

JOANNA THANNHÄUSER, AGNIESZKA BULDAŃCZYK, URSZULA WASILEWSKA,  
LUDMIŁA BORODULIN-NADZIEJA, JOANNA DOBOSZ, KAROL MAGOTT

## Ocena rozwoju analizatora dotyku u dzieci z deprivacją zmysłową

### Assessment of the Tactile Perception in Children with Senses Deprivation

Katedra i Zakład Fizjologii AM we Wrocławiu

#### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Podstawą wyższych funkcji nerwowych jest kojarzenie różnych rodzajów informacji sensorycznych. W przypadku percepcji, będącej wynikiem holistycznego rozpoznania przedmiotu, w obrębie mózgu muszą zachodzić procesy scalania elementarnych komponentów płynących z różnych układów czuciowych.

**Cel pracy.** Wspomniane współdziałanie analizatorów, będące podstawą integracji międzymodalnej, jest ciekawym, ale wciąż nie w pełni poznany procesem fizjologicznym. Piśmiennictwo dotyczące tego zagadnienia koncentruje się głównie na osobach dorosłych. W celu częściowego uzupełnienia tej luki podjęto badania czucia somatycznego u dzieci ze znacznym ograniczeniem lub wypadnięciem funkcji analizatora słuchowego i wzrokowego.

**Materiał i metody.** W badaniu wykorzystano test gnozji palcowej opracowany przez Bentona et al., a zmodyfikowany i opisany przez Galifret-Granjon. Badaniami objęto grupę 147 dzieci w wieku 7–13 lat z trzech wrocławskich szkół: I – Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niewidomych (46 osób), II – Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niesłyszących (41 osób), III – szkoły podstawowej (60 osób). Dzieci podzielono na podgrupy wiekowe A – 7–10 lat (I – 14 osób, II – 19 osób, III – 30 osób), B – 10–13 lat (I – 32 osób, II – 22 osoby, III – 30 osób).

**Wyniki.** Rozwój analizatora dotyku przebiega odmiennie u dzieci z deprivacją zmysłową w porównaniu z dziećmi z grupy kontrolnej. Najbardziej precyzyjny odbiór bodźców dotykowych charakteryzował dzieci niewidome. Najwięcej kłopotów z percepcją dotykową miały dzieci niesłyszące. Różnice w dokładności rozpoznawania bodźców dotykowych przez podgrupy wiekowe badanych dzieci były najslabiej zaznaczone w grupie dzieci niewidomych, a najlepiej w grupie dzieci niesłyszących. U dzieci z deprivacją zmysłową obserwuje się bardziej indywidualny rozwój analizatora dotyku niż u dzieci z prawidłową ostrością wzroku i słuchu.

**Wnioski.** Percepcja dotyku dzieci w badanym przedziale wiekowym jest cechą zmienną i rozwojową. Czucie dotyku wydaje się zależne od prawidłowego funkcjonowania analizatorów wzroku i słuchu (*Adv Clin Exp Med* 2005, 14, 1, 31–38).

**Słowa kluczowe:** czucie dotyku, dzieci niewidome, dzieci niesłyszące, gnozja palcowa.

#### Abstract

**Background.** Association of different kinds of sensory information is the basis for higher nervous functions. Perception, which comes as a result of holistic recognition of the object, is produced by the process of integrating elementary components coming from various sensory systems.

**Objectives.** The above-mentioned co-ordination of analysers, which is basic to the intermodal integration, is an interesting but still not fully recognised physiological process. Literature on the subject concentrates mainly on adults. Therefore, in order to fill the gap, the research had been undertaken to assess somatic feel in children with deficiency or absence of function of visual and auditory analyser.

**Material and Methods.** The research was carried out with the use of fingergnosis test developed by Benton and associates, which was modified and described by Galifret-Granjon. The survey involved 147 schoolchildren between the ages of 7 and 13 from three Wrocław's schools: I – the Educational Centre for Blind Children (46 children), II – the Educational Centre for Deaf Children (41 children), III – primary school (60 children). Hearing impairment of the tested children rated from 60–110 dB. The children were divided into two age subgroups: A – aged 7–10 (I – 14; II – 19; III – 30 children), B – aged 10–13 (I – 32; II – 22; III – 30 children).

**Results.** Development of the tactile analyser is different in children with sensory deprivation in comparison with children from the reference group. Blind children showed the most accurate perception of the tactile stimuli. Children with impaired hearing had serious problems with tactile perception. Differences in accuracy of recognising tactile stimuli with age subgroup consideration were slight within the blind children and distinct within the children with impaired hearing. Children with sensory deprivation show more individual development of the tactile analyser than children with normal vision and hearing.

**Conclusions.** Tactile perception in the tested age bracket is a variable and developmental trait. Feel of touch seems to be dependent on the correct functioning of visual and auditory analysers (*Adv Clin Exp Med* 2005, 14, 1, 31–38).

