



OLGA PRZYBYŁA

Katedra Dydaktyki Języka i Literatury Polskiej, Centrum Logopedii,
Uniwersytet Śląski w Katowicach

Zaburzenie rozwoju koordynacji – dyspraksja Przegląd badań

ABSTRACT: The need for rapid responding to stimuli, inscribed in the phylogenetic development, is associated with the germination of different systems of information processing. The condition of the maturity of central-peripheral structures as well as it defines the level of processes of coordination developmental and processes of cultural learning. The individual (ontogenic) development of the human nervous system takes place stage by stage and this process is spread over a given time. The results provide evidence of the many-changes in the connections of the brain as the cause of development processing disorder. This paper focuses on the concept of cortico-subcortical loops and cerebellum of the majority of motor, emotional and cognitive functions.

KEY WORDS: developmental coordination disorder, sensory processing, neurodevelopmental disorders, cortico-subcortical loops, motor functions

Wiedza o otaczającym nas świecie zaczyna się
od zrozumienia własnego ciała

*Walter Russell Brain*¹

Opanowanie umiejętności ruchowych na wszystkich poziomach motoryki łączy się z prawidłowym rozwojem układu nerwowego, zarówno ośrodkowego, jak i obwodowego. Wskazywanie związków między poziomem rozwoju procesów mózgowych i umiejętności wyższego rzędu, m.in. w zakresie psychomotoryki, wiąże się z analizą złożonych czynności angażujących narządy wykonawcze i układ odbiorczy w kontekście stopnia zaawansowania ich koordynacji. Rozwój psychoruchowy jest uwarunkowany fizjologicznym dojrzewaniem układu nerwowego, w tym doskonaleniem się narządów zmysłów w ich wzajemnej integracji.

¹ Cyt. za V.F. MASS: *Uczenie się przez zmysły. Wprowadzenie do teorii integracji sensorycznej dla rodziców i specjalistów*. Przeł. E. GRZYBOWSKA, Z. PRZYROWSKI, M. ŚLIFIRSKA. Warszawa, WSiP 1998, s. 71.

Zgodnie z aktualną wiedzą kontrola funkcji motorycznych jest hierarchiczna, a przetwarzanie informacji z nią związanych pozostaje w ściślejszej współzależności z funkcjami emocjonalnymi oraz poznawczymi i odbywa się sekwencyjnie bądź równoległe w różnych strukturach mózgu. Podstawą występowania złożonych zjawisk psychicznych jest skomplikowana sieć połączeń między neuronami różnych pięter układu nerwowego². Mózg i ciało współdziałają z sobą na zasadzie sprzężenia zwrotnego, tworząc – poprzez układy eferentny i aferentny – system reakcji, działania i ekspresji. Jeżeli procesy bilateralnej wymiany informacji sensorycznych zostają w jakikolwiek sposób zaburzone, powstają nieprawidłowości w obszarze percepcji, które mogą mieć wpływ na późniejszy rozwój zdolności ruchowych, poznawczych i społecznych.

W zdecydowanej większości przypadków u dzieci z zaburzeniami rozwoju o różnej etiologii obserwuje się zaburzenia mechanizmu antygravitacyjnego, wyrażone w postaci obniżonego napięcia posturalnego. Trudności w pionizacji oraz nieprawidłowości w realizacji aktywności ruchowych z powodu deficytów napięcia posturalnego charakteryzują m.in. zaburzenie rozwoju koordynacji (*developmental coordination disorder* – DCD). W piśmiennictwie poświęconym problemom motorycznym dzieci (z wyłączeniem dzieci z dysfunkcjami neurologicznymi, takimi jak: mózgowie porażenie dziecięce, dystrofie mięśniowe itp.) funkcjonują wymienione dwie nazwy – zaburzenie rozwoju koordynacji i dyspraksja³. Swoim zakresem pojęcia te odnoszą się do zaburzeń rozwojowych występujących u dzieci, które mają trudności z kontrolowaniem ruchu w następstwie słabej umiejętności jego planowania. Przedstawienie stanu badań oraz własnych uwag dotyczących zaburzenia rozwoju koordynacji stanowi myśl przewodnią artykułu.

² K.W. WALSH: *Neuropsychologia kliniczna*. Warszawa, Wydaw. Naukowe PWN 2000. Za: I. LASKOWSKA, E.J. GORZELAŃCZYK: *Rola jąder podstawy w regulacji funkcji poznawczych*. „Neuropsychiatria i Neuropsychologia” 2009, nr 4 (1), s. 26.

³ „Rozwojowe zaburzenia koordynacji” (DCD) są nazwą stosowaną w Stanach Zjednoczonych (por. *Kryteria diagnostyczne z DSM-5. Desk Reference*. Red. nauk. wyd. pol. P. GAŁECKI, Ł. ŚWIĘCICKI. Wrocław, Edra Urban & Partner 2016, s. 36), w Wielkiej Brytanii przyjęła się nazwa „dyspraksja”. W literaturze można odnaleźć ponadto określenia: syndrom niezdarnego dziecka; agnozja i apraksja rozwojowa; minimalna dysfunkcja ruchowa; trudności z uczeniem się motorycznym; dysfunkcja neurorozwojowa; dysfunkcja percepcyjna/percepcyjno-motoryczna; niezręczność fizyczna; dysfunkcja sensoryczno-motoryczna (M. BOON: *Understanding dyspraxia: a guide for parents and teachers*. Philadelphia, Jessica Kingsley Publishers 2010. Za: G. PLATT: *Pokonać dyspraksję. Prosty program ćwiczeń poprawiających umiejętności ruchowe w domu i w szkole*. Gdańsk, Harmonia Universalis 2015, s. 9). W Polsce – zgodnie z klasyfikacją chorób ICD-10 – obowiązuje nazwa „specyficzne zaburzenie rozwoju funkcji motorycznych” (F82), która swym zakresem obejmuje: zespół „niezdarnego dziecka”, zaburzenie rozwoju koordynacji, rozwojową dyspraksję (*Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10. Opisy kliniczne i wskazówki diagnostyczne*. Red. przekł. S. PUŻYŃSKI, J. WCIÓRKA. Kraków-Warszawa, Uniwersyteckie Wydaw. Medyczne „Vesalius” 2007, s. 207–208).

Definicja i kryteria diagnostyczne zaburzenia rozwoju koordynacji

Według klasyfikacji chorób ICD-10 (*Classification of Mental and Behavioural Disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*⁴), opracowanej przez Światową Organizację Zdrowia (World Health Organization – WHO), zaburzenie rozwoju koordynacji wpisuje się w kategorię zaburzeń neurorozwojowych i jest to: „poważne zaburzenie rozwoju koordynacji motorycznej, którego nie można wytłumaczyć wyłącznie upośledzeniem ogólnego rozwoju intelektualnego ani jakimkolwiek specyficznym, wrodzonym lub nabytym zaburzeniem neurologicznym [...], a dokładne badanie kliniczne wskazuje na takie przejawy niedojrzałości układu nerwowego, jak ruchy choreoatetyczne niepodtrzymywanych kończyn, ruchy lustrzane i inne towarzyszące zaburzenia neuronu ruchowego, jak też na objawy złej koordynacji w zakresie ruchów rąk”⁵. Z kolei Amerykańskie Towarzystwo Psychiatryczne (American Psychiatric Association – APA) w klasyfikacji DSM-V (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder*) wskazało, że DCD charakteryzuje „zaburzenie, które jest rozwojowe” i „może zmieniać się z wiekiem, a w niektórych przypadkach trudności z zakresu koordynacji mogą trwać po czas dorastania, nierzadko występować w dorosłości”⁶. Dla doprecyzowania ram ułatwiających proces diagnostyczny w tabeli 1 zostały uwzględnione kryteria włączające oraz wyłączające w przypadku specyficznych zaburzeń rozwoju funkcji motorycznych (F82).

Na podstawie literatury przedmiotu można stwierdzić, że do problemów rozwojowych zaburzeń koordynacji należą:

- obniżone napięcie posturalne (hipotonia posturalna);
- problemy z równowagą (nieprawidłowe reakcje nastawcze i równoważne);
- niezdolność do planowania ruchu, zwłaszcza aktywności związanych z przekraczaniem linii środkowej ciała (problemy z wykonywaniem ruchów naprzemiennych i koordynacją);
- słabe proprioceptywne sprzężenie zwrotne (słaba świadomość ciała oraz słaba świadomość własnych ruchów – w tym upośledzenie ruchów mięśni twarzy, ust – które stają się przyczyną zaburzeń mowy i połykania);
- słabe dotykowe sprzężenie zwrotne (niska wrażliwość na dotyk);
- słaba koncentracja uwagi;

⁴ ICD-10: *Classification of Mental and Behavioural Disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Geneva World Health Organization. <http://www.who.int/classifications/icd/en/bluebook.pdf?ua=1> [data dostępu: 4.12.2016]. Wyd. pol.: *Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10...*

⁵ *Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10...*, s. 207–208.

⁶ *Desk Reference to the Diagnostic Criteria from DSM-5*. Arlington, American Psychiatric Association 2013.

- ogólny brak hamowania w ośrodkowym układzie nerwowym (nadmierne pobudzenie ośrodkowego układu nerwowego);
- nadmierna ruchliwość;
- nieprawidłowe ruchy gałek ocznych;
- wysoka męczliwość mięśni;
- słaba stabilność stawów;
- słabe palce, dłonie i nadgarstki⁷.

