



UNIwersYTET MEDYCZNY
IM. PIASTÓW ŚLĄSKICH WE WROCLAWIU

Anna Pecuch

**AKTYWNOŚĆ ODRUCHÓW PIERWOTNYCH
W ODNIESIENIU DO FUNKCJI
SENSORYCZNYCH I MOTORYCZNYCH
DZIECI W WIEKU PRZEDSZKOLNYM**

ROZPRAWA DOKTORSKA



UNIWERSYTET MEDYCZNY
IM. PIASTÓW ŚLĄSKICH WE WROCŁAWIU

Mgr Anna Pecuch

**AKTYWNOŚĆ ODRUCHÓW PIERWOTNYCH
W ODNIESIENIU DO FUNKCJI SENSORYCZNYCH
I MOTORYCZNYCH DZIECI W WIEKU PRZEDSZKOLNYM**

Rozprawa doktorska wykonana w Zakładzie Rehabilitacji
w Dysfunkcjach Narządu Ruchu w Katedrze Fizjoterapii na Wydziale
Nauk o Zdrowiu

Promotor:

Prof. dr hab. med. Małgorzata Paprocka-Borowicz

Promotor pomocniczy:

Dr Ewa Gieysztor

Wrocław 2021

Podziękowania:

Dla promotor pracy, profesor Małgorzaty Paprockiej-Borowicz - dziękuję za otwartość oraz wszechstronne i wyrozumiałe wsparcie na każdym etapie powstawania pracy.

Dla promotor pomocniczej, doktor Ewy Gieysztor – wspaniałej osoby o pięknym sercu, otwartym umyśle i wielkiej wierze. Zbyt wiele jest rzeczy których mnie nauczyłaś bym mogła je tu wszystkie wymienić....

Dla kochanego męża Michała – za to że od początku wspierał mnie w trakcie tej drogi i że wytrzymał do samego końca.

Dla Rodziców, rodziny i przyjaciół za wszelkie wsparcie psychiczne i fizyczne – bez Was ta praca by nie powstała.

Dla koleżanek i kolegów z uczelni których dane mi było poznać i współpracować – Ewelinko i Marleno, dziękuję Wam za ten czas!

Dedykuję tę pracę wszystkim dzieciom, które poznałam w trakcie powstawania tej pracy, w szczególności mojej córce Róży i synkowi Ignasiowi.

Życzę Wam abyście zawsze mogli realizować i rozwijać Wasz potencjał psychoruchowy oraz abyście spotykali dobrych ludzi którzy Wam w tym pomogą.

Spis treści

I.	WSTĘP	
	I 1. Forma rozprawy doktorskiej.....	5
	I 2. Wykaz publikacji.....	5
	I 3. Definicja odruchów pierwotnych.....	6
	I 4. Definicja odruchów niewyhamowanych/aktywnych odruchów pierwotnych.....	7
	I 5. Epidemiologia i znaczenie występowania aktywnych odruchów pierwotnych dla rozwoju psychomotorycznego dziecka przedszkolnego.....	8
	I 6. Postępowanie terapeutyczne u dzieci z aktywnymi odruchami pierwotnymi.....	9
II.	CEL PRACY	
	II 1. Cel główny.....	10
	II 2. Cele szczegółowe.....	10
III.	HIPOTEZY.....	10
IV.	MATERIAŁ I METODY BADAWCZE	
	IV 1. Osoby badane	11
	IV 2. Metody badawcze.....	11
	IV 3. Metody statystyczne.....	13
V.	OMÓWIENIE CYKLU PUBLIKACJI.....	13
VI.	WNIOSKI.....	17
VII.	PIŚMIENNICTWO.....	18
VIII.	STRESZCZENIE.....	20
	ABSTRAKT.....	22
IX.	ZAŁĄCZNIKI	
	zał. 1 Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children.....	24
	zał. 2 Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children.....	40
	zał. 3-7 Oświadczenia współautorów.....	56
	zał. 8 Zgoda komisji bioetycznej.....	61
X.	DOROBEK NAUKOWY.....	63

SKRÓTY STOSOWANE W ROZPRAWIE:

(A)PR – (A)OP (active) primitive reflex – (aktywne) odruchy pierwotne

ATNR – ATOS asymmetric tonic neck reflex – asymetryczny toniczny odruch szyjny

STNR – STOS symmetric tonic neck reflex – symetryczny toniczny odruch szyjny

TLR – TOB tonic labyrinthine reflex- toniczny odruch błędnikowy

MOT 4-6 The Motor Proficiency Test for children aged 4–6 – test sprawności motorycznej dla dzieci w wieku 4-6 lat

R – P right - prawy

L – L left - lewy

FLX – flex – zgięcie(-owy)

EXT – extend – wyprost(ny)

I. WSTĘP

I 1. Forma rozprawy doktorskiej

Rozprawę doktorską tworzą spójnie tematycznie dwa oryginalne artykuły opublikowane w czasopismach naukowych pod wspólnym tytułem

AKTYWNOŚĆ ODRUCHÓW PIERWOTNYCH W ODNIESIENIU DO FUNKCJI SENSORYCZNYCH I MOTORYCZNYCH DZIECI W WIEKU PRZEDSZKOLNYM

I 2. Wykaz publikacji

Publikacje naukowe przedstawiono chronologicznie według daty publikacji (autor/autorzy, tytuł, nazwa wydawnictwa, rok wydania):

1. **Anna Pecuch**, Ewa Gieysztor, Marlena Telenga, Ewelina Wolańska, Mateusz Kowal, Małgorzata Paprocka-Borowicz.: Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children.
International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, Vol.17 no.21 art.8210. doi:10.3390/ijerph17218210
IF: 3,390 Pkt. MEiN: 140
2. **Anna Pecuch**, Ewa Gieysztor, Ewelina Wolańska, Marlena Telenga, Małgorzata Paprocka-Borowicz.: Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children.
Brain Sciences, 2021, Vol.11 no.8 art.967. doi.org/10.3390/brainsci11080967
IF: 3,394 Pkt. MEiN: 100

Sumaryczna punktacja MEiN rozprawy doktorskiej wyniosła 240 pkt. Sumaryczny Impact Factor, zgodnie z rokiem opublikowania, wyniósł 6,784. Pełne teksty opublikowanych prac przedstawiono w formie załączników (załączniki **nr 1-2**).

W obu pracach miałam decydujący wkład w ich powstaniu i redagowaniu (zarówno na etapie tworzenia koncepcji badania, planowania i przeprowadzenia badań, analizy wyników oraz pisania artykułów). Za pracę Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children została przyznana nagroda Rektora I stopnia za osiągnięcia naukowe.

Do rozprawy dołączono również oświadczenia wszystkich współautorów w/w prac zespołowych z określeniem indywidualnego wkładu każdego z nich w jej powstanie (załącznik **nr 3-7**).

I 3. Definicja odruchów pierwotnych

Odruchy pierwotne (OP) kształtują się w trakcie życia płodowego, a następnie wyrażone są w postaci stereotypowych i mimowolnych reakcji ruchowych, obserwowanych u noworodków i niemowląt [Goddard-Blythe, 2005]. Odruchy te umożliwiają niemowlęciu zdobycie pierwszych doświadczeń sensorycznych i ruchowych. Ich aktywność jest konieczna m.in. w dla prawidłowego przebiegu porodu fizjologicznego – przy przejściu niemowlęcia przez kanał rodny odruchy aktywują się i jednocześnie, są one wzmacniane. Są one także podstawą do rozwoju funkcji życiowych takich jak ssanie, oddychanie i rozwój motoryczny. Centrum lokalizacji odruchów pierwotnych znajduje się w niższych ośrodkach układu nerwowego tj. w pniu mózgu. Wraz z funkcjonalnym dojrzewaniem układu nerwowego niemowlęcia w pierwszych miesiącach życia, obserwuje się stopniowe zanikanie ich aktywności. Odruchy pierwotne po wypełnieniu swojej roli, którą jest początkowa możliwość dostarczania i doświadczania bodźców, zostają stopniowo zintegrowane poprzez funkcjonalne dojrzewanie wyższych pięter ośrodkowego układu nerwowego. Centrum kontroli postawy i koordynacji ruchowej znajduje się w korze mózgowej i to, dzięki stale postępującej mielinizacji komórek nerwowych, następuje rozwój świadomej motoryki spontanicznej [Zafeiriou 2004; De Jager 2005].

Pierwsze reakcje ruchowe pojawiają się w piątym tygodniu życia płodowego i są to odruchowe reakcje cofania. W dziewiątym tygodniu życia płodowego wykształca się jeden z pierwszych odruchów pierwotnych - odruch Moro. Jest to reakcja złożona z dwóch faz – symetrycznego ruchu ramion w górę i na boki od ciała, który skoordynowany jest z wdechem oraz następującego w drugiej fazie, przywiedzenia ramion z jednoczesnym wydechem (towarzyszyć może mu płacz lub krzyk). Odruch ten umożliwia wykonanie noworodkowi pierwszego wdechu życia i jest reakcją w wyniku której następuje pobudzenie współczulnego układu nerwowego (wyrzut hormonów stresu, hiperwentylacja, przyspieszenie akcji serca, wzrost ciśnienia krwi). Odruch ten, około czwartego miesiąca życia, powinien zostać zastąpiony odruchem wzdrygnięcia (Straussa) który obecny jest u każdego człowieka przez całe życie. Reakcja Moro jest odpowiedzią na pobudzenie układu przedsionkowego oraz receptorów prioproceptywnych w odcinku szyjnym. Jego ekspresję wiąże się także z odpowiedzią na bodziec dźwiękowy oraz wzrokowy.