**Key words:** tactile sense, blind children, deaf children, fingergnosia.

Podstawą wyższych funkcji nerwowych jest kojarzenie różnych rodzajów informacji sensorycznych, w czym bierze udział wiele obszarów mózgu. W przypadku percepcji, będącej wynikiem holistycznego rozpoznania przedmiotu, w obrębie mózgu muszą zachodzić procesy scalania elementarnych komponentów płynących z różnych układów czuciowych. Przykładem tego typu współdziałania jest związek między czuciem dotyku i aparatem ruchu. Wykazano, że bodźce dotykowe na te same obszary skóry wywierają różny wpływ na aktywność mięśni w zależności od fazy lokomocji, w której je stosowano [1]. Stwierdzono ponadto udział receptorów dotyku w percepcji przestrzennej, a także w procesie chwytania i unoszenia przedmiotu, kiedy przeplatają się reakcje odruchowe i wolicjonalne [2, 3]. Wykonywanie ruchu jest jednocześnie źródłem wielu bodźców dostarczających do ośrodkowego układu nerwowego informacji zwrotnych.

Okazało się, że analizator wzroku jest zaangażowany w kształtowanie wrażeń dotykowych, a pola czuciowe S I i S II mogą być modulowane zarówno przez bodźce dotykowe, jak i wzrokowe [4].

Ze względu na plastyczność o.u.n. u osób pozbawionych dopływu pewnych części informacji sensorycznych dochodzi do zmiany organizacji połączeń neuronalnych i pojawiają się odmienne wzorce percepcji. Początkowo zmiany te dotyczą struktur podkorowych, a dopiero potem obejmują korę mózgową. Podczas pobudzania receptorów dotyku u ludzi niewidomych jednocześnie dochodzi do pojawiania się pobudzenia w obrębie pól wzrokowych [5–8]. Wykazano także, że osoby niewidome odznaczają się lepszą ostrością słuchu [9, 10].

Nie zawsze deprywacji zmysłowej towarzyszą jednak korzystne zmiany adaptacyjne. U dzieci niesłyszących częściej występują zaburzenia syntezy i analizy wzrokowej niż u słyszących prawidłowo [11].

## Material i metody

Współdziałanie analizatorów, będące podstawą integracji międzymodalnej, jest ciekawym, ale wciąż nie w pełni poznany procesem fizjologicznym.

Piśmiennictwo dotyczące tego zagadnienia koncentruje się głównie na osobach dorosłych. W celu częściowego uzupełnienia tej luki podjęto badania czucia somatycznego u dzieci ze znacznym ograniczeniem lub wypadnięciem funkcji analizatora słuchowego i wzrokowego.

W badaniu wykorzystano test gnozzji palcowej opracowany przez Bentona et al., a zmodyfikowany i opisany przez Galifret-Granjon [12].

Badaniami objęto grupę 147 dzieci w wieku 7–13 lat, uczniów z trzech wrocławskich szkół: I – Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niewidomych (46 osób, w tym 25 dziewcząt i 21 chłopców), II – Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niesłyszących (41 osób, w tym 18 dziewcząt i 23 chłopców), III – szkoły podstawowej (60 osób, w tym 30 dziewcząt i 30 chłopców).

Dzieci podzielono na podgrupy wiekowe: A – 7–10 lat (I – 14 osób, II – 19 osób, III – 30 osób), B – 10–13 lat (I – 32 osób, II – 22 osoby, III – 30 osób).

W podgrupie A znalazły się więc dzieci objęte nauczaniem początkowym, a podgrupa B objęła pozostałych uczniów szkoły podstawowej.

Stwierdzone upośledzenie narządu wzroku u dzieci z grupy I było spowodowane głównie uszkodzeniem obwodowych części tego analizatora (np. zwyrodnieniem siatkówki, bezsoczewkowością, zanikiem nerwu wzrokowego itp.).

Zaburzenia słuchu u dzieci z grupy II były w niewielkim procencie wadami wrodzonymi (uwarunkowanymi genetycznie). Większość miała charakter nabyty (np. choroby zakaźne wieku dziecięcego, stosowanie antybiotyków otolaryngologicznych, choroby nieżytowe ucha środkowego). Ubytek słuchu u tych uczniów wynosił 60–100 dB.

Poziom rozwoju intelektualnego badanych dzieci nie odbiegał od normy dla badanych przedziałów wiekowych.

Badania przeprowadzano w godzinach rannych, a przed ich rozpoczęciem zapoznawano dzieci z pomocami naukowymi używanymi podczas testów (estezjometr – tunel do osłaniania badanej ręki).

Przed zasadniczą próbą wykonywano badanie próbne, które wykazywało zrozumienie przez

dzieci wymogów testu i jednocześnie niwelowało ewentualny lęk przed nieznanym.

Palce ponumerowano przyporządkowując 1 – kciukowi, 2 – palcowi wskazującemu, 3 – środkowemu, 4 – serdecznemu, 5 – małowemu. Test przeprowadzano w trzech etapach.

1. Dotknięcie pojedyncze polegało na określeniu dotykane go drewnianym estezjometrem palca. W czasie wykonywania próby badana ręka była zasłonięta odpowiednio przygotowanym kartonowym tunelem. Drażniono opuszki palców, próby przebiegały zawsze według schematu: 4, 1, 3, 5, 2, 1, 5, 2, 4. Każdy z palców był więc w jednej serii badań dwukrotnie dotykany, a ponieważ badanie powtarzano, kolejne palce były stymulowane czterokrotnie.