TABELA 1. Kryteria diagnostyczne specyficznych zaburzeń rozwoju funkcji motorycznych

Kryteria włączające	Kryteria wyłączające
<p>Zaburzenie radzenie sobie w codziennych zajęciach, które wymagają koordynacji ruchowej w zakresie drobnych i dużych ruchów, np. upuszczanie przedmiotów, niezdarność; poziom realizacji aktywności ruchowych, biorąc pod uwagę wiek osoby i poziom jej inteligencji, jest istotnie poniżej oczekiwań; zaburzenie ujawnia się opóźnieniami w osiągnięciu ważnych aktywności motorycznych, takich jak np. chodzenie, czołganie się, siedzenie, pisanie, osiągnięcia sportowe.</p> <p>Zaburzenie ujawnia znamiona niedojrzałości układu nerwowego, przypominające ruchy płasawicze niepodpartych kończyn lub ruchy lustrzane oraz inne towarzyszące zmiany motoryki.</p>	<p>Zaburzenie nie jest spowodowane ogólnym stanem zdrowia (np. porażenie mózgowie, dystrofia mięśniowa) i nie spełnia kryteriów całościowych zaburzeń rozwojowych[*].</p> <p>Jeśli upośledzenie umysłowe jest obecne, trudności motoryczne są większe od tych zazwyczaj z nim związanych.</p>

* Całościowe zaburzenia rozwojowe (F84) charakteryzują się jakościowymi nieprawidłowościami interakcji społecznych i wzorców porozumiewania się oraz ograniczonym, stereotypowym, powtarzającym się repertuarem zainteresowań i aktywności, z którymi często występują pewnego stopnia globalne zaburzenia funkcji poznawczych ściśle związane z procesem biologicznego dojrzewania OUN. Do tej grupy zaburzeń należą: autyzm dziecięcy, zespół Retta, inne dziecięce zaburzenia dezintegracyjne, zespół Aspergera i inne całościowe zaburzenia rozwojowe (*Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10. Opisy kliniczne i wskazówki diagnostyczne*. Red. przekł. S. PUZYŃSKI, J. WCIÓRKA. Kraków-Warszawa, Uniwersyteckie Wydaw. Medyczne „Vesalius” 2007, s. 194–196; 209).

ŹRÓDŁO: Opracowanie własne na podstawie: *Kryteria diagnostyczne z DSM-5. Desk Reference*. Red. nauk. wyd. pol. P. GAŁECKI, Ł. ŚWIĘCICKI. Wrocław, Edra Urban & Partner 2016, s. 36; *Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10...*, s. 207–208.

⁷ M.H. CANTELL, M.M. SMYTH, T.P. AHONEN: *Two distinct pathways for developmental coordination disorder: Persistence and resolution*. “Human Movement Science” 2003, Vol. 22, Issues 4–5, p. 413–431; J. VISSER: *Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities*. “Human Movement Science” 2003, Vol. 22, Issues 4–5, p. 479–493; M.A. OLIVEIRA et al.: *Effect of kinetic redundancy on hand digit control in children with DCD*. “Neuroscience Letters” 2006, Vol. 410, Issue 1, p. 42–46.

Problemy drugorzędne to:

- brak pewności siebie i niska samoocena;
- problemy interpersonalne;
- unikanie, wycofanie;
- frustracja;
- smutek;
- osamotnienie;
- przyjęcie roli klasowego błazna⁸.

Zaburzenie rozwoju koordynacji dotyczy od 5% do 9% wszystkich dzieci⁹. Objawy w poszczególnych przypadkach są różne, m.in. ze względu na istnienie współwystępujących z nimi trudności¹⁰. Przed laty badacze zwracali uwagę na wspólne podłoże: DCD, zespołu deficytu uwagi (ADD), zespołu nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ADHD), spektrum autyzmu (AD), dysleksji, specyficznych zaburzeń językowych (SLI), nadając im miano minimalnych dysfunkcji mózgu (*minimal brain disfunction* – MBD)¹¹. Pojęcie MBD, zaniechane przez badaczy ze względu na zbyt ogólny charakter, zastąpiono w 2001 roku określeniem zaproponowanym przez Jeffrey’ a Gilgera i Bonnie Kaplan – atypowy rozwój mózgu (*atypical brain development* – ABD)¹², które wraz z teorią DAMP (*deficit attention motor perception* – deficyt uwagi, kontroli motorycznej i percepcji¹³) było omawiane w relacji do dyspraksji. Atypowy rozwój mózgu odnosi się do obserwowanego wśród dzieci i młodzieży nieharmonijnego rozwoju psychoruchowego spowodowanego w dużej mierze atypowym przetwarzaniem bodźców zmysłowych, dysfunkcjami w obrębie układów sensorycznych, a także brakiem współpracy pomiędzy nimi¹⁴.

⁸ G. PLATT: *Pokonać dyspraksję...*, s. 20.

⁹ J.A. CAIRNEY et al.: *Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children aged 9–14 y.* “International Journal of Obesity” 2005, No. 29, p. 369–372.

¹⁰ A.L. BARNETT, L. KOOISTRA, S.E. HENDERSON: „*Clumsiness*” as syndrome and symptom. “Human Movement Science” 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 435–447; R. COLEMAN, J.P. PIEK, D.J. LIVESEY: *A longitudinal study of motor ability and kinaesthetic acuity in young children at risk of developmental coordination disorder.* “Human Movement Science” 2001, Vol. 20, Issues 1–2: *Developmental Coordination Disorder: Diagnosis, description, processes and treatment*, p. 95–110.

¹¹ L. HELLGREN et al.: *Children with deficits in attention, motor control and perception (DAMP) almost grown up: general health at 16 years.* “Developmental Medicine and Child Neurology” 1993, Vol. 35, Issue 7, p. 881–892.

¹² J.W. GILGER, B.J. KAPLAN: *The neuropsychology of dyslexia: The concept of atypical brain development.* “Developmental Neuropsychology” 2001, Vol. 20, s. 469–486.

¹³ W latach osiemdziesiątych XX wieku szwedzcy naukowcy opublikowali wyniki serii badań na temat dzieci z deficytami percepcyjnymi, motorycznymi i uwagi. U dzieci zdiagnozowano minimalne dysfunkcje mózgu (MBD) i zauważono „neurorozwojowe odchylenia wskazujące na zespół niezdarne dziecko”. Zob. C. GILLBERG et al.: *Perceptual, motor and attentional deficits in seven-year-old children: Neurological screening aspects.* “Acta Paediatrica Scandinavia” 1983, Vol. 72, p. 119–124.

¹⁴ Por. O. PRZYBYŁA: *Przetwarzanie sensoryczne w aspekcie neurorozwojowym a trudności w nabywaniu mowy i języka.* „Forum Logopedyczne” 2011, nr 19, s. 102–114.

W ich następstwie w różnych jednostkach (ADD, ADHD, AD, SLI) stwierdza się odmienne obrazy kliniczne. U podłoża zaburzeń leżą przede wszystkim problemy z koordynacją w złożonych aktywnościach angażujących wielomodalną integrację i wymagających szybkiego oraz precyzyjnego działania.

Wszelkie przejawy opóźnień lub zaburzeń w obrębie rozwoju ruchowego, intelektualnego, społeczno-emocjonalnego oraz językowego wraz z współwystępującymi trudnościami w zakresie zdolności komunikacji znajdują uzasadnienie w nieprawidłowym przebiegu doskonalenia zdolności kontroli ruchu i funkcji wykonawczych. W ostatnich latach badacze analizowali teorie alternatywne, m.in. hipotezę deficytu automatyzacji, która ma swoje źródło w koncepcjach badań nad dysleksją, a w obrazie ściśle współgra z DCD. Obecnie podkreśla się, że przyczynę nieprawidłowości DCD można łączyć z koncepcją dysfunkcji hamowania Russella A. Barkleya¹⁵ i ewolucyjnym ujęciem kontroli zachowania (początkowo kojarzonym z ADHD). Według tego badacza do wykonania wszelkiego rodzaju działań niezbędna jest samokontrola, która wiąże się z trzema wpływającymi na siebie wzajemnie procesami: a) początkowym hamowaniem – zapobiega zbyt szybkiej, przedwczesnej reakcji na bodziec; b) wstrzymaniem trwającej reakcji – umożliwia opóźnienie decyzji o jakości odpowiedzi; c) ochroną czasu opóźnienia – zabezpiecza celowe zachowania przed dystraktorami lub konkurencyjnymi zdarzeniami¹⁶. Dzieci z dyspraksją mają bowiem znacznie obniżoną zdolność realizacji zadań wymagających równoważenia kilku aktywności, np. trudności w równoczesnym planowaniu i przewidywaniu przebiegu czynności.

Procedury i testy oceny zaburzenia rozwoju koordynacji

W następstwie nieprawidłowości w organizacji odbioru działających na ustrój różnorodnych bodźców, który odbywa się poprzez narządy zmysłów, dochodzi do nieharmonijnego współdziałania układu nerwowego i zaburzonego wykonywania czynności ruchowych¹⁷. DCD wiąże się z dysfunkcjami motorycznymi, których

¹⁵ R.A. BARKLEY: *Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD*. "Psychological Bulletin" 1997, Vol. 121, Issue 1, p. 65–94. IDEM: *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder*. "Scientific American" 1998, Vol. 279, No. 3, p. 65–94.

¹⁶ R.A. BARKLEY: *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder...*; F.X. CASTELLANOSEY, R. TANNOCK: *Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: The search for endophenotypes*. "Nature Reviews Neuroscience" 2002, No. 3, p. 617–628; A.L. KRAI, F.X. CASTELLANOSEY: *Brain development and ADHD*. "Clinical Psychology Review" 2006, Vol. 26, Issue 4, p. 433–444.