W jedenastym tygodniu życia płodowego wykształca się odruch dłoniowo-chwytny (Palmara). Jest to odruch, który w pełni wykształconej formie (w momencie narodzin) wyraża się poprzez zaciśnięcie dłoni, jako odpowiedź na bodziec dotykowy w jej obszarze. Odruch ten umożliwia dziecku zaciśnięcie dłoni. Wraz z upływem czasu odruch ten powinien zostać stopniowo wyhamowany poprzez rozwój bardziej złożonych umiejętności manualnych. W dwudziestym tygodniu życia płodowego pojawia się drugi odruch skórny opisany w niniejszej pracy - odruch grzbietowo-skórny Galanta. Jest to reakcja ruchowa tułowia (ruch uniesienia biodra i wygięcie się ciała w łuk w płaszczyźnie czołowej) w odpowiedzi na stymulację skóry pleców wzdłuż kręgosłupa. Odruch ten

jest silnie aktywny i wzmacniany w trakcie porodu (zapewnia dziecku możliwość ruchów bocznych). Odruch ten początkowo zapewnia utrzymanie równowagi w trakcie nauki pełzania i czworakowania. Powinien ulec stopniowemu wygaszeniu wraz z rozwojem pozycji pionowej.

Wśród odruchów pierwotnych wyróżnia się także m.in. trzy odruchy toniczne. Są to toniczny odruch błędnikowy (TOB), asymetryczny toniczny odruch szyjny (ATOS) oraz symetryczny toniczny odruch szyjny. Są to odruchy których ekspresja ściśle związana jest z pobudzeniem i kształtującą się dzięki temu, prawidłową pracą układu przedsionkowego. TOB i ATOS kształtują się w ciągu życia płodowego, zaś STOS po urodzeniu. Wszystkie trzy odruchy są odpowiedzią ciała na ruch głowy. Schemat ruchowy ATOS-u jest odpowiedzią na ruch obrotu głowy w prawą lub lewą stronę. Po stronie twarzowej obserwuje się wówczas wyprost kończyny górnej i dolnej, zaś po stronie potylicznej ich zgięcie. Odruch ten umożliwia niemowlęciu doświadczenie schematu ruchowego wyciągnięcia ręki w stronę w którą zwrócona jest twarz, w wyniku którego nabywa ono umiejętności sięgania po przedmiot i przyciągania go do siebie. Niemowlę uczy się wówczas nowej, ważnej umiejętności ruchowej jaką jest praca w linii środkowej ciała. Jest to jednocześnie proces stopniowego wygaszania asymetrycznego odruchu szyjnego. W przypadku TOB i STOS za odpowiedź ruchową ciała odpowiada ruch zgięcia głowy w przód i w tył (wyprost). W schemacie ruchowym TOB ruch głowy w przód (zgięcie) generuje pozycję zgięciową całego ciała i kończyn, zaś jej wyprost reakcję wyprostną tułowia i kończyn. Odruch ten, podobnie jak odruch Galanta, pełną aktywność osiąga przy porodzie i jest kluczowy dla jego prawidłowego przebiegu. W schemacie ruchowym STOS zgięcie głowy powoduje ugięcie ramion, przy jednoczesnym wyproście kończyn dolnych. Wyprost głowy generuje reakcję odwrotną, a zatem wyprost kończyn górnych oraz zgięcie kończyn dolnych. STOS jest podstawą do osiągnięcia przez niemowlę pozycji czworaczkiej i stopniowo integruje się poprzez dalszą aktywność w tej pozycji.

I 4. Definicja odruchów niewyhamowanych/aktywnych odruchów pierwotnych

Każdy z odruchów ma za zadanie wyposażyć dziecko w początkowe doświadczenia sensomotoryczne i jednocześnie przygotować je do osiągnięcia dojrzałych i bardziej złożonych umiejętności ruchowych. Jeśli aktywność któregoś z odruchów zauważalna jest po za czasem jego fizjologicznego występowania wówczas opisane schematy odruchowe mogą niekorzystnie wpływać na kształtowanie się dojrzałych reakcji równoważnych, motorycznych i sensorycznych. Obecność pierwotnych reakcji odruchowych, poza okresem ich fizjologicznego występowania, jest zjawiskiem świadczącym o niedojrzałości w funkcjonowaniu układu nerwowego. Ich występowanie, w pełnej formie po za okresem fizjologii, charakterystyczne jest dla dzieci z uszkodzeniem OUN, u których wybrane OP mogą utrzymywać się przez całe życie w wygórowanej formie [Sigafos i wsp., 2021; Kawakami, 2013]. U dzieci w wieku przedszkolnym, bez patologii w strukturze i funkcjonowaniu OUN, „śladowa” obecność OP może przybierać różny stopień nasilenia. Według literatury przedmiotu

najczęściej badane są one w kategoriach lekkiego i umiarkowanego stopnia nasilenia oraz znacznego i bardzo znacznego (maksymalnego). Odruchy wyrażone w stopniu lekkim i umiarkowanym mają szansę, w raz z wiekiem i dojrzewaniem dziecka, ulec samoistnej i całkowitej integracji. Mogą one jednak podobnie jak odruchy wyrażone w stopniu znacznym i najwyższym utrzymywać się, a ich niewyhamowana obecność skutecznie zakłócać rozwój psychoruchowy dziecka. Aktywność odruchów przejawia się w postaci napięć i ruchów mimowolnych. W publikacji *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children* mechanizm ten został ukazany na przykładzie przetrwałej reakcji ATOS. W schemacie reakcji asymetrycznego tonicznego odruchu szyjnego, skręt głowy dziecka powoduje odruchowe napięcie (aktywność wyprostną) kończyny górnej i/lub dolnej po stronie twarzowej. Po stronie potylicznej nastąpić może odruchowa aktywność zgięciowa kończyn. W sytuacji gdy ruch głowy generuje odruchowe napięcie w kończynach, dziecko przedszkolne zmuszone jest do zwiększonej kontroli swojego ciała oraz wzmożonego wysiłku w trakcie wykonywania codziennych czynności [Goddard-Blythe, 2009; Konicarova, 2013; McPhilips, 2007]. Zaobserwowano iż w przypadku przetrwałej reakcji ATOS, jego aktywność może utrudniać np. jazdę na rowerze gdzie ruch głowy do boku może powodować skręt kierownicy (spowodowany aktywnością zgięciową i wyprostną kończyn górnych w odpowiedzi na bodziec jakim jest skręt głowy). Niewyhamowane odruchy pierwotne u dzieci przedszkolnych mogą być przyczyną ogólnej niezgrabności ruchowej i braku płynności wykonywanych ruchów.

I 5. Epidemiologia i znaczenie występowania aktywnych odruchów pierwotnych dla rozwoju dziecka przedszkolnego

Z dotychczas opublikowanych badań wynika, iż występowanie niezintegrowanych odruchów pierwotnych w populacji dzieci przedszkolnych jest zjawiskiem powszechnym. W literaturze przedmiotu występowanie przynajmniej jednego niewyhamowanego odruchu u dzieci w wieku przedszkolnym odnotowane jest na poziomie 89% [Gieysztor i wsp., 2018] do 100% [Hickey i Feldhacker, 2021] grupy badanej. Wartości te istotnie zmniejszają się wraz z wiekiem dzieci [Gieysztor et al. 2017] – u dzieci w wieku wczesnoszkolnym wykazano istotnie lepszy poziom integracji odruchów w stosunku do dzieci przedszkolnych. Według badań u dzieci w wieku szkolnym aktywne odruchy pierwotne występują u 48% [Goddard-Blythe, 2005] - 55% [Grzywniak, 2010] populacji, głównie na poziomie niskim i umiarkowanym. Dotychczas opublikowane badania w aspekcie występowania OP w populacji dzieci przedszkolnych i wczesnoszkolnych przeprowadzone zostały z udziałem stosunkowo mało licznych grup. Niniejsza praca miała również m.in. na celu zbadanie zjawiska występowania OP w większej grupie populacyjnej, a tym samym pomóc w ustaleniu rozkładu nasilenia niewyhamowanych odruchów pierwotnych. Celem pośrednim pracy było także odpowiedzenie na pytanie u jakiej części populacji dzieci w wieku przedszkolnym obecność OP rzeczywiście stanowi problem wymagający podjęcia działań terapeutycznych oraz czy

ich nieznaczna obecność może być uznana za pewnego rodzaju „niedojrzałość” mieszczącą się w granicach fizjologii.