2. Dotknięcie sukcesywne polegało na określeniu kolejno dotykanych dwóch palców. Tym razem przyjęty schemat wyglądał następująco: 1–3, 4–5, 1–4, 2–3, 5–2, 3–5, 4–2, 1–5, 3–4, 1–2.

3. Dotknięcie równoczesne polegało na określeniu jednocześnie dotykanych dwóch palców według schematu: 1–4, 2–3, 5–2, 3–4, 5–3, 1–2, 5–4, 1–3, 4–2, 1–5.

W dwóch ostatnich próbach (dotknięciu sukcesywnym i równoczesnym) każdy palec był drażniony ośmiokrotnie.

W celu utrzymania wymaganego do przeprowadzenia testu odpowiedniego stopnia koncentracji, między poszczególnymi etapami badania stosowano przerwy z niewielką aktywnością ruchową (np. tasowanie kart, naprzemienne ruchy dłońmi).

Podczas analizy wyników uwzględniono:

- liczbę błędów dla poszczególnych palców obu rąk (maksymalna możliwa liczba błędów dla dotknięcia pojedynczego dla każdego palca wynosiła 4, a dotknięcia sukcesywnego i równoczesnego 8); należy dodać, że ręką prawą nazwano rękę dominującą, a lewą – niedominującą,

- sumę błędów dla wszystkich palców jednej ręki w dotknięciu pojedynczym (maksymalna możliwa liczba błędów wynosiła 20),

- sumę błędów dla wszystkich palców w dotknięciu sukcesywnym i równoczesnym (maksymalna możliwa liczba błędów wynosiła 40).

## Analiza statystyczna

Analizę wyników przeprowadzono obliczając średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe zmiennej w grupach szkolnych (I, II) i podgrupach wiekowych (A, B). Do porównania średnich w analizowanych grupach użyto testów parametrycznych (analizy wariancji i testu wielokrotnego porównania Scheffe'go). Ponieważ zmienne nie miały rozkładu normalnego, otrzymane wyniki testów parametrycznych dodatkowo weryfikowano

testami nieparametrycznymi (test analizy wariancji Kruskala-Wallisa). Wyniki testów nieparametrycznych były zgodne z wynikami testów parametrycznych. Podane w tabelach poziomy istotności p dla różnic statystycznie istotnych dotyczą testu Kruskala-Wallisa.

Do porównania zmiennych między ręką prawą i lewą użyto testu parametrycznego *t*-Studenta dla par, a wyniki weryfikowano testem nieparametrycznym Wilcoxon dla par.

## Wyniki

Pierwszy etap badań, dotknięcie pojedyncze, sprawiał badanym dzieciom najmniej kłopotów i podczas jego wykonywania popełniły najmniej błędów. Najlepiej z identyfikacją dotykanych palców na ogół radzili sobie uczniowie z deprywacją wzrokową. Wyjątek dotyczył rozpoznawania palców 3. i 4. prawej ręki oraz 5. lewej, przy badaniu których dzieci niesłyszące popełniły najmniejszą liczbę błędów. Podczas badania palca 1 (kciuka) prawej ręki, 4. i 5. (serdecznego i małego) lewej oraz 2. i 3. (wskazującego i serdecznego) obu rąk w tej grupie badanej zanotowano jednak największą liczbę błędów (tab. 1 i 2).

Kolejnym, a jednocześnie trudniejszym etapem badań było dotknięcie sukcesywne. Maksymalna możliwa do popełnienia liczba błędów w tym teście wynosiła 40. W podgrupie dzieci młodszych (A) podczas badania prawej ręki najlepiej z zadaniem radziły sobie dzieci niewidome, a najwięcej kłopotów identyfikacja palców sprawiała dzieciom niesłyszącym.

Odmienne kształtowały się wyniki uzyskane przez uczniów starszych (podgrupa B). Dzieci niewidome popełniły najmniej błędów przy identyfikacji jedynie palca 1. Bodźce stosowane na środkowe palce (2., 3., 4.) były najlepiej rozpoznawane przez dzieci z grupy odniesienia, a na palec 5. przez uczniów niesłyszących (tab. 3).

Podczas badania lewej ręki młodsze dzieci niewidome, poza badaniem palca 4., popełniły najmniejszą liczbę błędów. Ich starsi koledzy najmniej kłopotów mieli z identyfikacją palców 1. i 5., a najwięcej 3. i 4.

Dzieci młodsze niesłyszące jedynie z identyfikacją palca 5. miały mniej kłopotów niż uczniowie z grupy odniesienia. Spośród uczniów z podgrupy B dzieci niesłyszące najlepiej poradziły sobie z rozpoznawaniem bodźców stosowanych na palec 4. (tab. 4).