¹⁷ Por. M. BORKOWSKA: *Napięcie mięśni, jego zaburzenia oraz zakresy ruchów w stawach*. W: *Dziecko niepełnosprawne ruchowo. Usprawnianie ruchowe*. Red. EADEM. Warszawa, WSiP 1997, s. 54.

podłożem są współwystępujące deficyty sensoryczne. Odnosi się do uogólnionego problemu obejmującego zarówno dysfunkcje w zakresie programowania ruchu, jak i nieprawidłowości w jego percepcji. Reint Geuze i Hannelore Böger¹⁸ oraz Marian J. Jongmans, Bouwien C. Smits-Engelsman, Mariana M. Schoemaker¹⁹ dokonali przeglądu 176 publikacji dotyczących dyspraksji. Badacze wskazali, że nie ma jasności w zakresie procedur stosowanych w ocenie dzieci z DCD, a poziom problemów percepcyjno-motorycznych określa się, uwzględniając sprawność motoryczną i umiejętności koordynacyjne, w kontekście kategorii dyspraksji: ciężkiej, umiarkowanej i łagodnej²⁰. Zazwyczaj diagnozę przeprowadza się na podstawie standaryzowanego testu motoryki, np. w „Zestawie testów ruchowych” – „Movement ABC”²¹ zawarto próby wyszczególnione w trzech głównych obszarach obserwacji: zręczności manualnej (motoryki małej), reakcji posturalnych w tle oraz równowagi dynamicznej.

Z reguły dzieci z dyspraksją prezentują nieprawidłowości w zakresie kontroli postawy²² i koordynacji oraz słabe umiejętności w zakresie motoryki małej²³. Ponadto problemy motoryczne łączy się z deficytami w sferze sensorycznej i dysfunkcjami w integracji sensomotorycznej. Liczne badania ujawniają bowiem zaburzenia propriocepcji i kinestezji, m.in. w zakresie nieprawidłowości w wykonywaniu ruchów²⁴. Dzieci z DCD wykazują większą zmienność w synchronizacji i sile skurczów mięśni, w ruchach zarówno rytmicznych, jak i płynnych²⁵. Do współwystępujących zabu-

¹⁸ R.H. GEUZE, H. BÖRGER: *Children who are clumsy: Five years later*. “Adapted Physical Activity Quarterly” 1993, Vol. 10, Issue 1, p. 10–21.

¹⁹ M.J. JONGMANS et al.: *Consequences of Comorbidity of Developmental Coordination Disorders and Learning Disabilities for Severity and Pattern of Perceptual-Motor Dysfunction*. “Journal of Learning Disabilities” 2001, Vol. 36, Issue 6, p. 528–537.

²⁰ M.H. CANTELL, M.M. SMYTH, T.P. AHONEN: *Two distinct pathways...*

²¹ S.E. HENDERSON, D.A. SUGDEN: *Movement Assessment Battery for Children Test*. Kent, Psychological Corporation 1992. W skrócie: „Movement ABC”.

²² J.P. WANN, M. MON-WILLIAMS, K. RUSHTON: *Postural control and co-ordination disorders: The swinging room revisited*. “Human Movement Science” 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 491–514; H.G. WILLIAMS, M. WOLLACOTT: *Characteristics of neuromuscular responses underlying posture control in clumsy children*. “Motor Development: Research and Reviews” 1997, Vol. 1, p. 8–23.

²³ B.C. SMITS-ENGELSMAN et al.: *Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability*. “Human Movement Science” 2001, Vol. 20, Issues 1–2, p. 161–182.

²⁴ HOARE D.: *Subtypes of developmental coordination disorder*. “Adapted Physical Activity Quarterly” 1994, Vol. 11, Issue 2, p. 158–169; A.J. RAYNOR: *Strength, power, and coactivation in children with developmental coordination disorder*. “Developmental Medicine and Child Neurology” 2001, Vol. 43, Issue 10, p. 676–684.

²⁵ R.H. GEUZE, A.F. KALVERBOER: *Inconsistency and adaptation in timing of clumsy children*. “Journal of Human Movement Studies” 1987, Vol. 13, Issue 8, p. 421–432; EIDEM: *Tapping a rhythm: A problem of timing for children who are clumsy and dyslexic*. “Adapted Physical Activity Quarterly” 1994, Vol. 11, Issue 2, p. 203–213; L. LUNDY-EKMAN et al.: *Timing and force control deficits in clumsy children*. “Journal of Cognitive Neuroscience” 1991, Vol. 3, No. 4, p. 367–376; H.E. PARKER et al.: *Are motor timing problems subgroup specific in children with developmental coordination disorder?* “Australian Educational and Development Psychologist” 1997, Vol. 14, Issue 1, p. 35–42; J.P. PIEK,

rzeń należą trudności w integracji wzrokowo-motorycznej, mające związek z deficytem w odwzorowywaniu informacji wzrokowej i kinestetyczno-proprioceptywnej²⁶. Dysfunkcje widzenia obejmują również trudności w określaniu rozmiaru obiektu²⁷ oraz zlokalizowaniu położenia obiektu w przestrzeni²⁸. Badacze skupiają się ponadto na kwestii obniżenia zdolności uwagi wzrokowej²⁹.

Dlatego też, poszukując wskazań postępowania terapeutycznego i skutecznej interwencji, starano się zrozumieć związek DCD z zaburzeniami współwystępu-

R.A. SKINNER: *Timing and force control during a sequential tapping task in children with and without motor coordination problems*. "Journal of the International Neuropsychology Society" 1999, Vol. 5, Issue 4, p. 320–329; M.J.M. VOLMAN, R.H. GEUZE: *Stability of rhythmic finger movements in children with a Developmental Coordination Disorder*. "Motor Control" 1998, Vol. 2, Issue 1, p. 34–60; IDEM: *Relative phase stability of bimanual and visuomanual rhythmic coordination patterns in children with a developmental coordination disorder*. "Human Movement Science" 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 541–572; H.G. WILLIAMS, A. CASTRO: *Timing and force characteristics of muscle activity: Postural control in children with and without developmental coordination disorders*. "Australian Educational and Developmental Psychologist" 1997, Vol. 14, Issue 1, p. 43–54; H.G. WILLIAMS et al.: *Timing and motor control in clumsy children*. "Journal of Motor Behavior" 1992, Vol. 24, Issue 2, p. 165–172.

²⁶ R. COLEMAN et al.: *Kinaesthetic acuity in preprimary children at risk of developmental coordination disorder*. "Australian Educational and Developmental Psychologist" 1997, Vol. 14, Issue 1, p. 80–86; J.I. LASZLO et al.: *Clumsiness or perceptuo-motor dysfunction?* In: *Cognition and action in skilled behaviour*. Eds. A.M. COLLEY, J.R. BEECH. Amsterdam, North Holland 1988, p. 293–310; IDEM et al.: *Process oriented assessment and treatment of children with developmental coordination disorder*. "Corpus Psyche et Societas" 1996, No. 3, p. 11–18; M. MON-WILLIAMS: *Ophthalmic factors in developmental coordination disorder*. "Adapted Physical Activity Quarterly" 1994, Vol. 11, Issue 2, p. 170–178; IDEM et al.: *Visual-proprioceptive mapping in developmental coordination disorder*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1999, Vol. 41, Issue 4, p. 247–254; J.P. PIĘK et al.: *Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1999, Vol. 41, Issue 3, p. 159–165; IDEM et al.: *Inter- and intra-sensory modalit matching in children with hand-eye co-ordination problems*. "Experimental Brain Research" 1997, Vol. 114, Issue 3, p. 492–499; H. SIGMUNDSSON: *Inter-modal matching and bi-manual co-ordination in children with hand-eye co-ordination problems*. "Nordisk Fysioterapi" 1999, No. 3, p. 55–64; M.M. SMYTH, U.C. MASON: *Use of proprioception in normal and clumsy children*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1998, Vol. 40, Issue 10, p. 672–681.

²⁷ C. HULME et al.: *Visual, kinaesthetic and cross-modal judgements of length by normal and clumsy children*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1982, Vol. 24, Issue 4, p. 461–471; IDEM et al.: *Visual perceptual deficits in clumsy children*. "Neuropsychologia" 1982, Vol. 20, Issue 4, p. 475–481; IDEM et al.: *Visual, kinaesthetic and cross-modal judgements of length by clumsy children: A comparison with young normal children*. "Child: Care, Health and Development" 1984, Vol. 10, Issue 2, p. 117–125;

²⁸ M.M. SCHOEMAKER et al.: *Perceptual skills of children with developmental coordination disorder*. "Human Movement Science" 2001, Vol. 20, Issues 1–2: *Development coordination disorder: Diagnosis, description, processes and treatment*, p. 111–133.

²⁹ P.H. WILSON et al.: *Covert orienting of visuospatial attention in children with developmental coordination disorder*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1997, Vol. 39, Issue 11, p. 736–745; P.H. WILSON, P. MARUFF: *Deficits in the endogenous control of covert visuospatial attention in children with developmental coordination disorder*. "Human Movement Science" 1999, Vol. 18, Issues 2–3, p. 421–442.

jącymi i ocenić różnice w osiągnięciach dzieci za pomocą serii wskaźników sensomotorycznych.