W literaturze przedmiotu problem występowania odruchów pierwotnych (OP) poruszany jest głównie w kontekście dzieci z MPDz, zespołem Downa, ADHD lub zespołem Aspergera [Sigafos i wsp., 2021]. Początkowo problematyka występowania OP wśród zdrowych dzieci w wieku przedszkolno-szkolnym była badana i opisywana w literaturze naukowej głównie związku z trudnościami w nauce czytania i pisania [McPhilips i Jordan-Black, 2007; Bilbilaj, 2017], koncentracji uwagi i zapamiętywaniu [Taylor 2004; Konicarova i wsp., 2013; Hazzaa i wsp., 2021]. W ostatnich latach opublikowano również badania opisujące związek występowania niewyhamowanych odruchów pierwotnych w kontekście zaburzeń mowy [Matuszkiewicz i Gałkowski, 2021] oraz ich znaczenia dla postawy [Gieysztor i wsp., 2018] i sprawności motorycznej [Gieysztor i wsp., 2018]. Aktywność odruchów może również generować trudności emocjonalne oraz występowanie u dziecka zachowań trudnych i niewłaściwych społecznie [Taylor, 2004]. Obecności OP mogą towarzyszyć także zaburzenia integracji sensorycznej. Ustalenie przyczyn zaburzeń psychomotorycznych obserwowanych przez rodziców i nauczycieli u dzieci w wieku przedszkolno-szkolnym wymaga holistycznego spojrzenia i wielopłaszczyznowej analizy. W sytuacji gdy na etapie edukacji przedszkolnej bądź wczesnoszkolnej, dziecko nie radzi sobie z zadaniami szkolnymi, wymagającymi dobrej sprawności w aspekcie koordynacji nerwowo-mięśniowej jest to sygnał do tego by zbadać je również pod kątem dojrzałości neuromotorycznej, a tym samym obecności aktywnych odruchów pierwotnych. Badanie dzieci w wieku przedszkolnym pod kątem występowania u nich aktywnych OP może przyczynić się do wczesnego wyeliminowania trudności w dalszym procesie edukacyjnym oraz życiu społecznym, których odruchy mogą być przyczyną.

I 6. Postępowanie terapeutyczne u dzieci z OP

W obliczu problemu występowania OP wśród dzieci przedszkolnych Instytut Psychologii Neurofizjologicznej INPP opracował zestaw ćwiczeń wspierających integrację odruchów pierwotnych. Są to ćwiczenia opierające się na sekwencjach ruchowych przeciwnych do generowanych przez mechanizm odruchów. Są one przewidziane dla dzieci z nieznacznymi lub umiarkowanymi problemami wygenerowanymi obecnością niewyhamowanych odruchów pierwotnych [Goddard-Blythe, 2005]. Ćwiczenia te można wykonywać z dziećmi indywidualnie lub w małych grupach (np. na terenie przedszkola). Prowadzić je może osoba która ukończy w tym celu odpowiednie szkolenie. Ćwiczenia te nie są w żadnym stopniu szkodliwe dla dzieci, a ich regularne wykonywanie może przyczynić się do poprawy umiejętności równoważno-koordynacyjnych oraz koncentracji uwagi. Dla dzieci z licznie wyrażonymi odruchami w wysokim stopniu przewidziana jest terapia indywidualna prowadzona przez odpowiednio wykwalifikowanego terapeutę. Istnieją również inne koncepcje terapeutyczne wygaszania aktywnych odruchów pierwotnych m.in. z wykorzystaniem technik

manualnych w trakcie pracy pacjentem. Metodologię oraz terapię służącą integracji odruchów pierwotnych opracowała również Svetlana Masgutova [Pilecki, Masgutova i wsp., 2012]. Dotychczas ukazały się nieliczne publikacje naukowe w których podjęto próby przeprowadzenia interwencji, polegających na różnego rodzaju działaniach terapeutycznych, w celu wyhamowania niezintegrowanych odruchów pierwotnych. Na uwagę zasługują m.in. badania [Grzywniak, 2017; Grigg i wsp., 2018; Melillo i wsp., 2020; Wagh i wsp., 2019]. Obecność odruchów pierwotnych obserwuje się także u osób dorosłych [Bruijn S.M. i wsp., 2013]. Jeśli obecności niewyhamowanych odruchów pierwotnych zakłóca sprawne funkcjonowanie codzienne terapię integracji odruchów można przeprowadzić na każdym etapie wiekowym.

II. CEL PRACY

II 1. Cel główny

Poniższa praca ma na celu ukazać zjawisko występowania aktywnych odruchów pierwotnych u dzieci w wieku przedszkolnym oraz ich znaczenie dla funkcjonowania dziecka w obszarze sensomotorycznym.

W obu artykułach ukazano jakim trudnościami oraz zaburzeniom sensorycznym i motorycznym dziecka towarzyszą aktywne odruchy pierwotne. W badaniach określono także stopień nasilenia aktywnych odruchów pierwotnych w populacji dzieci przedszkolnych.

II 2. Cele szczegółowe

Obie prace miały na celu dostarczyć informacji, jak w grupie dzieci przedszkolnych przedstawia się występowanie OP oraz jakie konsekwencje mogą z nich wynikać.

- W publikacji pt.: *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children* celem pracy była ocena aktywności odruchów pierwotnych u dzieci w grupie przedszkolnej względem ich profilu sensorycznego.
- W publikacji pt.: *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children* celem pracy była ocena aktywności odruchów pierwotnych u dzieci w grupie przedszkolnej względem ich umiejętności motorycznych.

III. HIPOTEZY

1. Aktywne odruchy pierwotne u dzieci w wieku przedszkolnym mają wpływ na funkcje sensoryczne i motoryczne.
2. Podwyższonemu poziomowi aktywnych odruchów pierwotnych towarzyszą zauważalne zaburzenia w obszarze funkcjonowania sensomotorycznego.
3. Występowanie aktywnych odruchów pierwotnych w stopniu niskim i umiarkowanym u dzieci w wieku przedszkolnym jest zjawiskiem powszechnym.

IV. MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Na przeprowadzenie badań została wydana zgoda Nr KB-626/2018 (zał.8). Temat rozprawy doktorskiej został nieznacznie zmieniony w późniejszym czasie od uzyskania zgody, jednak metodologia i podstawowe założenia badawcze pozostały bez zmian.

Dokonano krytycznego przeglądu literatury w zakresie tematyki rozprawy. Odbył się on z wykorzystaniem bazy biblioteki Uniwersytetu Medycznego oraz przy użyciu wyszukiwarek naukowych takich jak PubMed, Google Scholar. W przeglądzie literatury szczególnie wzięto pod uwagę prace badawcze do porównania z własnymi wynikami badań. Znaczną uwagę przeznaczono na opis i odniesienia do literatury opublikowanej w ostatnim dziesięcioleciu. W opisie przedmiotu oparto się również na literaturze o charakterze przeglądowym. Wszystkie zastosowane testy diagnostyczne zostały przeprowadzone w sposób zgodny z literaturą przedmiotu oraz tak by można było użyć ich do celów porównawczych.

IV 1. Osoby badane

W artykule *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children* badaniami objęto grupę 44 dzieci w wieku przedszkolnym (od 4 do 7 lat). Średnia wieku w danej grupie stanowiła 4,8 lat ($\pm 0,98$). Grupa badana liczyła 28 dziewcząt oraz 16 chłopców. Rekrutacja do badań odbywała się na terenie dwóch placówek przedszkolnych z Dolnego Śląska. Głównym kryterium włączenia do grupy badanej był wiek dziecka, brak przeciwwskazań medycznych do udziału w badaniach oraz pisemna zgoda rodzica/opiekuna na udział w badaniach. Kryterium wykluczenia z grupy badanej stanowiły: niepełnosprawność motoryczna lub intelektualna dziecka, a także opinia psychologiczno-pedagogiczna o specjalnych potrzebach edukacyjnych.

W artykule *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children* do badań włączono 112 dzieci w wieku przedszkolnym. Grupa liczyła 63 dziewcząt i 49 chłopców. Średnia wieku grupy wynosiła 4,65 ($\pm 0,88$) roku. Głównym kryterium włączenia do grupy badanej był wiek dziecka, brak przeciwwskazań medycznych do udziału w badaniach oraz pisemna zgoda rodzica/opiekuna na udział w badaniach. Kryteria wykluczenia obejmowały potwierdzoną pisemnie niepełnosprawności motoryczną lub intelektualną dziecka (np. porażenie mózgowie lub autyzm) oraz diagnoza psychologiczno-pedagogiczna o specjalnych potrzebach edukacyjnych.

IV 2. Metody badawcze

Testy stosowane do oceny występowania aktywnych odruchów pierwotnych u dzieci zostały wykonane według „Zestawu testowego dla dzieci w wieku 4–7 lat” autorstwa Sally Goddard-Blythe

(INPP, Chester, Wielka Brytania). Badanie przeprowadzały zawsze dwie, te same osoby, które ukończyły szkolenie uprawniające je do oceny odruchów pierwotnych. Odruchy oceniane były według pięciostopniowej skali (od 0 do 4) gdzie 0 oznaczało brak aktywności odruchów zaś 4 maksymalną aktywność odruchów. Suma punktów uzyskana w badaniu odruchów przeliczona została proporcjonalnie na poziom aktywności odruchów, który następnie został uwzględniany w dalszej analizie statystycznej. W obu publikacjach, w podrozdziałach poświęconych metodologii badań został szczegółowo omówiony sposób badania poszczególnych odruchów. Pozycje wyjściowe do badań odruchów ukazane zostały na zdjęciach. Każdy odruch badany był minimum dwukrotnie, jeśli istniały rozbieżności badanie wykonywane było po raz trzeci. W trakcie badań odruchów tonicznych oraz odruchu Moro dzieci miały zamknięte oczy. W trakcie badań odruchów skórnych oczy dzieci były otwarte.