Wyniki badania za pomocą dotknięć jednoczesnych były mniej zróżnicowane niż poprzedniego testu. Uczniowie niewidomi z podgrupy A na ogół najlepiej rozpoznawali dotykane palce. Wyjątek doty-

**Tabela 1.** Porównanie średniej liczby błędów w teście gnozji palcowej w badanych grupach z uwzględnieniem podgrup wiekowych. Dotknięcie pojedyncze (ręka prawa)

**Table 1.** Comparison of the average number of errors in fingergnosia test performed by tested groups with age subgroup consideration. The single touch (right hand)

Palec (Finger)	IA	IIA	IIIA	IB	IIB	IIIB	Różnica: I/II/III (Difference: I/II/III)
1	0	0,11 ± 0,32	0	0	0	0	IA/IIIA; p = 0,03 IB/IIIB; p = 0,01 IA/IIA; p = 0,00 IB/IIB; p = 0,00
2	0	1,00 ± 1,20	0,43 ± 0,68	0,12 ± 0,70	0,59 ± 0,80	0,33 ± 0,61	
3	0,50 ± 0,30	0,68 ± 0,74	0,67 ± 0,91	0,36 ± 0,93	0,41 ± 0,85	0,27 ± 0,64	
4	0,67 ± 1,30	0,47 ± 0,90	0,71 ± 1,06	0,55 ± 1,03	0,55 ± 0,74	0,50 ± 0,63	
5	0,17 ± 0,58	0,16 ± 0,37	0,24 ± 0,54	0,24 ± 0,83	0,18 ± 0,50	0	
Ogółem (Total)	1,33 ± 1,97	2,42 ± 2,50	2,05 ± 2,11	1,27 ± 2,34	1,73 ± 1,98	1,10 ± 1,37	

**Tabela 2.** Porównanie średniej liczby błędów w teście gnozji palcowej w badanych grupach z uwzględnieniem podgrup wiekowych. Dotknięcie pojedyncze (ręka lewa)

**Table 2.** Comparison of the average number of errors in fingergnosia test performed by the tested group with age subgroup consideration The single touch (left hand)

Palec (Finger)	IA	IIA	IIIA	IB	IIB	IIIB	Różnica: I/II/III (Difference: I/II/III)
1	0	0,05 ± 0,23	0,14 ± 0,48	0,06 ± 0,35	0,13 ± 0,64	0	IA/IIA; p = 0,00 IA/IIIA; p = 0,009 IB/IIIB; p = 0,00
2	0	1,11 ± 1,24	0,71 ± 1,01	0,24 ± 0,83	1,05 ± 1,17	0,17 ± 0,46	
3	0,17 ± 0,58	0,74 ± 0,81	0,67 ± 0,97	0,24 ± 0,66	0,91 ± 0,92	0,47 ± 0,73	
4	0,17 ± 0,58	0,63 ± 1,01	0,43 ± 0,75	0,60 ± 1,17	0,73 ± 0,77	0,40 ± 0,72	IB/IIB; p = 0,01
5	0,17 ± 0,58	0,11 ± 0,32	0,14 ± 0,36	0	0,27 ± 0,63	0,10 ± 0,31	
Ogółem (Total)	0,50 ± 1,24	2,63 ± 2,41	2,10 ± 2,02	1,15 ± 2,12	3,09 ± 2,49	1,13 ± 1,53	IA/IIIA; p = 0,01 IA/IIA; p = 0,00 IB/IIIB; p = 0,00

**Tabela 3.** Porównanie średniej liczby błędów w teście gnozji palcowej w badanych grupach z uwzględnieniem podgrup wiekowych. Dotknięcie sukcesywne (ręka prawa)

**Table 3.** Comparison of the number of errors in fingergnosia test performed by tested groups with age subgroup consideration. The successive touch (right hand)

Palec (Finger)	IA	IIA	IIIA	IB	IIB	IIIB	Różnica: I/II/III (Difference: I/II/III)
1	0	0,79 ± 1,40	0,90 ± 1,26	0,12 ± 0,70	0,27 ± 0,55	0,27 ± 0,58	IA/IIA; p = 0,03 IB/IIIB; p = 0,03 IB/IIIA; p = 0,04
2	0,50 ± 0,90	1,89 ± 1,94	1,29 ± 1,27	0,97 ± 1,74	1,18 ± 1,22	0,67 ± 0,76	
3	1,67 ± 2,23	1,89 ± 1,66	2,33 ± 1,11	1,21 ± 1,80	1,32 ± 1,58	1,10 ± 1,34	
4	1,50 ± 2,43	2,21 ± 1,65	1,62 ± 1,66	1,52 ± 2,24	1,82 ± 1,74	1,40 ± 1,07	IA/IIIB; p = 0,00 IB/IIIB; p = 0,04
5	0,67 ± 1,78	0,84 ± 0,83	1,09 ± 1,79	0,79 ± 1,80	0,68 ± 0,84	0,40 ± 0,86	
Ogółem (Total)	4,33 ± 5,90	7,63 ± 5,59	7,24 ± 4,37	4,61 ± 6,21	5,27 ± 4,14	3,83 ± 2,88	IIA/IIIB; p = 0,00

czył jedynie palców 1. i 5. lewej ręki, których identyfikacja najlepiej przebiegała w grupie odniesienia. Uczniowie niesłyszący, poza palcem 5. lewej ręki, popełnili w tej części badań największą liczbę błędów.

Ponownie większe zróżnicowanie wyników zaobserwowano w podgrupie B. Dla obu rąk iden-

tyfikacja palca 3. i 4. sprawiała najmniej kłopotów dzieciom niewidomym, ale przy drażnieniu palca 2. prawej ręki, 1. lewej i 5. obu rąk popełnili najwięcej błędów. Dzieci niesłyszące najgorzej identyfikowały palce 1. i 3. prawej ręki, 2. lewej oraz 4. obu rąk (tab. 5, 6).

