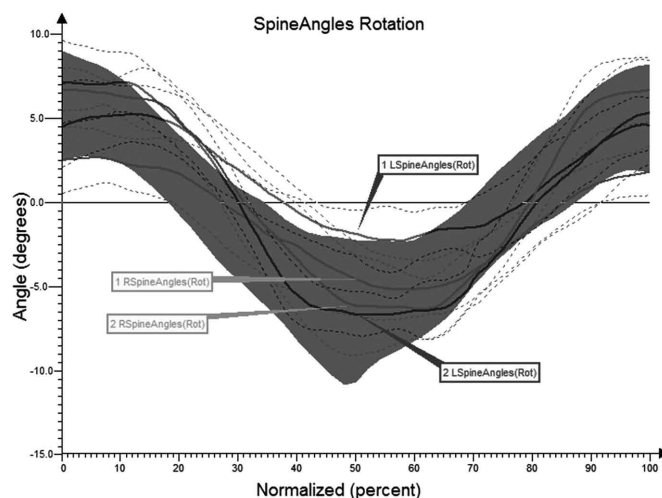
Poszczególne krzywe przebiegu ruchu badań dla prawej kończyny przed i po terapii znajdują się poza górną granicą wstęgi podwójnego odchylenia standardowego ok. $\pm 5^\circ$. W badaniu po terapii przebieg ruchu i ustawienie dla prawej kończyny ulega poprawie o ok. $\pm 2^\circ$ i zbliża się do granicy górnej wstęgi podwójnego odchylenia standardowego, a w fazach F1, F2, F7, F8 przebiega w granicach górnej wstęgi podwójnego odchylenia. U pacjentów zaznacza się zgięciowy charakter ruchu kręgosłupa lędźwiowego, co wskazuje na znaczne pochylenie sylwetki ciała niż ma to miejsce u osób zdrowych.

Na podstawie analizy wyników zarejestrowanych na rycinie 7 stwierdzono, że uzyskane wyniki badanej pacjentki przed i po terapii mieszczą się w granicy wstęgi podwójnego odchylenia standardowego grupy kontrolnej, oprócz lewej kończyny dolnej, która przed terapią najbardziej odbiega poza granicę wstęgi podwójnego odchylenia standardowego w fazie F4 (*Terminal Stance*) ok. $\pm 2^\circ$.



Ryc. 6. Zmiany kątowe ruchów kręgosłupa lędźwiowego w płaszczyźnie strzałkowej pacjentki przed i po terapii na tle grupy kontrolnej

Fig. 6. Angle changes of the patient's lumbar spine movements in sagittal plane before and after treatment in comparison with the control group



Ryc. 7. Zmiany kątowe ruchów kręgosłupa lędźwiowego w płaszczyźnie poprzecznej pacjentki przed i po terapii na tle grupy kontrolnej

Fig. 7. Angle changes of the patient's lumbar spine movements in axial plane before and after treatment in comparison with the control group

Dyskusja

Przegląd piśmiennictwa w oparciu o dostępne bazy danych uwidacznia znaczące braki w obiektywnej ocenie z wykorzystaniem systemów trójwymiarowej analizy ruchu skuteczności fizjoterapii w HD. Wyłącznie Bholen i wsp. [11] ocenił parametry chodu za pomocą systemu GAITRite i wykazał pozytywne efekty 6 tygodniowej fizjoterapii prowadzonej 2 razy w tygodniu ukierunkowanej na reedukację chodu. W badaniu brało udział 12 pacjentów z potwierdzonym HD. W przedstawionym studium przypadku po zakończeniu programu fizjoterapii wzorzec chodu zmienił się, zbliżając się w poszczególnych parame-

trach do wzorca fizjologicznego. Ponadto wyniki pacjentki uzyskane w testach po terapii również uległy poprawie, co świadczy o wzroście prędkości chodu. Na tej podstawie można wnioskować, że w tym konkretnym przypadku fizjoterapia wpłynęła korzystnie na poprawę zdolności lokomocji w aspekcie ilościowym jak i jakościowym.

Obecnie zakończono przeprowadzanie badań przy współpracy AWF Kraków oraz Kliniki Neurologii CM UJ w Krakowie. Za pomocą systemu Vicon 250 oceniono parametry chodu przed rozpoczęciem i po zakończeniu 3-tygodniowego programu fizjoterapii u 30 pacjentów z HD. Trwa analiza i opracowywanie wyników badań.

Piśmiennictwo / References

1. Rowland LP, Pedley TA. Neurologia Meritta. Urban & Partner, Wrocław 2012.
2. Quinn L, Busse M, Broad M, et al. Physiotherapy guidance document. European Huntington's Disease Network 2009.
3. Fahn S, Jankovic J, Hallett M. Principles and practice of movement disorders. Sanders, Philadelphia 2011.
4. Grimbergen YA, Knol MJ, Bloem BR, et al. Falls and gait disturbances in Huntington's disease. *Mov Disord* 2008, 23(7): 970-6.
5. Chwała W, Mirek E, Rudzińska M, Frydel J, Kuźma M. Wpływ ruchów mimowolnych na przestrzenny zakres ruchów środka ciężkości ciała u chorych na chorobę Huntingtona. *Inż Biomed* 2013, 19(2): 85-94.
6. Delval A, Krystkowiak P, Blatt JL, et al. Role of hypokinesia and bradykinesia in gait disturbances in Huntington's disease: a biomechanical study. *J Neurol* 2006, 253: 73-80.
7. Churchyard A, Morris M, Georgiou N, et al. Gait dysfunction in Huntington's Disease: Parkinsonism and a disorder of timing. *Adv Neurol* 2001, 87: 375-385.
8. Koller W, Trimble J. The gait abnormality of Huntington's disease. *Neurol* 1985, 35: 1450-1454.
9. Mirek E, Chwała W, Laska J, et al. Patterns of locomotion in patients with Parkinson's disease after PNF method of therapeutic rehabilitation. *Gait Posture* 2004, 20S: S61-S112.
10. Mirek E, Rudzińska M, Szczudlik A. The assessment of gait disorders in patients with Parkinson's disease using the three-dimensional motion analysis system Vicon. *Neurol Neurochir Pol* 2007, 41(2): 128-133.
11. Bohlen S, Ekwall C, Hellström K, Vesterlin H, Björnefur M, Wiklund L, Reilmann R. Physical therapy in Huntington's disease – toward objective assessments? *Eur J Neurol* 2013, 20(2): 389-393.
12. Khalil H, Quinn L, van Deursen R, Dawes H, Playle R, Rosser A, Busse M. What effect does a structured home-based exercise programme have on people with Huntington's disease? *Clin Rehabil* 2013, 27(7): 646-658.
13. Busse ME, Khalil H, Quinn L, Rosser AE. Physical therapy intervention for people with Huntington disease. *Phys Ther* 2008, 88(7): 820-831.
14. Mirek E, Kuźma M, Macałka J. Model fizjoterapii pacjentów z chorobą Huntingtona w krakowskiej Klinice Neurologii CM UJ. *Rehabil Med* 2013, 17(1): 26-29.
15. Perry J, Burnfield JM. Gait Analysis. Normal and Pathological Function. Slack, Thorofare 2010.