W artykule *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children* dzieci zostały przebadane pod kątem występowania u nich sześciu odruchów pierwotnych takich jak: ATOS, STOS, TOB, odruch dłoniowo-chwytny Palmara, odruch skórny Galanta oraz odruch Moro. Rodzice dzieci wypełniali także kartę oceny przesiewowej Profilu Sensorycznego Dziecka. Oceniane w niej były aspekty takie jak dyspraksja, nadreaktywność dotykowa, poszukiwanie wzrokowo-czuciowo-przedsionkowe, poszukiwanie czuciowo-przedsionkowe, zaburzenia posturalne, nadreaktywność przedsionkowa, poszukiwanie węchowo-czuciowo-smakowe oraz nadreaktywność słuchowa. W każdej kategorii została obliczona suma punktów, a wyniki zostały ukazane w procentach. Dodatkowo autorzy badania uznali, iż uzyskanie wyniku powyżej 25% łącznej sumy punktów może świadczyć o podwyższonym poziomie zaburzeń sensomotorycznych.

W artykule *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children* do badań włączono 112 dzieci w wieku przedszkolnym. Dzieci zostały zbadane pod kątem trzech odruchów tonicznych (ATOS, STOS oraz TOB). Ich umiejętności motoryczne zostały ocenione za pomocą testu MOT 4-6. Test ten zawiera 18 prób ruchowych (17 testów podlegających ocenie oraz jednej próby startowej, nie podlegającej ocenie) wraz z próbą startową nie podlegającą ocenie) oceniających m.in. aspekty równoważne, koordynacyjne oraz motorykę małą. Zadania zostały ocenione zostały według trzystopniowej skali ocen, gdzie 0 oznaczało brak ukończenia zadania, 1 iż zadanie zostało wykonane częściowo poprawnie, zaś 2 iż dana umiejętność ruchowa jest w pełni opanowana. Łączny wynik końcowy testu wynosił 34 punkty. Im wyższy wynik osiągnęło dziecko, tym wyższy poziom umiejętności ruchowych prezentowało. Suma końcowa punktów została także przeniesiona na pięciopunktową skalę opisującą rozwój dziecka jako wybitny, bardzo dobry, normalny, opóźniony i znacznie opóźniony.

Głównym ograniczeniem badawczym był brak obiektywnego narzędzia pomiarowego oceny aktywności odruchów pierwotnych. Odruchy oceniane były dwukrotnie, a w przypadku wątpliwości trzy krotnie przez dwóch tych samych przeszkolonych ku temu badaczy. W celu obiektywizacji uzyskiwanych wyników zastosowano pięciostopniową skalę oceny odruchów według metodologii

zaproponowanej przez INPP Polska, jednak wciąż badanie obarczone było ryzykiem subiektywnej oceny badacza. Należy również podkreślić, iż zastosowanie kwestionariusza do oceny zagrożenia deficytami sensorycznymi dostarczyło przesiewowych informacji o ryzyku wystąpienia zaburzeń. W celu precyzyjnego, indywidualnego badania dziecka należałoby rozszerzyć badanie o pełną diagnostykę stopnia integracji sensorycznej.

IV 3. Metody statystyczne

W artykule *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children* analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu IBM SPSS Statistics w wersji 25. Dla wszystkich danych ilościowych obliczono statystyki opisowe (średnie arytmetyczne i odchylenie standardowe). Rozkład danych wyznaczono testem Shapiro–Wilka. W celu zbadania korelacji pomiędzy wynikami poziomu aktywności odruchowej, a wynikami profilu sensorycznego dla poszczególnych kategorii wykonano obliczenia regresji liniowej (oszacowane metodą najmniejszych kwadratów) oraz obliczono współczynnik determinacji R-kwadrat. Różnice w poziomie aktywności odruchów pierwotnych między dziewczętami i chłopcami zostały określone za pomocą testu U Manna–Whitneya. Porównania w grupach wiekowych przeprowadzono za pomocą testu ANOVA. Do interpretacji analiz przyjęto poziom istotności statystycznej $p < 0,05$.

W artykule *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children* analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu Statistica w wersji 13.0. Dla danych antropometrycznych obliczono statystyki opisowe (średnie arytmetyczne i odchylenie standardowe). Rozkład danych wyznaczono testem Shapiro–Wilka. Stwierdzono, że rozkład danych dla wyników MOT był normalny, zaś rozkład dla wyników poziomu aktywności odruchów niestandardowy. Został określony współczynnik korelacji Pearsona między końcowym wynikiem MOT, a sumą punktów za wszystkie odruchy oraz poziomem aktywności odruchów. Związek między wiekiem, poziomem odruchów, a sprawnością motoryczną badano za pomocą regresji wielokrotnej. Obliczenia regresji liniowej przeprowadzono w celu oceny wpływu wieku i płci na wyniki MOT 4–6 (GLM — ogólny model liniowy). Różnice między wynikami odruchów dla chłopców i dziewcząt zostały określone testem U Manna-Whitneya. Sprawdzono również korelację BMI z wynikiem końcowym MOT 4-6 oraz aktywnością odruchów. Do interpretacji analiz przyjęto poziom istotności statystycznej $p < 0,05$.

V. OMÓWIENIE CYKLU PUBLIKACJI

W obu publikacjach naukowych, stanowiących niniejszą pracę doktorską, ukazany został dotychczasowy stan wiedzy na temat występowania OP w populacji dzieci przedszkolnych i szkolnych. W obu artykułach zwrócono uwagę na to, iż dotychczas tematykę aktywnych odruchów pierwotnych (zwanych również w literaturze odruchami przetrwałymi, z angielskiego zaś *primitive* lub

primal) u dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym badano głównie w kontekście problemów w nauce. Zjawisko występowania OP u dzieci w wieku przedszkolnym oraz ich znaczenie dla rozwoju sensomotorycznego nie zostało dotychczas wystarczająco zbadane, dlatego temat ten został podjęty w niniejszej pracy doktorskiej. We wstępie obu prac została przybliżona tematyka występowania odruchów pierwotnych w kontekście ich istotności dla okresu niemowlęcego oraz ich znaczenia dla dalszego rozwoju. Ukazano, iż prawidłowy schemat ich narastającej aktywności, a następnie wygaszanie się (wyhamowywanie, integracja) odruchów pierwotnych we właściwym czasie ma znamienne znaczenie dla kształtowania się odruchów posturalnych oraz dalszych umiejętności motorycznych. Zwrócono uwagę także na fakt, iż u dzieci z przetrwałymi aktywnymi odruchami pierwotnymi możliwa jest także nieprawidłowa percepcja i modulacja bodźców sensorycznych. Zagadnienie prawidłowego funkcjonowania i pracy zmysłów również nie zostało dotychczas wystarczająco zbadane w kontekście występowania u dzieci aktywnych odruchów pierwotnych.

W prezentowanej pracy **Anna Pecuch**, Ewa Gieysztor, Marlena Telenga, Ewelina Wolańska, Mateusz Kowal, Małgorzata Paprocka-Borowicz. *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children*. (Int. J. Environ. Res. Public Health, 2020) zaprezentowano wyniki dotyczące oceny profilu sensorycznego dziecka, dokonanej przez rodziców badanych dzieci, w odniesieniu do zbadanej u nich aktywności odruchów pierwotnych. Postawiono hipotezę, iż podwyższonemu poziomowi odruchów pierwotnych towarzyszą zaburzenia sensoryczne, obserwowane na co dzień przez rodziców dzieci. W grupie badanej zaobserwowano co najmniej jeden przetrwały odruch 97,7% u dzieci. U znacznej części grupy odruchy te były wyrażone w stopniu niskim (u 40,9%) lub umiarkowanym (u 43,2%). Podwyższony poziom aktywności odruchów zaobserwowano u 13,6%. W badaniach dotyczących profilu sensorycznego wykazano, iż u 6,8% dzieci rodzice nie zaobserwowali żadnych nieprawidłowości sensorycznych. U 81,8% rodzice obserwowali zaburzenia na poziomie od 2-24% oceny końcowej. U 11,4% dzieci rodzice obserwowali zaburzenia na poziomie równym lub wyższym niż 25% łącznej sumy punktów możliwej do uzyskania w badaniach. Badania wykazały istotną zależność między uzyskiwaniem wyższego wskaźnika aktywności odruchów, a zaburzeniami w kategoriach takich jak dyspraksja, problemy posturalne oraz poszukiwanie czuciowo-przedsionkowe i wzrokowo-czuciowo-przedsionkowe, a także poszukiwanie węchowo-czuciowo-smakowe. Zależności te zostały określone za pomocą współczynnika determinacji R-kwadrat. W określeniu relacji wskaźnik aktywności odruchów, a zaburzenia sensoryczne, najwyższy wynik wskaźnika R-kwadrat został odnotowany w przypadku dyspraksji (0,771, $p=0,0005$), poszukiwania czuciowo-przedsionkowego (0,642, $p=0,0031$) oraz zaburzeń posturalnych (0,456, $p=0,0037$). Na podstawie poniższych wyników postawiono wniosek, iż jedną z przyczyn problemów takich jak trudności związane z koordynacją ruchową, poczuciem równowagi oraz ułożenia ciała w przestrzeni oraz ogólna niezgrabność ruchowa zauważane przez rodziców, może być obecność większej ilości odruchów pierwotnych niezintegrowanych w znacznym lub umiarkowanym stopniu.