Na przykład Deborah Hoare³⁰ uwzględniła pomiar: percepcji wzrokowej, integracji wzrokowo-motorycznej, sprawności manualnej i kinestetycznej oraz równowagi i prędkości wykonania ruchowych aktywności. Deborah Dewey i Bonnie J. Kaplan³¹ oceniały natomiast: równowagę, koordynację bilateralną, koordynację kończyn górnych, ruchy posturalne w tle oraz motoryczne sekwencjonowanie. Motohide Miyahara³² analizował: prędkość biegania, zwinność, równowagę, siłę, ruchy kończyn górnych oraz zręczność.

Uwzględniając uzyskane wyniki diagnostyczne, określono zakres trudności natury sensomotorycznej, uznając ich występowanie za istotne wskaźniki uwzględniane w ocenie. Na tej podstawie wyróżniono podtyp DCD, z uogólnionym deficytem sensomotorycznym (uogólnionym zaburzeniem percepcyjnym), oraz jego podtypy, w odniesieniu do zaburzeń współwystępujących³³. W tym kontekście należy podkreślić, że wiele dzieci z rozpoznaniem DCD ma problemy z koncentracją uwagi oraz wykazuje specyficzne trudności w uczeniu się.

Prognoza zaburzenia rozwoju koordynacji

Jak wskazuje definicyjne ujęcie, dyspraksja ma charakter rozwojowy. Prace naukowo-badawcze przynoszą rozstrzygnięcia, dzięki którym wiadomo, że u niektórych dzieci z DCD wraz z wpływem lat problemy motoryczne mijają. Wynika to z dojrzewania ośrodkowego układu nerwowego i postępującej mielinizacji włókien nerwowych. Z neurobiologicznego punktu widzenia ciągle pobudzanie pracy mięśni oraz mózgu ma ogromne znaczenie, gdyż wpływa na wzmożone wydzielanie czynników neurotroficznych, takich jak neurotroficzny czynnik pochodzenia mózgowego (BDNF) czy czynnik wzrostu nerwów (NGF). Neurotrofiny nie tylko są zdolne do neuroprotekcji, ale również pobudzają wzrost neuronów i odpowiadają za regulację liczby traktów przekaźnikowych. Dlatego też w okresie dojrzewania i wczesnej dorosłości utrzymujące się dysfunkcje motoryczne i ograniczenie moto-

³⁰ D. HOARE: *Subtypes of developmental coordination disorder...*

³¹ D. DEWEY, B.J. KAPLAN: *Subtyping of developmental motor deficits*. "Developmental Neuropsychology" 1994, Vol. 10, Issue 3, p. 265–284.

³² M. MIYAHARA: *Subtypes of students with learning disabilities based upon gross motor functions*. "Adapted Physical Activity Quarterly" 1994, Vol. 11, Issue 4, p. 368–382.

³³ B.J. KAPLAN et al.: *DCD may not be a discrete disorder* "Human Movement Science" 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 471–490; D. DEWEY et al.: *Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment*. "Human Movement Science" 2002, Vol. 21, Issues 5–6, p. 905–918.

rycznych aktywności działają negatywnie na rozwijający się układ nerwowy, natomiast proces fizycznego wzrostu i poszerzanie spektrum doświadczeń dotyczących aktywności ruchowych mają w tym zakresie wpływ korzystny³⁴. Polepszenie się stanu funkcjonalnego ma ścisły związek z adaptacją i dojrzewaniem ośrodkowego układu nerwowego, w którym niedopasowanie pomiędzy reprezentacjami neuroanatomycznymi a metrykalnym wiekiem i dynamiką układu ruchu podlega reorganizacji³⁵. Początek okresu dojrzewania wiąże się ze zmianami hormonalnymi (wzrasta poziom tyroksyny i estrogenu), które bezpośrednio wpływają na mielinizację i w efekcie prowadzą do poprawy stanu neurologicznego³⁶. Pojawienie się zachowania adaptacyjnego odbywa się również poprzez uczenie się przez doświadczenie. Olaf Sporns i Gerald M. Edelman³⁷ opisali doświadczenie się w bodźcach jako permanentny proces dostrajania się – w wyniku rozwoju fizycznego i nerwowego – różnych części systemu nerwowego. Innymi słowy, z upływem lat rosnące doświadczenie ruchowe może wyrównać niektóre różnice występujące przed okresem dojrzewania. Odnotowano również, że problemy motoryczne odkryte we wczesnym wieku mogą być zauważane później w nieco innej formie³⁸, nierzadko stanowiąc nieprawidłowy skompensowany wzorzec ruchu³⁹. Co więcej, wiele powiązanych problemów, takich jak trudności z nauką i zachowaniem, to następstwo nieprawidłowości rozwojowych u dzieci z DCD⁴⁰.

³⁴ R.J. SOORANI-LUNSING et al.: *Neurobehavioural relationships after the onset of puberty*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1994, Vol. 36, Issue 4, p. 334–343; J. VISSER et al.: *The relationship between physical growth, level of activity and the development of motor skills in adolescence: Differences between children with DCD and controls*. "Human Movement Science" 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 573–608.

³⁵ J. VISSER et al.: *The relationship between physical growth...*

³⁶ M. HADDERS-ALGRA: *Two distinct forms of minor neurological dysfunction: Perspectives emerging from a review of data of the Groningen Perinatal Project*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 2002, Vol. 44, Issue 8, p. 561–571; EADEM: *Developmental Coordination Disorder: Is Clumsy Motor Behavior Caused by a Lesion of the Brain at Early Age?* "Neural Plasticity" 2003, Vol. 10, Issues 1–2, p. 39–50.

³⁷ O. SPORNS, G.M. EDELMAN: *Solving Bernstein's Problem: A Proposal for the Development of Coordinated Movement by Selection*. "Child Development" 1993, Vol. 64, No. 4, p. 960–981.

³⁸ D.A. SUGDEN, H.C. WRIGHT: *Motor coordination disorders in children*. "Developmental Clinical Psychology and Psychiatry" 1998, Vol. 39, p. 131.

³⁹ D. LARKIN, D. HOARE: *Out of step: Coordinating kids' movement*. Nedlands, Western Australia, Active Life Foundation 1991.

⁴⁰ D. DEWEY et al.: *Developmental coordination disorder...*; Ch. GILLBERG: *Hyperactivity, inattention and motor control problems...*; M.M. SCHOEMAKER et al.: *Perceptual skills of children...*

Zaburzenie rozwoju koordynacji i zaburzenia współwystępujące

Jednym z najważniejszych celów badań naukowych jest rozróżnienie między ujęciem przyczynowym a opisowym. Opis faktów, na podstawie których można weryfikować przyjęte hipotezy, prowadzi do wyjaśnienia zagadnienia⁴¹. W drodze do zrozumienia DCD konieczne jest uwzględnienie stanowiska praktyków (fizjoterapeutów i logopedów) – zainteresowanych nade wszystko terapią, neuropsychologów – analizujących symptomy oraz neurologów i neurofizjologów, dochodzących do ukrytej przyczyny na podstawie technik obrazowania mózgu, a także przeanalizowanie wszystkich wymienionych aspektów. W licznych analizach – co istotne, wykazano, że zaburzenia neurorozwojowe często występują łącznie. W pracach podkreśla się współwystępowanie ADD, ADHD, dysleksji oraz SLI z objawami DCD⁴². Ze względu na obserwowane dysfunkcje badacze koncentrowali się na poszukiwaniu strukturalnych i funkcjonalnych różnic w mózgach, co miało umożliwić określenie obszarów związanych z poszczególnymi zaburzeniami rozwojowymi. W przypadku dysleksji nieprawidłowości wiązano z deficytami w lewym obszarze ciemieniowo-skroniowym, przy czym gdy w badaniach uwzględniono pozostałe obszary mózgu, to w obu półkulach mózgu oraz w obszarach korowych

⁴¹ A.J. FAWCETT: *Dysleksja oraz umiejętność czytania i pisania. Podstawowe zagadnienia*. W: *Dysleksja. Teoria i praktyka*. Red. G. REID, J. WEARMOUTH. Przeł. H. KOSTYŁO, P. KOSTYŁO. Gdańsk, Gdańskie Wydaw. Psychologiczne 2008, s. 28.

⁴² D. DEWEY et al.: *Developmental coordination disorder...*; Ch. GILLBERG: *Hyperactivity, inattention and motor control problems: Prevalence, comorbidity and background factors*. "Folia Phoniatrica et Logopedia" 1998, Vol. 50, No. 3, p. 107–117; IDEM et al.: *Attention-deficit/hyperactivity disorder and developmental coordination disorder*. In: *Attention deficit disorders and comorbidities in children, adolescents and adults*. Ed. T.E. BROWN. Washington, American Psychiatric Publishing, p. 393–406; E.L. HILL: *Non-specific nature of specific language impairment: A review of the literature with regard to concomitant motor impairments*. "International Journal of Language and Communication Disorders" 2001, Vol. 36, Issue 2, p. 149–171; B.B. KADESJO, Ch. GILLBERG: *Developmental coordination disorder in Swedish 7-year-old children*. "Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry" 1999, Vol. 38, Issue 7, p. 820–828; EAEDM: *The comorbidity of ADHD in the general population of Swedish school-age children*. "Journal of Child Psychology and Psychiatry" 2001, Vol. 42, Issue 4, p. 487–492; B.J. KAPLAN et al.: *Comorbidity of developmental coordination disorder and different types of reading disability*. "Journal of the International Neuropsychological Society" 1997, Vol. 3, p. 54; IDEM et al.: *The IQs of children with ADHD are normally distributed*. "Journal of Learn Disabilities" 2000, Vol. 33, Issue 5, p. 425–432; IDEM et al.: *The term "comorbidity" is of questionable value in reference to developmental disorders: Data and theory*. "Journal of Learn Disabilities" 2001, Vol. 34, Issue 6, p. 555–565; P.H. WILSON, B.E. MCKENZIE: *Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: A meta-analysis of research findings*. "Journal of Child Psychology and Psychiatry" 1998, Vol. 39, Issue 6, p. 829–840.

i podkorowych dostrzeżono cechy rozwoju atypowego⁴³. Wyniki badań dotyczących ADHD przyniosły podobne wnioski: stwierdzono, że atypowy rozwój mózgu nie był ograniczony do kory przedczołowej i jej połączeń, tj. obszarów uznanych za zaangażowane w uwagę; przeciwnie, obejmował obie półkule, ciało modzelowate oraz prążkowie⁴⁴. Z kolei na podstawie badań dzieci ze specyficznymi zaburzeniami językowymi wskazywano, że chociaż niektóre dzieci z SLI wykazywały jednostronne uszkodzenie lewej półkuli, to o wiele częściej można było w przypadku omawianej grupy zaburzeń zaobserwować rozległe problemy neurologiczne⁴⁵.