**Tabela 4.** Porównanie średniej liczby błędów w teście gnozji palcowej w badanych grupach z uwzględnieniem podgrup wiekowych. Dotknięcie sukcesywne (ręka lewa)**Table 4.** Comparison of the average number of errors in fingergnosia test performed by tested groups with age subgroups consideration. The successive touch (left hand)

Palec (Finger)	IA	IIA	IIIA	IB	IIB	IIIB	Różnica: I/II/III (Difference: I/II/III)
1	0,33 ± 1,15	0,79 ± 1,44	0,62 ± 0,67	0,18 ± 0,58	0,27 ± 0,46	0,23 ± 0,43	IA/IIIA; p = 0,02
2	0,33 ± 1,15	1,58 ± 1,35	1,33 ± 1,24	1,21 ± 1,80	1,55 ± 1,26	0,57 ± 0,77	IA/IIA; p = 0,00 IIA/IIIB; p = 0,02
3	1,00 ± 1,35	2,47 ± 1,87	1,71 ± 1,38	1,76 ± 2,11	1,73 ± 1,52	0,83 ± 1,18	IA/IIA; p = 0,02 IIA/IIB; p = 0,02
4	2,00 ± 2,70	3,37 ± 1,71	1,81 ± 1,66	1,88 ± 2,00	1,27 ± 1,08	1,50 ± 1,46	IA/IIA; p = 0,04 IIIA/IIIB; p = 0,03
5	0,50 ± 0,90	1,16 ± 1,21	1,38 ± 1,63	0,61 ± 1,27	0,59 ± 0,80	0,63 ± 1,19	
Ogółem (Total)	4,17 ± 4,30	9,37 ± 5,18	6,86 ± 4,10	5,64 ± 6,01	5,41 ± 3,62	3,77 ± 2,93	IA/IIA; p = 0,01 IIIA/IIIB; p = 0,01

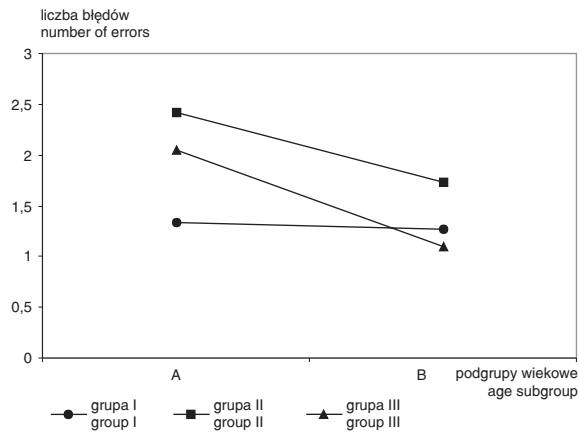
**Tabela 5.** Porównanie średniej liczby błędów w teście gnozji palcowej w badanych grupach z uwzględnieniem podgrup wiekowych. Dotknięcie jednoczesne (ręka prawa)**Table 5.** Comparison of the average number of errors in fingergnosia test performed by the tested groups with age subgroup consideration. The simultaneous touch (right hand)

Palec (Finger)	IA	IIA	IIIA	IB	IIB	IIIB	Różnica: I/II/III (Difference: I/II/III)
1	1,00 ± 2,34	2,05 ± 2,44	1,05 ± 1,40	0,18 ± 0,77	0,78 ± 1,19	0,47 ± 0,68	IB/IIB; p = 0,00 IB/IIIB; p = 0,01
2	1,33 ± 1,57	1,89 ± 1,52	1,62 ± 1,32	1,64 ± 2,21	1,50 ± 1,57	1,23 ± 1,28	
3	1,33 ± 2,31	2,95 ± 2,20	2,48 ± 1,69	1,21 ± 1,73	1,82 ± 1,65	1,60 ± 1,87	IA/IIA; p = 0,01 IA/IIIA; p = 0,02 IIIA/IIIB; p = 0,04
4	0,83 ± 1,59	2,53 ± 1,78	1,57 ± 1,33	1,03 ± 1,01	1,86 ± 1,46	1,47 ± 1,17	IA/IIA; p = 0,01 IB/IIB; p = 0,00 IA/IIIA; p = 0,05 IB/IIIB; p = 0,01
5	0,67 ± 2,81	1,58 ± 1,35	1,05 ± 1,28	1,03 ± 2,17	0,91 ± 1,07	0,83 ± 1,29	
Ogółem (Total)	6,17 ± 7,55	11,00 ± 6,83	7,76 ± 4,05	5,09 ± 5,57	6,86 ± 4,72	5,60 ± 3,44	IIIA/IIIB; p = 0,05

**Tabela 6.** Porównanie średniej liczby błędów w teście gnozji palcowej w badanych grupach z uwzględnieniem podgrup wiekowych. Dotknięcie jednoczesne (ręka lewa)**Table 6.** Comparison of the average number of errors in fingergnosia test performed by the tested groups with age subgroup consideration. The simultaneous touch (left hand)