Podwyższony wskaźnik aktywności odruchów pierwotnych wystąpił u 13,6% dzieci. Trudności sensoryczne obserwowane przez rodziców w stopniu uznanym przez autorów za świadczący o ich alarmująco podwyższonym stopniu (gdy wynik dziecka przekraczał 25% ogólnego wyniku testu) występowały u około 11% dzieci. Dane te pokrywają się z badaniami [Ahn i wsp.; 2004] dotyczącymi populacji dzieci w wieku przedszkolnym w aspekcie zaburzeń sensorycznych. Dają także podstawy do sformułowania wniosków, iż w populacji dzieci przedszkolnych podwyższony poziom OP oraz obserwowane zaburzenia sensoryczne takie jak dyspraksja, zaburzenia posturalne i przedsionkowe są od siebie zależne. Wykazano również iż dziewczęta uzyskują statystycznie niższe wyniki w sumie punktów za odruchy pierwotne niż chłopcy. Dziewczęta prezentowały również istotnie niższy poziom zaburzeń sensorycznych w kategorii poszukiwanie czuciowo-przedsionkowe.

W pracy **Anna Pecuch**, Ewa Gieysztor, Ewelina Wolańska, Marlena Telenga, Małgorzata Paprocka-Borowicz. *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children*. (Brain Sci. 2021) zaprezentowano wyniki oceny sprawności motorycznej dzieci w wieku przedszkolnym względem aktywności trzech wybranych tonicznych odruchów pierwotnych (ATOS, STOS i TOB). Postawiono hipotezę, iż podwyższonej aktywności odruchów pierwotnych towarzyszyć będzie obniżona sprawność motoryczna. Postawiono również pytanie czy wiek i płeć mają znaczenie dla aktywności odruchów oraz sprawności motorycznej. W grupie badanej zaobserwowano co najmniej jeden przetrwały odruch u 92,9% dzieci. U znacznej części grupy odruchy te były wyrażone w stopniu lekkim (58%) lub umiarkowanym (27,7%). Podwyższony poziom aktywności odruchów zaobserwowano u 7,2% dzieci. W grupie badanej sprawność motoryczna 31,3 % dzieci była na poziomie poniżej normy, u 60,7% z nich w normie zaś u 8,1% na poziomie wyższym od normy. Analiza wykazała istotną, ujemną korelację (-0,033) między poziomem sprawności ruchowej, a aktywnością OP. Testem regresji liniowej wykazano również, iż wraz z wiekiem dziecka oraz niższym poziomem aktywnych OP, sprawność ruchowa dziecka jest większa. Testy ruchowe, którym towarzyszył istotnie podwyższony poziom OP oceniały przede wszystkim aspekty równowazne i koordynacyjne (balansowanie w przód i w tył, pajacyki, przeskakiwanie przez linię oraz obroty wzdłuż osi ciała). Wyniki badania potwierdzają zatem tezę, iż poziom niezintegrowanych OP ma wpływ na sprawność motoryczną dziecka zwłaszcza w aspektach dotyczących równowagi i koordynacji.

Jednym ze wspólnych dla obu prac wnioskiem jest fakt, iż obecność odruchów pierwotnych w stopniu śladowym w populacji dzieci przedszkolnych jest zjawiskiem powszechnym. W zależności od badań, zjawisko występowania przynajmniej jednego odruchu obserwuje się od 89-97,7% populacji dzieci przedszkolnych. U ponad 80% występują one na poziomie niskim oraz umiarkowanym. Być może należy uznać ten fakt za normę świadczącą o tym, iż układ nerwowy dziecka w wieku przedszkolnym w dalszym ciągu dynamicznie dojrzewa na poziomie funkcjonalnym. Mając na uwadze fakt, iż występowanie OP w populacji dzieci przedszkolnych wyrażonych w stopniu lekkim bądź umiarkowanym ma szansę samoczynnie, bądź z pomocą treningów ruchowych

(ukierunkowanych na doskonalenie umiejętności koordynacyjnych i równoważnych) ustąpić wraz z wiekiem, ukazujemy, iż obecność odruchów pierwotnych nie zawsze musi stanowić powód do niepokoju i wzmożonych działań terapeutycznych. Zasadnym wydaje się jednak propozycja prowadzenia ćwiczeń integrujących OP w grupach przedszkolnych jako działanie prewencyjne. Istotnym wydaje się także fakt, iż aktywność odruchów pierwotnych wyrażonych w stopniu znacznym obserwuje się u kilkunastu procent populacji przedszkolnej. Fakt ten potwierdzają także inni badacze zajmujący się badaniem zależności pomiędzy zaburzeniami rozwojowymi, a obecnością OP. Jest to zatem dowód, iż obecność OP może stanowić problem istotnie zaburzający rozwój dziecka przedszkolnego, a w dalszym etapie również szkolnego. Objęcie tych dzieci dodatkowym wsparciem w postaci indywidualnych działań terapeutycznych wydaje się słuszne i konieczne. Zasadnym wydaje się również wprowadzenie rutynowych badań przesiewowych pod kątem dojrzałości neuromotorycznej wśród dzieci przedszkolnych celem wyeliminowania problemów generowanych przez podwyższoną ilość OP we wczesnym okresie rozwoju i edukacji przedszkolnej.

W wyniku prowadzonego projektu naukowego powstały również dwa artykuły nie ujęte w ramach cyklu niniejszej pracy doktorskiej, jednak zasługujących na krótką prezentację ze względu na ich treść stanowiącą uzupełnienie dla podjętego tematu. Pani Anna Pecuch jest współautorem obu poniżej wymienionych artykułów. Za obydwa artykuły zostały przyznane nagrody Rektora UMed Wroc za osiągnięcia naukowe. Są to artykuły pt.:

Pelvic Symmetry Is Influenced by Asymmetrical Tonic Neck Reflex During Young Children's Gait. **International Journal of Environmental Research and Public Health** **Int.J.Environ.Res.Public Health 2020 Vol.17 no.13 art.4759 IF 3,390 MEiN 140**

A Child's Perception of Their Developmental Difficulties in Relation to Their Adult Assessment. Analysis of the INPP Questionnaire. **Journal of Personalized Medicine 2020 Vol.10 no.4 art.156, IF 4,945 MEiN 70**

W artykule autorstwa Ewa Gieysztor, **Anna Pecuch**, Mateusz Kowal, Wojciech Borowicz, Małgorzata Paprocka-Borowicz. *Pelvic Symmetry Is Influenced by Asymmetrical Tonic Neck Reflex During Young Children's Gait* opisana została zależność wpływu przetrwałego asymetrycznego odruchu szyjnego (ATOS) na symetrię ustawienia miednicy w trakcie chodu zbadaną za pomocą urządzenia BTS G-SENSOR. Badaniami objęto grupę 50 dzieci w wieku przedszkolnym. Wykazano ujemną korelację aktywności ATOS z ustawieniem miednicy w aspekcie jej ustawienia skośnego oraz rotacji w trakcie chodu (zwiększona aktywność ATOS współwystępowała z asymetrycznym ustawieniem miednicy w trakcie chodu). Wynik ten dał podstawę do postawienia wniosku, iż obecność przetrwałego ATOS może istotnie wpływać na symetrię chodu dzieci w wieku przedszkolnym, a tym samym zaburzać jego jakość. Wynik ten jest niejako potwierdzeniem dla wyniku uzyskanego w badaniach testem MOT 4-6 gdzie wykazano ujemną korelację między podwyższonym poziomem niezintegrowanych OP tonicznych z uzyskiwaniem niższych wyników w próbach balansowania (chodu po linii prostej) w przód i w tył.

W publikacji Alina Demiy, Agata Kalemba, Maria Lorent, **Anna Pecuch**, Ewelina Wolańska, Marlena Telenga, Ewa Gieysztor. *A Child's Perception of Their Developmental Difficulties in Relation to Their Adult Assessment. Analysis of the INPP Questionnaire* opisano jak postrzegane są trudności rozwojowe dziecka szkolnego zauważane przez nauczycieli, rodziców, a także osobę której one dotyczą. Badanie zostało przeprowadzone z użyciem testu przygotowanego przez Instytut Psychologii Neurofizjologicznej INPP autorstwa Sally Goddard Blythe i jest kwestionariuszem uzupełniającym badanie neuromotorycznej sprawności neuromotorycznej, a tym samym badania u dziecka aktywnych odruchów pierwotnych. Pytania zawarte w kwestionariuszu dotyczyły umiejętności równoważnych, koordynacyjnych i zdolności do koncentracji uwagi, a także radzenia sobie w zadaniach szkolnych. Kompletnie zostało wypełnionych 49 kwestionariuszy. Badanie dostarczyło informacji, iż dzieci dostrzegają swoje trudności rozwojowe istotnie bardziej niż dorośli. Największe różnice dotyczyły zdolności do koncentracji uwagi. Wnioskiem płynącym z badań jest zachęta do uważniejszego słuchania i obserwowania zachowań dzieci przez rodziców i opiekunów oraz udzielania im odpowiedniego wsparcia.