Jak zauważają naukowcy, dysfunkcje mózgu leżące u podstaw DCD i deficytów współwystępujących są raczej rozproszone niż ulokowane w jednym miejscu⁴⁶. Objawy neurologiczne w zakresie DCD sugerują: nieharmonijne funkcjonowanie złożonych sieci neuronalnych, w szczególności pętli podstawno-wzgórzowo-korowej i sieci połączeń mózdkowo-korowych, deficyty w połączeniach jąder podstawnych z dodatkową i pierwszorzędową korą ruchową, a także zaburzenia połączeń w obrębie sieci słuchowo-motorycznej, obejmującej ośrodek Broki (szczególnie 44 pole Brodmanna) wraz z przylegającą do niego dolną częścią zakrętu czołowego oraz górną częścią zakrętu skroniowego⁴⁷. Wyniki uzyskane na podstawie obserwacji zaburzeń neurorozwojowych wykazują przede wszystkim dysfunkcje systemów zaangażowanych w funkcje motoryczne i funkcje wykonawcze.

Potwierdzeniem są m.in. liczne dowody na związek dyspraksji z występującymi u dzieci z ADHD zaburzeniami kontroli motorycznej i percepcji oraz nadaktywnością i nieuwagą oraz trudnościami w nauce. Na przykład Bjorn Kadesjö i Christopher Gillberg⁴⁸ u około połowy z siedmiolatków, u których zdiagnozowali ADHD, stwierdzili również objawy DCD, od umiarkowanych po ciężkie⁴⁹. Peder Rasmussen i Christopher Gillberg⁵⁰ także analizowali kwestię współzależności między ADHD a DCD. Na podstawie testów i arkusza obserwacji klinicznej wykazali, że w grupie dzieci z ADHD aż u 58% ujawniły się objawy ADHD i DCD wraz z trudnościami w zakresie uczenia się i problemami społecznymi. Obecnie powszechnie uznaje się, że nieco ponad połowa dzieci z ADHD ujawnia deficyty w funkcjonowaniu

⁴³ C.A. RICCIO, G.W. HYND: *Neuroanatomical and neurophysiological aspects of dyslexia*. "Topics in Language Disorders" 1996, Vol. 16, Issue 2, p. 1–13.

⁴⁴ G.W. HYND et al.: *Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity*. "Archives of Neurology" 1990, Vol. 47, Issue 8, p. 919–926.

⁴⁵ E.L. HILL: *Non-specific nature of specific language impairment...*

⁴⁶ B.J. KAPLAN et al.: *DCD may not be a discrete disorder...*

⁴⁷ L. LUNDY-EKMAN et al.: *Timing and force control deficits...*

⁴⁸ B.B. KADESJO, Ch. GILLBERG: *Developmental coordination disorder in Swedish...*

⁴⁹ W badaniu dotyczącym dzieci, które miały problemy z nauką lub uwagą, badacze stwierdzili, że współwystępowanie było „raczej regułą niż wyjątkiem”. Zob. KAPLAN et al.: *DCD may not be a discrete disorder...*

⁵⁰ P. RASMUSSEN, Ch. GILLBERG: *Natural outcome of ADHD with developmental coordination disorder at age 22 years: A controlled, longitudinal, community-based study*. "Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry" 2000, Vol. 39, Issue 11, p. 1424–1431.

motorycznym, a wysoki procent dzieci nadpobudliwych (także około 50%) spełnia kryteria DCD⁵¹. Z kolei Elizabeth L. Hill dokonała przeglądu literatury dotyczącej specyficznych zaburzeń językowych i stwierdziła istotny związek pomiędzy SLI a zaburzeniami zdolności motorycznych. Badaczka zasugerowała, że źródłem trudności językowych są nieprawidłowości dotyczące zaawansowania rozwoju motorycznego⁵². Rod I. Nicolson i Angela J. Fawcett w swoich naukowych obserwacjach wykazali częste u dyslektyków nieprawidłowości w zakresie napięcia mięśniowego oraz zaburzenia motoryczne podczas wykonywania złożonych zadań⁵³.

Wyniki odnotowane w badaniach zaburzeń neurorozwojowych wykazują związek problemów dotyczących funkcji motorycznych oraz wykonawczych, w których następstwie ujawniają się trudności w zakresie artykulacji, w opanowaniu techniki czytania i techniki pisania, w planowaniu i koordynacji działania, wraz z towarzyszącymi im zaburzeniami uwagi.

Zaburzenie rozwoju koordynacji a funkcjonowanie pętli korowo-podkorowych i mózdku – uwagi własne

Wspólnym tłem zaburzeń neurorozwojowych są deficyty w koordynacji ujawniające nieprawidłowości w organizacji i kontroli działania (*dysexecutive syndrome*). Takie zaburzenia skutkują zarówno problemami w opanowaniu złożonych aktywności obejmujących funkcje ruchowe i wykonawcze, jak i trudnościami w kształtowaniu umiejętności funkcjonowania w relacjach społecznych. Ów brak równowagi w zakresie organizacji i kontroli działania w skomplikowanym układzie biologicznym, jakim jest układ nerwowy, znajdował odzwierciedlenie w różnych sposobach jego opisu – począwszy od określania go jako MBD, przez stosowanie nazw ABD i DAMP, po nadanie mu miana DCD.

Wskazanie na ewolucyjne pochodzenie kontroli zachowania można odnaleźć w pracach dziewiętnastowiecznego francuskiego fizjologa Claude'a Bernarda, który jako jeden z pierwszych dostrzegł zdolność organizmu do kompensacji zewnętrz-

⁵¹ A. NOWOGRODZKA, B. PIASECKI: *Zespół ADHD a funkcjonowanie motoryczne*. „Pielęgniarstwo Polskie” 2012, nr 4 (46), s. 210–213.

⁵² E.L. HILL: *Non-specific nature of specific language impairment...*

⁵³ A.J. FAWCETT, R.I. NICOLSON: *Persistent deficits in motor skill of children with dyslexia*. “Journal of Motor Behavior” 1995, Vol. 27, Issue 3, p. 235–240; EIDEM: *Performance of dyslexic children on cerebellar and cognitive tests*. “Journal of Motor Behavior” 1999, Vol. 31, Issue 1, p. 68–78; A.J. FAWCETT et al.: *Impaired performance of children with dyslexia on a range of cerebellar tasks*. “Annals of Dyslexia” 1996, Vol. 46, p. 259–283.

nych zmian, zapewniającej stałość i regulację wewnętrznego środowiska⁵⁴. Od tego czasu uwaga badaczy była skoncentrowana na analizie budowy, znaczenia i funkcji wielu układów hamujących i pobudzających. Prace Barkleya związane z koncepcją dysfunkcji hamowania stanowią przyczynek do próby wyjaśniania istoty nieprawidłowości w przypadku zarówno DCD, jak i pozostałych zaburzeń neurorozwojowych⁵⁵.

Strukturami związanymi z podejmowaniem działania lub decyzji i odpowiedzialnymi za kontrolę i przetwarzanie informacji są pętle korowo-podkorowe, które wraz z mózdzkiem⁵⁶ odpowiadają za synchronizację sensomotoryczną i regulację procesów motorycznych, emocjonalnych i poznawczych. W zakresie czynności motorycznych spośród struktur połączonych z korą mózgu znaczenie mają jądra podstawy. Ich współdziałanie ma ścisły związek z kontrolą funkcji dotyczących integracji i konwergencji przetwarzanych informacji na poziomie pętli korowo-podkorowych (tabela 2).

Obszary pętli jąder podstawy są szczególnie wrażliwe na wczesne zmiany niedokrwienne lub krwotoczne i wraz z zaburzeniami czynności obwodów neuronalnych biegnących między nimi a korą czołową wskazują na etiopatogenezę DCD⁵⁷.