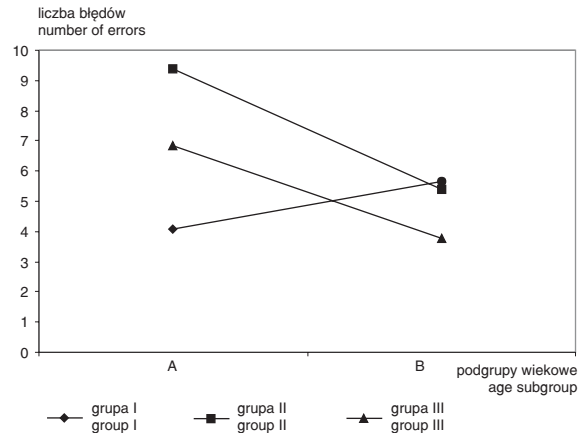
Palec (Finger)	IA	IIA	IIIA	IB	IIB	IIIB	Różnica: I/II/III (Difference: I/II/III)
1	1,33 ± 3,11	1,63 ± 1,77	1,10 ± 1,45	0,30 ± 1,13	1,14 ± 1,46	0,27 ± 0,52	IIIA/IIIB; p = 0,04 IB/IIB; p = 0,00
2	1,50 ± 2,11	2,68 ± 1,57	2,19 ± 1,44	1,39 ± 1,90	1,73 ± 1,39	1,20 ± 1,16	IA/IIA; p = 0,04 IIIA/IIIB; p = 0,02
3	1,00 ± 1,60	3,21 ± 2,12	2,67 ± 1,68	1,30 ± 1,42	2,23 ± 1,69	1,83 ± 1,37	IA/IIA; p = 0,01 IA/IIIA; p = 0,01 IB/IIB; p = 0,04
4	1,67 ± 1,87	2,26 ± 1,94	1,81 ± 1,81	1,21 ± 2,00	1,55 ± 1,47	1,43 ± 1,22	
5	1,83 ± 2,76	1,79 ± 1,18	1,67 ± 1,59	1,09 ± 2,01	0,95 ± 1,05	0,47 ± 0,77	IIIA/IIIB; p = 0,00
Ogółem (Total)	7,33 ± 7,74	11,58 ± 5,83	9,43 ± 5,22	5,30 ± 6,27	7,59 ± 4,26	5,20 ± 2,87	IIIA/IIIB; p = 0,00 IB/IIB; p = 0,02





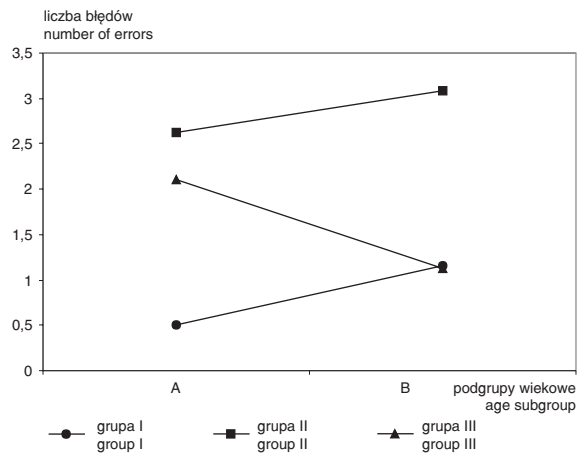
**Ryc. 1.** Porównanie średniej sumarycznej liczby błędów w badanych grupach. Dotknięcie pojedyncze (ręka prawa)

**Fig. 1.** Comparison of the average total number of errors performed by tested groups. The single touch (right hand)



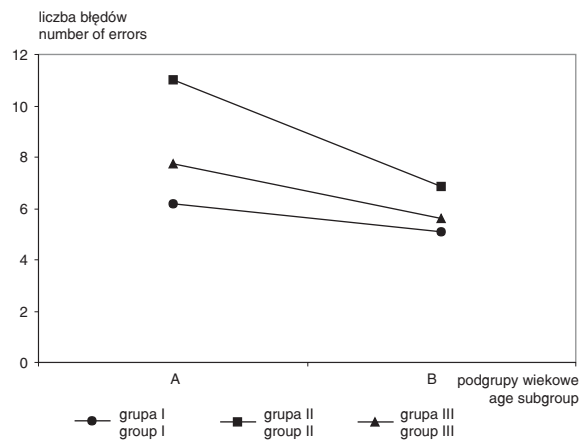
**Ryc. 4.** Porównanie średniej sumarycznej liczby błędów w badanych grupach. Dotknięcie sukcesywne (ręka lewa)

**Fig. 4.** Comparison of the average total number of errors performed by tested groups. The successive touch (left hand)



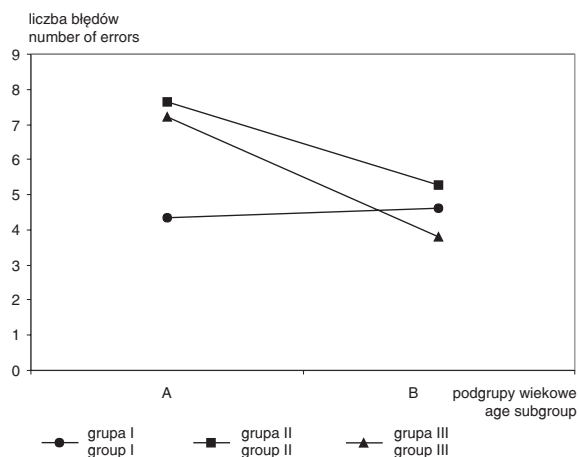
**Ryc. 2.** Porównanie średniej sumarycznej liczby błędów w badanych grupach. Dotknięcie pojedyncze (ręka lewa)