VI. WNIOSKI

1. Wysoki poziom aktywnych OP u dzieci w wieku przedszkolnym generuje zauważalne problemy sensomotoryczne. Zaburzenia związane z obecnością niewyhamowanych OP mogą być zauważalne w trakcie chodu (balansowania), zadań z elementami podskoków oraz w ogólnej postawie dziecka. Podwyższonemu poziomowi OP mogą również towarzyszyć zaburzenia sensoryczne takie jak dyspraksja, zaburzenia posturalne i przedsionkowe. U dzieci u których „niezgrabność ruchowa” zauważalna jest przez rodziców, nauczycieli bądź innych opiekunów, zasadnym wydaje się przeprowadzanie badań diagnostycznych pod kątem obecnych aktywnych odruchów pierwotnych. W sytuacji gdy wykluczono poważne strukturalne przyczyny zaburzeń psychomotorycznych dziecka, a obserwuje się aktywność odruchów na poziomie umiarkowanym lub wyższym oraz towarzyszące im opóźnienie psychoruchowe, należy wdrożyć terapię neuromotoryczną.
2. Ze względu na fakt, iż obecność OP na poziomie lekkim i umiarkowanym obserwuje się u znacznej części populacji dzieci w wieku przedszkolnym, słusznym wydaje się uznać, iż ich nieznaczna obecność jest wyrazem fizjologicznej niedojrzałości neuromotorycznej, mieszczącej się w granicach normy. Jeśli w badaniu funkcjonalnym dziecka, niskiej lub umiarkowanej aktywności OP nie towarzyszą odchylenia od norm w sprawności psychomotorycznej dziecka, wówczas ich obecność nie musi stanowić o konieczności podjęcia działań terapeutycznych.
3. Spontaniczna integracja odruchów pierwotnych skorelowana jest z wyższym poziomem sprawności ruchowej. Jest to kolejny dowód na propagowanie, szczególnie istotnej w rozwoju

dziecka przedszkolnego, aktywności ruchowej ukierunkowanej na ćwiczenia równoważne i koordynacyjne.

VII. PIŚMIENNICTWO

Literatura:

1. Goddard-Blythe, S. *The Well Balanced Child: Movement and Early Learning*, 2nd ed.; Hawthorn Press: Stroud, UK, 2005.
2. Zafeiriou, D.I. Primitive reflexes and postural reactions in the neurodevelopmental examination. *Pediatr. Neurol.* **2004**, *31*, 1–8, doi:10.1016/j.pediatrneurol.2004.01.012.
3. De Jager, M. *Sequence of Primitive Reflexes in Development*; Mind Moves Institute: Johannesburg, South Africa, 2009.
4. Sigafos, J.; Roche, L.; O'Reilly, M.F.; Lancioni, G.E. Persistence of Primitive Reflexes in Developmental Disorders. *Curr. Dev. Disord. Rep.* **2021**, doi:10.1007/s40474-021-00232-2.
5. Kawakami, M.; Liu, M.; Otsuka, T.; Wada, A.; Uchikawa, K.; Aoki, A.; Otaka, Y. Asymmetrical skull deformity in children with Cerebral Palsy: Frequency and correlation with postural abnormalities and deformities. *J. Rehabil. Med.* **2013**, *45*, 149–153.
6. Goddard-Blythe, S. *Attention, Balance and Coordination: The A.B.C of Learning Success*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, **2009**.
7. Konicarova, J.; Bob, P.; Raboch, J. Persisting Primitive Reflexes in Medication-Naïve Girls with Attention-Deficit and Hyperactivity Disorder. *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* **2013**, *9*, 1457, doi:10.2147/NDT.S49343.
8. McPhilips, M.; Jordan-Black, J.N. Primary reflex persistence in children with reading difficulties (dyslexia): A cross-sectional study. *Neuropsychologia* **2007**, *45*, 748–754, doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.08.005.
9. Gieysztor, E.Z.; Choińska, A.M.; Paprocka-Borowicz, M. Persistence of primitive reflexes and associated motor problems in health preschool children. *Arch. Med. Sci AMS* **2018**, *14*, 167.
10. Hickey, J.; Feldhacker, D.R. Primitive reflex retention and attention among preschool children. *J. Occup. Ther. Sch. Early Interv.* **2021**.
11. Gieysztor, E.Z.; Sadowska, L.; Choińska, A.M. The degree of primitive reflexes integration as a diagnostic tool to assess the neurological maturity of healthy preschool and early school age children. *Piel. Zdr. Publ. Nurs. Public Health* **2017**, *7*, 5–11.
12. Goddard-Blythe, G. Releasing Educational Potential through Movement: A Summary of Individual Studies Carried out Using the INPP Test Battery and Developmental Exercise Programme for use in Schools with Children with Special Needs. *Child Care Pract.* **2005**, *11*, 415–432.

13. Grzywniak, C. The effect of the form of persistent trace reflexes to rise the difficulties of school. *Szk. Spec.* **2010**, 2, 98–112.
14. Bilbilaj, S.; Gjipali, A.; Shkurti, F. Measuring Primitive Reflexes in Children with Learning Disorders. *Eur. J. Multidiscip. Stud.* **2017**, 2, 285–298, doi:10.26417/ejms.v5i1.
15. Taylor, M.; Houghton, S.; Chapman, E. Primitive reflexes and attention-deficit/hyperactivity disorder: Developmental origins of classroom dysfunction. *Int. J. Spec. Educ.* **2004**, 19, 23–37
16. Hazzaa, N.; Shalaby, A.; Hassanein, S.; Naeem, F.; Khattab, A.; Metwally, N. Assessment of balance functions and primitive reflexes in children with learning disability. *Ain Shams Med. J.* **2021**, 72, 97–103.
17. Matuszkiewicz, M; Gałkowski, T. Developmental Language Disorder and Uninhibited Primitive Reflexes in Young Children. *J. Speech Lang. Hear. Res.* **2021**, 64, 935–948, doi:10.1044/2020_JSLHR-19-00423.
18. Gieysztor, E.; Sadowska, L.; Choińska, A.; Paprocka-Borowicz, M. Trunk rotation due to persistence of primitive reflexes in early school age children. *Adv. Clin. Exp. Med.* **2018**, 27, 363–366.
19. Ahn, R.R.; Miller, L.J.; Milberger, S.; McIntosh, D.N. Prevalence of Parents' Perceptions of Sensory Processing Disorders Among Kindergarten Children. *Am. J. Occup. Ther.* **2004**, 58, 287–293.
20. Pilecki, W.; Masgutova, S.; Kowalewska, J.; Masgudtov, D.; Akhmatova, N.; Poręba, M.; Sobieszcańska, M.; Kołoda, P.; Pilecka, A.; Kałka, D. The Impact of Rehabilitation Carried out Using the Masgutova Neurosensorimotor Reflex Integration Method in Children with Cerebral Palsy on the Results of Brain Stem Auditory Potential Examinations. *Adv Clin Exp Med.* **2012**, 21, 3, 363–371.
21. Grzywniak, C. Integration exercise programme for children with learning difficulties who have preserved vestigial primitive reflexes. *Acta Neuropsychol.* **2017**, 15, 241–256.
22. Grigg, T.M.; Fox-Turnbull, W.; Culpan, I. Retained primitive reflexes: Perceptions of parents who have used Rhythmic Movement Training with their children. *J. Child Health Care* **2018**, 22, 406–418.
23. Melillo, R.; Leisman, G.; Mualem, R.; Ornai, A.; Carmeli, E. Persistent Childhood Primitive Reflex Reduction Effects on Cognitive, Sensorimotor, and Academic Performance in ADHD. *Front. Public Health* **2020**, 8, 684.
24. Wagh, S.C.; Malawade, M.R.; Vardharajulu, G. Effect of Specific Reflex Integration Approach on Primitive Reflexes in Spastic Cerebral Palsy Children. *Int. J. Health Sci. Res.* **2019**, 9, 87–93
25. Bruijn, S.M.; Massaad, F.; MacLellan, M.J.; et al. Are the effects of the symmetric and asymmetric tonic reflexes still visible in health adults? *Neurosci Lett* **2013**, 89-92.

VIII. STRESZCZENIE

Aktywność odruchów pierwotnych w odniesieniu do funkcji sensorycznych i motorycznych dzieci w wieku przedszkolnym

Słowa kluczowe: odruchy pierwotne, dzieci przedszkolne, sprawność motoryczna, rozwój sensomotoryczny, dojrzałość neuromotoryczna

Wstęp: Aktywność odruchów pierwotnych (OP) u dzieci w wieku przedszkolnym może negatywnie wpływać na rozwój psychomotoryczny dziecka, zakłócając jego prawidłowy przebieg. Znaczenie aktywnych OP dla prawidłowego funkcjonowania dziecka w obszarze sensomotoryki nie zostało dotychczas wystarczająco zbadane. Temat ten wydaje się istotnym dla poprawy jakości funkcjonowania dzieci przedszkolnych, u których rodzice i opiekunowie obserwują zaburzenia w obszarze sensomotoryki oraz ich przygotowania do optymalnego uczestnictwa w dalszej edukacji.