Właściwie funkcjonujące struktury podkorowe, w szczególności gałka biała i jądra wzgórza, wraz z ich korowymi połączeniami zapewniają równowagę wewnętrznego środowiska. Wszelkie dysharmonie rozwojowe w wymienionych zakresach znajdują odzwierciedlenie na poziomie funkcjonalnym. Począwszy od obserwacji rozwoju ruchowego, przez analizę reakcji nastawczych i równoważnych, po ocenę kontroli postawy i ocenę zachowania pod wpływem bodźców uzyskuje się informacje na temat poziomu zdolności adaptacyjnych układu nerwowego i stanu jego dojrzałości. Pierwsze reakcje równoważne, stymulowane przez pobudzenie receptorów przedsionkowych ucha, wzrokowych i proprioceptywnych, są wyzwalone automatycznie, by pod wpływem gromadzenia doświadczenia stopniowo kształtować prawidłowe napięcie posturalne, ustawienie głowy, ruchy gałek ocznych, odpowiednie napięcie mięśni szkieletowych oraz czucie ciała w przestrzeni. W przypadku dzieci z DCD obserwuje się obniżone napięcie posturalne, które zaburza kontrolującą funkcję OUN, prowadząc do zachwiania równowagi międzyukładowej.

⁵⁴ A. TRZEBSKI: *Regulacja czynności fizjologicznych*. W: *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*. Red. W.Z. TRACZYK, A. TRZEBSKI. Warszawa, Wydaw. Lekarskie PZWL 2015, s. 10–11.

⁵⁵ Por. R.A. BARKLEY: *Behavioral inhibition...*; IDEM: *Attention-Deficit hiperactivity disorder...*; F.X. CASTELLANOSEY, R. TANNOCK: *Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder...*; A.L. KRAI, F.X. CASTELLANOSEY: *Brain development and ADHD...*

⁵⁶ Mózdzek nie inicjuje ruchów, ale odgrywa ważną rolę w koordynacji ruchowej poprzez zwiększenie płynności ruchów i utrzymanie prawidłowego napięcia mięśni szkieletowych. Ścala również docierające do mózgu informacje z receptorów narządu wzroku, równowagi, mięśni, ścięgien i stawów, wskazując prawidłową stabilizację ciała względem siły grawitacji.

⁵⁷ Por. G. PLATT: *Pokonać dyspraksję...*, s. 40–43.

TABELA 2. Pętle neuronalne jąder podstawy

Typ pętli	Funkcja	Objawy zaburzeń
Pętla ruchowa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ automatyczna aktywność ruchu związana z utrzymywaniem postawy oraz odruchami; ▪ regulacja napięcia mięśniowego; ▪ rozpoczynanie i wykonywanie płynnej czynności ruchowej mięśni szkieletowych (zwłaszcza w ruchach zależnych od woli). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sztywność mięśniowa; ▪ bradykineza, akineza i hipokineza (w zespołach parkinsonowskich); ▪ niekontrolowane ruchy kończyn (np. płasawica Huntingtona, balizm).
Pętla okoruchowa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kontrola skokowych ruchów gałek ocznych; ▪ kontrola szybkich ruchów gałek ocznych poprzez hamowanie ruchów zakłócających wykonanie zadania; ▪ ruchy mięśni zewnętrznych gałek ocznych. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zaburzenia fiksacji wzroku; ▪ zaniedbywanie stronni i deficyty uwagi, obserwowane podczas wykonywania szybkich ruchów ukierunkowanych na bodźce; ▪ zaburzenia ruchów skokowych; ▪ trudności z intencjonalnym hamowaniem ruchów gałek ocznych wywoływanych działaniem bodźców wzrokowych.
Pętla przedczołowa grzbietowo-boczna	<ul style="list-style-type: none"> ▪ planowanie, programowanie sekwencji czynności psychicznych i zachowań; ▪ przełączanie między zadaniami; ▪ pamięć przestrzenna; ▪ samokontrola; ▪ metapoznanie. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nieprawidłowa kolejność zachowań językowych; ▪ zmniejszenie fluencji słownej.
Pętla oczodołowo-czołowa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zapoczątkowanie zachowań społecznych motywowanych nagrodą; ▪ hamowanie zachowań mogących skutkować karą. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ rozhamowanie; ▪ zmiany w osobowości; ▪ brak kontroli zachowania; ▪ labilność emocjonalna; ▪ wesołkowość; ▪ persewercje; ▪ nieumiejętność odczytywania informacji z otoczenia; ▪ trudności w przystosowaniu się do konkretnej sytuacji.
Pętla przedniej części zakrętu obręczy (pętla limbiczna)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kontrola zachowania; ▪ korekcja błędów. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ apatia; ▪ brak spontaniczności; ▪ obniżenie nastroju; ▪ osłabienie afektu; ▪ adynamia ruchowa.

ŹRÓDŁO: Opracowanie własne na podstawie: I. LASKOWSKA et al.: *Rola jąder podstawy w regulacji funkcji emocjonalnych*. „Neuropsychiatria i Neuropsychologia” 2008, nr 3 (3–4), s. 108–109.

Desynchronizacja sensomotoryczna związana z nieprawidłową kontrolą procesów motorycznych prowadzi do różnicy w zakresach przetwarzanych informacji sensorycznych, czyli pogorszenia umiejętności rozpoczynania i wykonywania określonych czynności w zmierzonym czasie (*motor timing deficit*), co tym samym uniemożliwia równoczesne scalanie bodźców płynących z różnych modalności.

Dlatego też osoby z DCD ujawniają trudności w przypadku zarówno złożonych aktywności – w których zakresie są nieodzowne: sprzężenie zwrotne (feedback), autokontrola, autoregulacja oraz zdolność planowania i przewidywania celu aktywności – jak i podejmowania się rozwiązania nowych problemów osadzonych w nowych sytuacjach. Potwierdzają to występujące u osób z DCD zaburzenia mechanizmu synchronizacji reakcji ruchowych z bodźcami słuchowymi w funkcjach ekspresyjnych takich jak: pisanie, czytanie, manipulowanie, klaskanie, wystukiwanie rytmu czy też mówienie (ściśle związane z wykorzystywaniem dysfunkcyjnych cech mowy niezbędnych dla właściwej jej percepcji oraz ekspresji).

Podsumowanie

Zdrowie komórek i organizmów zależy od wytwarzania odpowiednich reakcji na bodźce płynące zarówno z wewnętrznego środowiska, jak i z otoczenia. Dynamiczna interakcja przepływów informacji sensorycznych – każdorazowo wiążących się z dostosowaniem intensywności, czasu trwania i programu czasowego postrzeganych neuronalnych sygnałów – gwarantuje równowagę funkcjonalną organizmu.

Dotychczasowe badania nad DCD często były koncentrowane na opisie objawów i obserwacji, czy w istocie dyspraksja jest tymczasowym czy stałym zaburzeniem. Fakt, że część dzieci wyrasta ze swoich problemów percepcyjno-motorycznych, ściśle determinuje stopień natężenia problemów na poziomie strukturalno-czynnościowym oraz stopień zaangażowania w prowadzenie odpowiednich stymulacji sensomotorycznych.

Jedynie w przypadku części badań podłużnych (longitudinalnych) nad dyspraksją podejmowano analizę poziomu funkcjonowania emocjonalnego, zwracając uwagę na stopień niepowodzeń edukacyjnych u młodzieży z wcześniej zdiagnozowanymi problemami motorycznymi⁵⁸. Istnieje również kilka prac, w których ukazano negatywny długotrwały wpływ dyspraksji na późniejsze życie (dorastanie⁵⁹,

⁵⁸ I. HELLGREN et al.: *Children with deficits in attention...*; A. LOSSE et al.: *Clumsiness in children...*

⁵⁹ A. KIRBY, S. DREW: *Is DCD a diagnosis that we should be using for adults? Is clumsiness the issue in adults and adolescents?* Paper presented at the 4th biennial workshop on children with

dorość⁶⁰). W niektórych badaniach wykorzystano kwestionariusze i wywiady do oceny społecznego funkcjonowania młodzieży z dyspraksją, stwierdzając, że osoby młode z DCD postrzegają siebie jako mniej kompetentne w kilku dziedzinach, najczęściej w zakresie zdolności fizycznych, naukowych i społecznych. W badaniach nad dyspraksją dotyczących tej grupy wiekowej wykazano także występowanie objawów psychiatrycznych, począwszy od zaburzeń nastroju i stanów lękowych, a skończywszy na społecznym negatywizmie i wycofaniu⁶¹.

Przedstawienie bogatego przeglądu literatury w kontekście wieloaspektowych obszarów zaburzenia rozwoju koordynacji wskazuje na złożony charakter zagadnienia. Ukazanie m.in. korelacji między stopniem rozwoju procesów mózgowych oraz umiejętności wyższego rzędu, w tym czynności angażujących narządy wykonawcze i układ odbiorczy, w kontekście poziomu zaawansowania ich koordynacji stanowi otwartą przestrzeń do dalszych badań. Złożony charakter zaburzenia wymaga w postępowaniu diagnostyczno-terapeutycznym współpracy interdyscyplinarnego zespołu specjalistów, gdyż jedynie wzajemna wymiana wiedzy i doświadczenia pozwala na zrozumienie charakteru, etiologii, a także prognoz w zakresie zaburzeń regulacji procesów motorycznych, emocjonalnych i poznawczych.

Bibliografia

- BARKLEY R.A.: *Attention-Deficit Hiperactivity Disorder*. "Scientific American" 1998, Vol. 279, No. 3, p. 66–71.
- BARKLEY R.A.: *Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD*. "Psychological Bulletin" 1997, Vol. 121 (1), p. 65–94.
- BARNETT A.L., KOOISTRA L., S.E. HENDERSON: „Clumsiness” as syndrome and symptom. "Human Movement Science" 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 435–447.
- BOON M.: *Understanding dyspraxia: a guide for parents and teachers*. Philadelphia, Jessica Kingsley Publishers 2010.
- BORKOWSKA M.: *Napięcie mięśni, jego zaburzenia oraz zakresy ruchów w stawach*. W: *Dziecko niepełnosprawne ruchowo. Usprawnianie ruchowe*. Red. EADEM. Warszawa, WSiP 1997.
- CANTELL M.H., SMYTH M.M., AHONEN T.P.: *Two distinct pathways for developmental coordination disorder: Persistence and resolution*. "Human Movement Science" 2003, Vol. 22, Issues 4–5, p. 413–431.

developmental coordination disorder „From Research to Diagnostics and Intervention”. Groningen, The Netherlands 1999.