**Fig. 2.** Comparison of the average total number of errors performed by the tested group. The single touch (left hand)



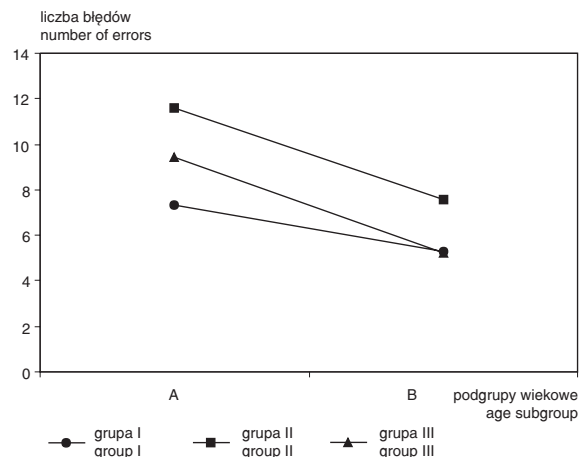
**Ryc. 5.** Porównanie średniej sumarycznej liczby błędów w badanych grupach. Dotknięcie jednoczesne (ręka prawa)

**Fig. 5.** Comparison of the average total number of errors performed by the tested groups. The simultaneous touch (right hand)



**Ryc. 3.** Porównanie średniej sumarycznej liczby błędów w badanych grupach. Dotknięcie sukcesywne (ręka prawa)

**Fig. 3.** Comparison of the average total number of errors performed by tested groups. The successive touch (right hand)



**Ryc. 6.** Porównanie średniej sumarycznej liczby błędów w badanych grupach. Dotknięcie jednoczesne (ręka lewa)

**Fig. 6.** Comparison of the average total number of errors performed by the tested groups. The simultaneous touch (left hand)

## Omówienie

Rozwój każdego dziecka odbywa się według własnego, uwarunkowanego genetycznie schematu, ale nie można nie docenić wpływu środowiska, w którym się odbywa [13, 14]. Dzieci z deprywacją zmysłową mogą osiągać maksymalne możliwości rozwoju tylko wtedy, gdy stworzy się im odpowiednie programy rehabilitacyjne. Ich opracowanie jest jednak uzależnione od stopnia poznania zmian wywołanych zaburzeniami organicznymi. Takim zaburzeniem jest niewątpliwie utrata słuchu lub wzroku.

Przeprowadzony test gnozi palcowej umożliwił poznanie wpływu deprywacji zmysłowej na czucie somatyczne. Porównanie średniej sumarycznej liczby błędów popełnionych w podgrupach wiekowych pozwala zorientować się w dynamice rozwoju czucia dotyku w badanych grupach (ryc. 1–6). Co prawda różnice statystycznie istotne między skrajnymi podgrupami wiekowymi zanotowano jedynie w grupie odniesienia, ale widać, że kierunek rozwoju analizatora dotyku u dzieci niesłyszących nie odbiega od jego rozwoju u dzieci z prawidłową ostrością słuchu. Różnica polegała na precyzji odbioru bodźców dotykowych, ale w obu tych grupach dokładność identyfikacji dotykanych palców zwiększała się wraz z wiekiem badanych dzieci. Jedynie podczas badania lewej ręki za pomocą dotknięć pojedynczych starsze dzieci niesłyszące uzyskały wyniki gorsze od swoich młodszych kolegów (ryc. 1 i 2).

Otrzymane dane uzupełniają wyniki wcześniejszych badań autorów, w których stwierdzono, że dzieci niesłyszące, w porównaniu z dziećmi o prawidłowej ostrości słuchu, cechuje gorsza ko-

ordynacja wzrokowo-ruchowa i precyzja ruchu [15, 16]. Zaburzony rozwój motoryczny tych dzieci może wynikać z braku precyzji w odbiorze bodźców dotykowych, które – jak stwierdzono – odgrywają istotną rolę we współdziałaniu układu somatycznego i ruchu [17].

W grupie uczniów niewidomych różnice średniej sumarycznej liczby błędów popełnionych w obu podgrupach wiekowych nie były tak znaczne jak w pozostałych. Wyraźne tendencje rozwojowe dało się jedynie zaobserwować podczas stosowania dwóch bodźców jednocześnie. Na tym etapie badań dzieci starsze lepiej identyfikowały dotykane palce niż ich młodszy koledzy. W pozostałych próbach starszym uczniom rozpoznawanie dotykanych palców sprawiało więcej kłopotów niż dzieciom z podgrupy A (ryc. 5 i 6).

Deprywacji zmysłowej u niewidomych towarzyszy kompensacyjna reorganizacja polegająca na zwiększeniu w polach czuciowych reprezentacji korowej dla palców „czytających” (głównie 2. i 3.), co odbywa się kosztem zmniejszenia somatotopowej reprezentacji pozostałych palców [18].