Cel główny: Celem głównym była ocena występowania aktywnych odruchów pierwotnych u dzieci w wieku przedszkolnym oraz ich znaczenie dla funkcjonowania sensomotorycznego.

Material i metody: Badaniem objęto grupę 112 dzieci w wieku przedszkolnym (od 4 do 6 lat). Wszystkie dzieci zostały zakwalifikowane do badań zgodnie z kryteriami włączenia i wykluczenia, którymi był wiek oraz brak istotnych przeciwwskazań medycznych takich jak niepełnosprawność motoryczna lub intelektualna dziecka. Spośród odruchów pierwotnych oceniono przetrwałą aktywność: trzech tonicznych odruchów pierwotnych tj. toniczny odruch błędnikowy (TOB) asymetryczny toniczny odruch szyjny (ATOS) oraz symetryczny toniczny odruch szyjny (STOS), dwóch odruchów skórnych tj. odruchu chwytно-dłoniowego (Palmara) oraz odruchu skórno-grzbietowego (Galanta), a także odruchu Moro. Do oceny funkcjonowania w obszarze sensorycznym użyto karty oceny Profilu Sensorycznego Dziecka, którą wypełniali rodzice. Do oceny sprawności motorycznej zastosowano test MOT 4-6, na który składa się 17 zadań ruchowych. Na podstawie wyników oceniono aktywność każdego z poszczególnych odruchów w skali 0-4 oraz wskaźnik końcowy aktywności odruchów (suma punktów uzyskanych w badaniu odruchów oraz poziom końcowy w skali od 0-4). Końcowa ocena profilu sensorycznego była sumą punktów poszczególnych w kategoriach zaburzeń, przeliczona odpowiednio na wartości procentowe. Zadania ruchowe MOT 4-6 zostały ocenione w skali od 0 do 2. Ocena sprawności ruchowej była sumą punktów uzyskaną w poszczególnych zadaniach. Została ona także przedstawiona w skali opisowej. W celu zbadania korelacji pomiędzy wynikami poziomu aktywności odruchowej, a wynikami profilu sensorycznego dla poszczególnych kategorii wykonano obliczenia regresji liniowej (oszacowane metodą najmniejszych kwadratów) oraz obliczono współczynnik determinacji R-kwadrat. Został określony współczynnik korelacji Pearsona między wynikami testów MOT oraz jego wynikiem końcowym, a aktywnością odruchów oraz ich końcowym poziomem. Związek między wiekiem, poziomem

odruchów, a sprawnością motoryczną badano za pomocą regresji wielokrotnej. Obliczenia regresji liniowej przeprowadzono w celu oceny wpływu wieku i płci na wyniki MOT 4–6 (GLM — ogólny model liniowy). Różnice między dziewczętami i chłopcami zostały określone za pomocą testu U Manna–Whitneya test. Porównania w grupach wiekowych przeprowadzono za pomocą testu ANOVA. Poziom istotności statystycznej do interpretacji analiz przyjęto $p < 0,05$.

Wyniki: W grupie badanej zaobserwowano co najmniej jeden przetrwały odruch u 92,9%-97,7% dzieci. U znacznej części grupy odruchy te były wyrażone w stopniu niskim (u 40,9%-58%) lub umiarkowanym (u 27,7-43,2%). Podwyższony poziom aktywności odruchów zaobserwowano u 7,2%-13,6%. W badaniach dotyczących profilu sensorycznego wykazano, iż u 6,8% dzieci rodzice nie zaobserwowali żadnych nieprawidłowości sensorycznych. Badania wykazały istotną zależność między uzyskiwaniem wyższego wskaźnika aktywności odruchów, a zaburzeniami w kategoriach takich jak dyspraksja, problemy posturalne oraz poszukiwanie czuciowo-przedsionkowe i wzrokowo-czuciowo-przedsionkowe, a także poszukiwanie węchowo-czuciowo-smakowe. Zależności te zostały określone za pomocą współczynnika determinacji R-kwadrat. W określeniu relacji wskaźnik aktywności odruchów, a zaburzenia sensoryczne, najwyższy wynik wskaźnika R-kwadrat został odnotowany w przypadku dyspraksji (0,771, $p=0,0005$), poszukiwania czuciowo-przedsionkowego (0,642, $p=0,0031$) oraz zaburzeń posturalnych (0,456, $p=0,0037$). Wykazano również istotną, na poziomie -0,33, korelację między poziomem sprawności ruchowej, a aktywnością niezintegrowanych OP. Testem regresji liniowej wykazano również, iż wraz z wiekiem dziecka oraz niższym poziomem aktywnych OP, sprawność ruchowa dziecka jest większa. W jednym z badań wykazano również, iż dziewczęta uzyskiwały statystycznie niższe wyniki w kategorii suma punktów za odruchy pierwotne, niż chłopcy. Badanie z udziałem większej grupy dzieci nie potwierdziło tej zależności jako statystycznie istotnej, jednak zaobserwowano tendencję do uzyskiwania przez dziewczęta niższych wyników w ocenie aktywności odruchów pierwotnych względem chłopców.

Wnioski: Na podstawie poniższych wyników postawiono wniosek, iż przyczyną problemów takich jak trudności w koordynacji ruchowej, utrzymanie równowagi, poczucie swojego ciała w przestrzeni oraz ogólna niezgrabność ruchowa zauważane przez rodziców, może być aktywność niewyhamowanych odruchów pierwotnych. Wyniki badania potwierdzają hipotezę, iż wysokiemu poziomowi aktywnych OP u dzieci w wieku przedszkolnym towarzyszą zauważalne problemy sensomotoryczne zwłaszcza w obszarze dotyczącym równowagi i koordynacji.

ABSTRAKT

The activity of primitive reflexes in relation to the sensory and motor functions of preschool children

Keywords: primitive reflexes, preschool children, motor skills, sensory-motor development, neuromotor maturity

Introduction: The presence of active primitive reflexes in healthy preschool children can influence the psychomotor development and disrupting its normal course. The importance of APRs for the proper child sensory-motor functioning has not been sufficiently studied so far. This topic seems to be important for the improvement of the quality of the preschool children's functioning, while parents and guardians observe disorders in the sensory-motor area. It is also due to the preparation for optimal participation in further education.

Purpose: The main goal was to assess the presence of active primary reflexes in preschool children and their importance for sensory-motor functioning.

Material and methods: The data were collected from 112 preschool children (4 to 6 years old). All children were qualified for the study in accordance with the inclusion and exclusion criteria, which was age and the absence of significant medical contraindications, such as motor or intellectual disability of the child. Among the primary reflexes, the persistent activity was assessed: three primary tonic reflexes, i.e. the tonic labyrinthine reflex (TLR), the asymmetrical tonic neck reflex (ATNR) and the symmetrical tonic neck reflex (STNR), two skin reflexes, i.e. the palmar reflex (Palmar reflex) and the dorsal skin reflex (Galant reflex), as well as the Moro reflex. The sensory profile of children was determined using Child Sensory Profile Cards, which was filled in by the parents. Motor performance was examined with the MOT 4–6, which consists of 17 motor tasks. The reflexes activity were assessed on a five-step scale (from 0 to 4). The total score of the examination of all reflexes was converted to the level of reflex activity on a scale from 0 to 4. The final evaluation of the sensory profile was the sum of the points of each disorder category, converted into percentage values. The MOT 4-6 tasks were assessed on a three-point rating scale (0-2). Motor performance was the sum of points obtained in individual tasks. It was also presented on a descriptive scale. In order to investigate the correlation between the results of the level of reflex activity and the results of the sensory profile for individual categories, linear regression calculations were performed (estimated by the least squares method) and the coefficient of determination R-squared was calculated. Correlation coefficients between MOT results and reflexes activity and their final results were determined. The relationship between age, reflex level and motor performance was investigated using multiple regression. Linear regression calculations were performed to evaluate the effects of age and gender on MOT 4-6 scores (GLM - General Linear Model). The differences between girls and boys were determined using the

Mann-Whitney U test. Age group comparisons were made using the ANOVA test. The level of statistical significance for the interpretation of the analyses was set at $p < 0,05$.