⁶⁰ D. FITZPATRICK: *The lived experience of physical awkwardness: Adults’ retrospective views*. "Adapted Physical Activity Quarterly" 2003, Vol. 20, Issue 3, p. 279–298; M. COUSIN, M. SMYTH: *Impaired coordination in adults*. "Human Movement Science" 2003, Vol. 22, Issues 4–5, p. 433–459.

⁶¹ HELLGREN et al.: *Children with deficits in attention...*; S.Q. SHAFFER et al.: *Ten-year consistency in neurological test performance of children without focal neurological deficit*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1986, Vol. 28, Issue 4, p. 417–427.

- CAIRNEY J.A. et al.: *Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children aged 9–14 y.* "International Journal of Obesity" 2005, No. 29, p. 369–372.
- CASTELLANOSEY F.X., TANNOCK R.: *Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: The search for endophenotypes.* "Nature Reviews Neuroscience" 2002, No. 3, p. 617–628.
- COLEMAN R., PIEK J.P., LIVESEY D.J.: *A longitudinal study of motor ability and kinaesthetic acuity in young children at risk of developmental coordination disorder.* „Human Movement Science” 2001, Vol. 20, Issues 1–2: *Developmental Coordination Disorder: Diagnosis, description, processes and treatment*, p. 95–110.
- COLEMAN R. et al.: *Kinaesthetic acuity in preprimary children at risk of developmental coordination disorder.* "Australian Educational and Developmental Psychologist" 1997, Vol. 14, Issue 1, p. 77–83.
- COUSIN M., SMYTH M.: *Impaired coordination in adults.* "Human Movement Science" 2003, No. 22(4–5), p. 433–459.
- Desk Reference to the Diagnostic Criteria from DSM-5.* Arlington, American Psychiatric Association 2013.
- DEWEY D., KAPLAN B.J.: *Subtyping of developmental motor deficits.* "Developmental Neuropsychology" 1994, Vol. 10, Issue 3, p. 265–284.
- DEWEY D. et al.: *Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment* "Human Movement Science" 2002, Vol. 21, Issue 5–6, p. 905–918.
- FAWCETT A.J.: *Dysleksja oraz umiejętność czytania i pisanie. Podstawowe zagadnienia. W: Dysleksja. Teori i praktyka.* Red. G. REID, J. WEARMOUTH. Przeł. H. KOSTYŁO, P. KOSTYŁO. Gdańsk, Gdańskie Wydaw. Psychologiczne 2008.
- FAWCETT A.J., NICOLSON R.I.: *Performance of dyslexic children on cerebellar and cognitive tests* "Journal of Motor Behavior" 1999, Vol. 31, Issue 1, p. 68–78.
- FAWCETT A.J., NICOLSON R.I.: *Persistent deficits in motor skill of children with dyslexia* "Journal of Motor Behavior" 1995, Vol. 27, Issue 3, p. 235–240.
- FAWCETT A.J. et al.: *Impaired performance of children with dyslexia on a range of cerebellar tasks* "Annals of Dyslexia" 1996, Vol. 46, p. 259–283.
- FITZPATRICK D.: *The lived experience of physical awkwardness: Adults' retrospective views.* "Adapted Physical Activity Quarterly" 2003, Vol. 20, Issue 3, p. 279–298.
- GEUZE R.H., KALVERBOER A.F.: *Inconsistency and adaptation in timing of clumsy children.* "Journal of Human Movement Studies" 1987, Vol. 13, Issue 8, p. 421–432.
- GEUZE R.H., BÖRGER H.: *Children who are clumsy: Five years later.* "Adapted Physical Activity Quarterly" 1993, Vol. 10, Issue 1, p. 10–21.
- GEUZE R.H., KALVERBOER A.F.: *Tapping a rhythm: A problem of timing for children who are clumsy and dyslexic.* "Adapted Physical Activity Quarterly" 1994, Vol. 11, Issue 2, p. 203–213.
- GILLBERG Ch.: *Hyperactivity, inattention and motor control problems: Prevalence, comorbidity and background factors.* "Folia Phoniatica et Logopedia" 1998, Vol. 50, No. 3, p. 107–117.
- GILLBERG Ch. et al.: *Attention-deficit/hyperactivity disorder and developmental coordination disorder.* In: *Attention deficit disorders and comorbidities in children, adolescents and adults.* Ed. T.E. BROWN. Washington, DC, US: American Psychiatric Publishing 1998, p. 393–406.
- GILLBERG Ch. et al.: *Perceptual, motor and attentional deficits in seven-year-old children: Neurological screening aspects.* "Acta Paediatrica Scandinavia" 1983, Vol. 72, p. 119–124.
- GILGER J.W., KAPLAN B.J.: *Atypical brain development in learning disorders.* In: *Adult learning disorders.* Eds. L.E. WOLF, H.E. SCHREIBER, J. WASSERSTEIN. Psychology Press. New York 2008, s. 55–79.
- GILGER J.W., KAPLAN B.J.: *Atypical neurodevelopmental variation as a basis for learning disorders.* In: *Brain, behavior, and learning in language and reading disorders.* Eds. M. MODY, E. SILLIMAN. Guilford Press New York 2008, s. 7–40.

- GILGER J.W., KAPLAN B.J.: *The neuropsychology of dyslexia: The concept of atypical brain development*. "Developmental Neuropsychology" 2001, Vol. 20, s. 469–486.
- HADDERS-ALGRA M.: *Developmental Coordination Disorder: Is Clumsy Motor Behavior Caused by a Lesion of the Brain at Early Age?* "Neural Plasticity" 2003, Vol. 10, Issues 1–2, p. 39–50.
- HADDERS-ALGRA M.: *Two distinct forms of minor neurological dysfunction: Perspectives emerging from a review of data of the Groningen Perinatal Project*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 2002, Vol. 44, Issue 8, p. 561–571.
- HENDERSON S.E., SUGDEN D.A.: *Movement Assessment Battery for Children Test*. Kent, Psychological Corporation Ltd 1992.
- HELLGREN I. et al.: *Children with deficits in attention, motor control and perception (DAMP) almost grown up: general health at 16 years*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1993, Vol. 35, Issue 10, p. 881–892.
- HILL E.L.: *Non-specific nature of specific language impairment: A review of the literature with regard to concomitant motor impairments*. "International Journal of Language and Communication Disorders" 2001, Vol. 36, Issue 2, p. 149–171.
- HOARE D.: *Subtypes of developmental coordination disorder*. "Adapted Physical Activity Quarterly" 1994, Vol. 11, Issue 2, p. 158–169.
- HULME C. et al.: *Visual, kinaesthetic and cross-modal judgements of length by clumsy children: A comparison with young normal children*. "Child: Care, Health and Development" 1984, Vol. 10, Issue 2, p. 117–125.
- HULME C. et al.: *Visual, kinaesthetic and cross-modal judgements of length by normal and clumsy children*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1982, Vol. 24, Issue 4, p. 461–471.
- HULME C. et al.: *Visual perceptual deficits in clumsy children*. "Neuropsychologia" 1982, Vol. 20, Issue 4, p. 475–481;
- HYND G.W., et al.: *Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity*. "Archives of Neurology" 1990, Vol. 47, Issue 8, p. 919–926.
- ICD-10: *Classification of Mental and Behavioural Disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Geneva, World Health Organization. <http://www.who.int/classifications/icd/en/bluebook.pdf?ua=1> [data dostępu: 4.12.2016]
- JONGMANS M.J., et al.: *Consequences of Comorbidity of Developmental Coordination Disorders and Learning Disabilities for Severity and Pattern of Perceptual-Motor Dysfunction*. "Journal of Learning Disabilities" 2001, Vol. 36, Issue 6, p. 528–537.
- KADESJO B.B., GILLBERG CH.: *The comorbidity of ADHD in the general population of Swedish school-age children*. "Journal of Child Psychology and Psychiatry" 2001, Vol. 42, Issue 4, p. 487–492.
- KADESJO B.B., GILLBERG CH.: *Developmental coordination disorder in Swedish 7-year-old children*. "Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry" 1999, Vol. 38, Issue 7, p. 820–828.
- KAPLAN B.J. et al.: *Comorbidity of developmental coordination disorder and different types of reading disability*. "Journal of the International Neuropsychological Society" 1997, Vol. 3, p. 54.
- KAPLAN B.J., et al.: *DCD may not be a discrete disorder*. "Human Movement Science" 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 471–490.
- KAPLAN B.J. et al.: *The IQs of children with ADHD are normally distributed*. "Journal of Learn Disabilities" 2000, Vol. 33, Issue 5, p. 425–432.
- KAPLAN B.J. et al.: *The term "comorbidity" is of questionable value in reference to developmental disorders: Data and theory*. "Journal of Learn Disabilities" 2001, Vol 34, Issue 6, p. 555–565.
- KIRBY A., DREW S.: *Is DCD a diagnosis that we should be using for adults? Is clumsiness the issue in adults and adolescents?* Paper presented at the 4th biennial workshop on children with developmental coordination disorder „From Research to Diagnostics and Intervention”. Groningen, The Netherlands 1999.

- Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10. Opisy kliniczne i wskazówki diagnostyczne.* Red. przekł. S. PUŻYŃSKI, J. WCIÓRKA. Kraków-Warszawa, Uniwersyteckie Wydaw. Medyczne „Vesalius” 2007.
- KRAI A.L., CASTELLANOSEY F.X.: *Brain development and ADHD.* “Clinical Psychology Review” 2006, Vol. 26, Issue 4, p. 433–444.
- Kryteria diagnostyczne z DSM-5. Desk Reference.* Red. nauk. wyd. pol. P. GAŁECKI, Ł. ŚWIĘCICKI. Wrocław, Edra Urban & Partner 2016.
- LARKIN D., HOARE D.: *Out of step: Coordinating kids’ movement.* Nedlands, Western Australia: Active Life Foundation 1991.
- LASKOWSKA I., GORZELAŃCZYK E.J.: *Rola jąder podstawy w regulacji funkcji poznawczych.* „Neuropsychiatria i Neuropsychologia” 2009, nr 4 (1), s. 26–35.
- LASKOWSKA I. et al.: *Rola jąder podstawy w regulacji funkcji emocjonalnych.* „Neuropsychiatria i Neuropsychologia” 2008, nr 3 (3–4), s. 107–115.
- LASZLO J.I. et al.: *Clumsiness or perceptuo-motor dysfunction?* In: *Cognition and action in skilled behaviour.* Eds. A.M. COLLEY, J.R. BEECH. Amsterdam, North Holland 1988.
- LASZLO J.I. et al.: *Process oriented assessment and treatment of children with developmental coordination disorder.* “Corpus Psyche et Societas” 1996, No. 3, p. 11–18.
- LOSSE A. et al.: *Clumsiness in children: Do they grow out of it? A10-year follow-up study.* “Developmental Medicine and Child Neurology” 1991, Vol. 33, Issues 1, p. 55–68.
- LUNDY-EKMAN L. et al.: *Timing and force control deficits in clumsy children.* “Journal of Cognitive Neuroscience” 1991, Vol. 3, No. 4, p. 367–376;
- MASS V.F.: *Uczenie się przez zmysły. Wprowadzenie do teorii integracji sensorycznej dla rodziców i specjalistów.* Przeł. E. GRZYBOWSKA, Z. PRZYROWSKI, M. ŚLIFIRSKA. Warszawa, WSiP 1998.
- MIYAHARA M.: *Subtypes of students with learning disabilities based upon gross motor functions.* “Adapted Physical Activity Quarterly” 1994, Vol. 11, Issue 4, p. 368–382.
- MON-WILLIAMS M. et al.: *Ophthalmic factors in developmental coordination disorder.* “Adapted Physical Activity Quarterly” 1994, Vol. 11, Issue 2, p. 170–178.
- MON-WILLIAMS M. et al.: *Visual-proprioceptive mapping in developmental coordination disorder.* “Developmental Medicine and Child Neurology” 1999, Vol. 41, Issue 4, p. 247–254.
- NOWOGRODZKA A., PIASECKI B.: *Zespół ADHD a funkcjonowanie motoryczne.* „Pielęgniarstwo Polskie” 2012, nr 4 (46), s. 210–213.
- OLIVEIRA M.A. et al.: *Effect of kinetic redundancy on hand digit control in children with DCD.* “Neuroscience Letters” 2006, Vol. 410, Issue 1, p. 42–46.
- PARKER H.E. et al.: *Are motor timing problems subgroup specific in children with developmental coordination disorder?* “Australian Educational and Development Psychologist” 1997, Vol. 14, Issue 1, p. 35–42.
- PIEK J.P., SKINNER R.A.: *Timing and force control during a sequential tapping task in children with and without motor coordination problems.* “Journal of the International Neuropsychology Society” 1999, Vol. 5, Issue 4, p. 320–329.
- PIEK J.P. et al.: *Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder.* “Developmental Medicine and Child Neurology” 1999, Vol. 41, Issue 3, p. 159–165.
- PLATT G.: *Pokonać dyspraksję. Prosty program ćwiczeń poprawiających umiejętności ruchowe w domu i w szkole.* Gdańsk, Harmonia Universalis 2015.
- PRZYBYŁA O.: *Przetwarzanie sensoryczne w aspekcie neurorozwojowym a trudności w nabywaniu mowy i języka.* „Forum Logopedyczne” 2011, nr 19, s. 102–114.
- RAYNOR A.J.: *Strength, power, and coactivation in children with developmental coordination disorder.* “Developmental Medicine and Child Neurology” 2001, Vol. 43, Issue 10, p. 676–684.

- RASMUSSEN P., GILLBERG Ch.: *Natural outcome of ADHD with developmental coordination disorder at age 22 years: A controlled, longitudinal, community-based study*. "Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry" 2000, Vol. 39, Issue 11, p. 1424–1431.
- RICCIO C.A., HYND G.W.: *Neuroanatomical and neurophysiological aspects of dyslexia*. "Topics in Language Disorders" 1996, Vol. 16, Issue 2, p. 1–13.
- SCHOEMAKER M.M. et al.: *Perceptual skills of children with developmental coordination disorder*. "Human Movement Science" 2001, Vol. 20, Issues 1–2, p. 111–133.
- SHAFFER S.Q. et al.: *Ten-year consistency in neurological test performance of children without focal neurological deficit*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1986, Vol. 28, Issues 4, p. 417–427.
- SIGMUNDSSON H.: *Inter-modal matching and bi-manual co-ordination in children with hand-eye co-ordination problems*. "Nordisk Fysioterapi" 1999, No. 3, p. 55–64.
- SIGMUNDSSON H. et al.: *Inter- and intra-sensory modalit matching in children with hand-eye co-ordination problems*. "Experimental Brain Research" 1997, Vol. 114, Issue 3, p. 492–499.
- SMITS-ENGELSMAN B.C. et al.: *Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability*. "Human Movement Science" 2001, Vol. 20, Issues 1–2, p. 161–182.
- SMYTH M.M., MASON U.C.: *Use of proprioception in normal and clumsy children*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1998, Vol. 40, Issue 10, p. 672–681.
- SOORANI-LUNSING R.J. et al.: *Neurobehavioural relationships after the onset of puberty*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1994, Vol. 36, Issue 4, p. 334–343.
- SPORNS O., EDELMAN G.M.: *Solving Bernstein's Problem: A Proposal for the Development of Coordinated Movement by Selection*. "Child Development" 1993, Vol. 64, No. 4, p. 960–981.
- SUGDEN D.A., WRIGHT H.C.: *Motor coordination disorders in children*. "Developmental clinical psychology and psychiatry" 1998, Vol. 39, p. 131.
- TRZEBSKI A.: *Regulacja czynności fizjologicznych*. W: *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*. Red. W.Z. TRACZYK, A. TRZEBSKI. Warszawa, Wydaw. Lekarskie PZWL 2015.
- VISSER J.: *Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities*. "Human Movement Science" 2003, Vol. 22, Issue 4–5, p. 479–493.
- VISSER J. et al.: *The relationship between physical growth, level of activity and the development of motor skills in adolescence: Differences between children with DCD and controls*. "Human Movement Science" 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 573–608.
- VOLMAN M.J.M., GEUZE R.H.: *Relative phase stability of bimanual and visuomanual rhythmic coordination patterns in children with a developmental coordination disorder*. "Human Movement Science" 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 541–572.
- VOLMAN M.J.M., GEUZE R.H.: *Stability of rhythmic finger movements in children with a Developmental Coordination Disorder*. "Motor Control" 1998, Vol. 2, Issue 1, p. 34–60.
- WALSH K.W.: *Neuropsychologia kliniczna*. Warszawa, Wydaw. Naukowe PWN 2000.
- WANN J.P., MON-WILLIAMS M., RUSHTON K.: *Postural control and co-ordination disorders: The swinging room revisited*. "Human Movement Science" 1998, Vol. 17, Issues 4–5, p. 491–514.
- WILLIAMS H.G., CASTRO A.: *Timing and force characteristics of muscle activity: Postural control in children with and without developmental coordination disorders*. "Australian Educational and Developmental Psychologist" 1997, Vol. 14, Issue 1, p. 43–54.
- WILLIAMS H.G., WOLLACOTT M.: *Characteristics of neuromuscular responses underlying posture control in clumsy children*. "Motor Development: Research and Reviews" 1997, Vol. 1, p. 8–23.
- WILLIAMS H.G. et al.: *Timing and motor control in clumsy children*. "Journal of Motor Behavior" 1992, Vol. 24, Issue 2, p. 165–172.
- WILSON P.H., MARUFF P.: *Deficits in the endogenous control of covert visuospatial attention in children with developmental coordination disorder*. "Human Movement Science" 1999, Vol. 18, Issues 2–3, p. 421–442.

- WILSON P.H., MARUFF P.: *Inhibitory processes in the orienting of visuospatial attention in children with developmental coordination disorder*. In: *Mechanisms of perception for the control of action*. Ed. U. CASTIELLO. Melbourne, Monash University Press 1996.
- WILSON P.H., MCKENZIE B.E.: *Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: A meta-analysis of research findings*. "Journal of Child Psychology and Psychiatry" 1998, Vol. 39, Issue 6, p. 829–840.
- WILSON P.H. et al.: *Covert orienting of visuospatial attention in children with developmental coordination disorder*. "Developmental Medicine and Child Neurology" 1997, Vol. 39, Issue 11, p. 736–745.