Wiadomo, że te zmiany są możliwe do 14. lub 16. roku życia [8, 19]. Starsza podgrupa wiekowa obejmowała uczniów w wieku 11–13 lat, czyli takich, u których ze względu na umiejętności posługiwania się alfabetem Braille’a można spodziewać się zaawansowania zmian plastycznych kory mózgowej. Stąd możliwość „zlewania” się informacji z odrębnych receptorów.

Należy zwrócić także uwagę na bardziej indywidualny przebieg rozwoju analizatora dotyku w grupie dzieci z deprywacją zmysłową, o czym świadczą znaczne odchylenia standardowe od średnich wartości.

## Piśmiennictwo

- [1] **Czarkowska-Bauch J:** Variety of muscle responses to tactile stimuli. *Acta Neurobiol Exp* 1996, 56, 435–439.
- [2] **Czarkowska-Bauch J:** Wpływ informacji dotykowych i bólowych na zachowanie ruchowe. *Mózg i zachowanie*. Red. Górská T. Warszawa 1997, 236–251.
- [3] **Craig JC:** Gaiting orientation as a measure of tactile spatial acuity. *Somatosens Mot Res* 1999, 16 (3), 197–206.
- [4] **Taylor-Clarke M, Kennett S, Haggard P:** Vision modulates somatosensory cortical processing. *Curr Biol* 2002, 12 (3), 233–236.
- [5] **Van Boven RW, Hamilton RH, Kauffman T, Keenan JP, Pascual-Leone A:** Tactile spatial resolution in blind Braille readers. *Neurology* 2000, 54 (12), 2230–2236.
- [6] **Melzer P, Morgan VL, Pickens DR, Price RR, Wall RS, Ebner FF:** Cortical activation during Braille reading is influenced by early visual experience in subjects with severe visual disability: a correlation fMRI study. *Hum Brain Mapp* 2001, 14 (3), 186–195.
- [7] **Burton H, Snyder AZ, Conturo TE, Akbudak E, Ollinger JM, Raichle ME:** Adaptive changes in early and late blind: a fMRI study of Braille reading. *J Neurophysiol* 2002, 87 (1), 589–607.
- [8] **Sadato N, Okada T, Honda M, Yonekura Y:** Critical period for cross-modal plasticity in blind humans: a functional MRI study. *Neuroimage* 2002, 16 (2), 389–400.
- [9] **Martin GN:** Neuropsychologia. PZWL, Warszawa 2001, 232–233.
- [10] **Schwenn O, Hundorf I, Moll B, Pitz S, Mann WJ:** Do blind persons have a better sense of smell than normal sighted people? *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2002, 219 (9), 649–654.
- [11] **Wolf AB, Kammerer BL, Gardner JK, Thacher RW:** Brain-behaviour relationships in deaf children. The Gallandet neurobehavioral project. *J Am Deafness Found* 1989, 23, 19–33.

- [12] **Zazzo R:** Metody psychologicznego badania dziecka. Warszawa 1974, 72–106.
- [13] **Krawczyński M:** Kierunek zmian w rozwoju dzieci i młodzieży w okresie dojrzewania na przełomie XX i XXI wieku w Polsce. *Pediatr Pol* 2003, 5, 347–354.
- [14] **de Barros KM, Fragoso AG, de Oliveira AL, Cabral Filho JE, de Castro RM:** Do environmental influences alter motor abilities acquisition? A comparison among children from day-care centers and private schools. *Arq Neuropsiquiatr* 2003, 61 (2A), 170–175.
- [15] **Borodulin-Nadzieja L, Thannhauser J, Buldańczyk A, Jurecka M:** Simple and differential reactions times in children with hearing sense disorders who grow up and develop in various environmental conditions. *J Hum Kinet* 1999, 2, 79–92.
- [16] **Thannhauser J, Borodulin-Nadzieja L, Buldańczyk A, Jurecka M:** Psychomotor efficacy of children with hearing disorders. *J Hum Kinet* 2001, 5, 37–46.
- [17] **Schoemaker MM, van der Wees M, Flapper B, Verheij-Jansen N, Scholten-Jaegers S, Geuze RH:** Perceptual skills of children with developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci* 2001, 20 (1–2), 111–133.
- [18] **Pascual-Leone A, Grafman J, Clark K, Stewart M, Massaquoi S, Lou JS, Hallett M:** Modulation of motor cortical outputs to the reading hand of Braille readers. *Ann Neurol* 1993, 34 (1), 33–37.
- [19] **Cohen LG, Weeks RA, Sadato N, Celnik P, Ishii K, Hallett M:** Period of susceptibility for cross-modal plasticity in the blind. *Ann Neurol* 1999, 45 (4), 451–460.

### Adres do korespondencji:

Joanna Thannhäuser  
Katedra i Zakład Fizjologii AM  
ul. T. Chałubińskiego 10  
50-368 Wrocław  
e-mail: jth@fizjo.am.wroc.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 15.03.2004 r.  
Po recenzji: 28.09.2004 r.  
Zaakceptowano do druku: 5.10.2004 r.

Received: 15.03.2004  
Revised: 28.09.2004  
Accepted: 5.10.2004