Results: In the group of examined children, at least one persistent reflex was observed in 92,9% - 97,7% of children. In a significant part of the group, these reflexes were expressed to a low degree (in 40,9% -58%) or moderate (in 27,7 % - 43,2%). The increased level of reflex activity was observed in 7,2% -13,6%. The studies on the sensory profile showed that in 6,8% of the children, no sensory disorders were found. Studies have shown a significant correlation between obtaining a higher level of reflex activity and disorders in categories such as dyspraxia, postural problems, and sensory-vestibular seeking and visual-auditory-vestibular seeking, as well as olfactory-sensory-taste seeking. These relationships were determined using the R-square determination coefficient. In determining the relation between the reflex activity level and sensory disorders, the highest R-square index was noted for dyspraxia (0,771, $p=0.0005$), sensory-vestibular seeking (0,642, $p=0,0031$) and postural disorders (0,456, $p=0,0037$). The analysis showed an inverse correlation between the level of motor performance and the activity of non-integrated PRs at $p < 0,05$ (-0,33). The multiple regression model has also shown that the older the child and the lower the reflex activity, the score of the child's motor skills is higher. One of the studies also showed that girls obtained statistically lower results in the category of the sum of points for primary reflexes than boys. A study involving a larger group of children did not confirm this relationship as statistically significant, but a tendency was observed for girls to obtain lower results in the assessment of the activity of primary reflexes in relation to boys.

Conclusions: In conclusion the cause of problems such as difficulties in motor skills such as: coordination skills, maintaining balance, the sense of one's body in space and general motor clumsiness noticed by the parents, can be the activity of primitive reflexes. The results of the study confirm the hypothesis that the level of non-integrated PR affects the child's sensory-motor functioning, especially in terms of balance and coordination.



Article

Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children

Anna Pecuch ¹, Ewa Gieysztor ^{1,*}, Marlena Telenga ¹, Ewelina Wolańska ²,
Mateusz Kowal ¹ and Małgorzata Paprocka-Borowicz ¹

¹ Physiotherapy Department, Faculty of Health Sciences, Wrocław Medical University, 50-355 Wrocław, Poland; anna.pecuch@student.umed.wroc.pl (A.P.); marlena.telenga@student.umed.wroc.pl (M.T.); mateusz.kowal@umed.wroc.pl (M.K.); malgorzata.paprocka-borowicz@umed.wroc.pl (M.P.-B.)

² Department of Pediatrics, Division of Pediatrics and Rare Disorders, Wrocław Medical University, ul. Bartla 5, 51-618 Wrocław, Poland; ewelina.wolanska@student.umed.wroc.pl

* Correspondence: ewa.gieysztor@umed.wroc.pl

Received: 7 September 2020; Accepted: 2 November 2020; Published: 6 November 2020



Abstract: The presence of active primitive reflexes (APRs) in healthy preschool children can be an expression of immaturity in the functioning of the nervous system. Their trace presence may not significantly affect the quality of child functioning. They may also undergo spontaneous and complete integration within the stages of child development. However, a higher level of active reflexes and their significant number can disturb sensory-motor development and lead to additional problems in a child's motor activities, social life, and education. The main purpose of this study was to examine the types of sensory disorders noticed by parents of children, if any, that accompany the presence of active primitive reflexes. The study was conducted in a group of 44 preschool children (aged 4–6 years). The sensory profile of children was determined using Child Sensory Profile Cards, and Sally Goddard-Blythe tests were used to measure their primitive reflexes. The coefficient of determination (R-squared) indicated that the level of reflex activity was most strongly associated with sensory disorders such as dyspraxia, sensory-vestibular disorders, and postural disorders, at a level of $p < 0.005$. The obtained research results show that the examination of non-integrated reflexes might be a screening tool for children of preschool age. Knowledge of the subject of reflexes and their impact on sensory-motor functions may contribute to more accurate diagnoses of the causes of problems and higher effectiveness of possible therapy.

Keywords: sensory profile; primitive reflexes; preschool children; neurodevelopment

1. Introduction

Healthy preschool children may present varying levels of sensory and motor development [1]. Sensory-motor problems of a mild degree may have a chance to be integrated on their own as the child grows. The problem, however, is serious for a preschool or elementary school-age child with numerous significant sensory-motor disorders that do not disappear spontaneously, or begin to increase with age [2]. Parents and teachers often notice these disorders in children in the form of difficulties in maintaining balance and clumsiness during physical activities, or problems in learning and social functioning [3]. Determining the origin of these problems is often crucial for the selection of appropriate remedies and, consequently, improving the quality of the child's functioning. One factor that may negatively influence the functioning of a child over the period of infancy is the presence of active primary reflexes (also known as 'persistent primary reflexes' (PPR)) [4]. However, the occurrence of non-integrated primary reflexes is common among preschool children [1,5,6]. Authors dealing with

this topic report that they occur in about 90% of healthy preschool children and about 55% of early school-age children. In most preschool children (65%), these reflexes occur at a low level of activity (visible as trace motor reactions). When a child has only one or two slightly non-integrated reflexes, it can be assumed that, with the maturation in the functioning of the nervous system and further development of the child, these reflexes will undergo spontaneous integration. A larger number of non-integrated reflexes and their high level of activity might be a reason for problems that disturb proper sensory-motor development and social functioning. Active primary reflexes can make a child's posture and motor skills appear clumsy. Children with APRs may have a specific gait picture [7] or learning difficulties [8]. Instinctive reflexive movements caused by active reflexes can affect both the large and small motor skills of children.

Primary reflexes develop during fetal life. They are responsible for stereotypical and involuntary motor reactions in response to internal and external stimuli [9]. Their control center is located in the brainstem. They facilitate child delivery and help children during their first moments after birth, and enable normal psychomotor development in the first months of life [10]. Reflex activity persists up to several months after birth and should spontaneously disappear (integrate into the nervous system) as higher motor skills begin to develop [4,10]. This takes place when a primary reflex, e.g., the Moro reflex, which is an instinctive defensive reaction and allows the child to take the first breath of life, is replaced by the Strauss (startle) reflex, which can continue for the remainder of a person's life [9]. The development of primary reflexes in fetal life is possible due the parallel development of equivalent structures. After birth, primary reflexes are triggered by stimuli from the vestibular system and other sensory channels. An example of this is the asymmetrical tonic neck reflex (ATNR), which can be induced by the movement of the head. The tonic stimulus, which is the rotation of the neck, provokes a deflection of the upper and lower limbs on the occipital side of the body, and trunk rotation [11]. On the facial side, the limbs straighten. ATNR in a three-month-old girl is shown in Figure 1.

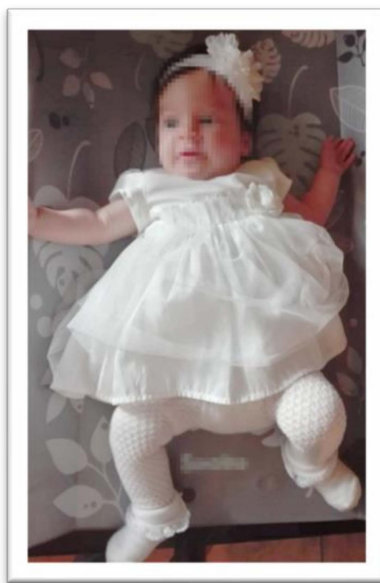


Figure 1. Asymmetrical tonic neck reflex (ATNR) expression in an infant.

The activity of primary reflexes beyond the biological period of proper occurrence may influence proper sensory-motor development [5,7,8]. If primary reflexes are not integrated completely during the spontaneous development of the nervous system, they will be constantly provoked by the same stimuli. These reactions are less strong and stereotypical compared to a newborn. However, even a slight degree of reflex activity may result in muscle tensions that appear in the child's body and cause involuntary motor reactions. In stressful or new situations, an active reflex will cause a primitive

motor response such as a slight muscle tone or visible motion. The response of the body depends on the degree and the number of APRs.

The tensions and movements generated by the activity of reflexes may hinder functioning and can cause uncertainty about the child's own bodily reaction in various everyday situations (during motor activities such as cycling or physical games with peers). Fear of sudden changes in the environment may cause a child to withdraw and abandon new intellectual and motor skill-oriented challenges [1,9]. Reflex activities can cause learning difficulties in preschool and elementary school [12–14]. They may also cause difficulties in acquiring age-related mobility skills. Early experiences of “standing out” from a group of peers in terms of mobility, manual abilities, and difficulties experienced by a child in learning didactic material can cause frustration and lead to secondary problems [15–19]. Disorders in sensory-motor development can affect the cognitive and emotional development of a child, and thus the child's contact with peers and social functioning [20,21].

The main purpose of this work was to address the issue of the existence of a relationship between the presence of active primitive reflexes in healthy children and sensory disorders noticed by their parents.

2. Materials and Methods

This work is part of the PRACS (Primitive Reflexes and All Children Sphere) project, which is aimed at investigating primitive reflexes and their impact on the motor, sensory, and cognitive development in preschool and school-age children. One paper showing the impact of ATNR on the symmetry of a child's gait is now available [7]. A second article, which has featured in a series of publications as part of the project, shows a child's perception of their developmental difficulties in relation to the adult assessment of those difficulties [3].

In a group of preschool children, both quantitative and qualitative levels of the occurrence of selected primitive reflexes were examined. The parents of the children were also asked to complete questionnaires regarding their child's sensory profile. The research was approved by the Ethics Committee of the Wrocław Medical University, approval number KB-626/2018. It was carried out in accordance with the Helsinki Declaration. The children's parents were kept informed of the purpose and non-invasive nature of the research. Each gave written consent for their child to participate in the study.

2.1. Participants

The data were collected from 44 children (28 girls and 16 boys). The mean age of the group was 4.8 (\pm 0.98) years. Subjects' characteristics is shown in Table 1. Exclusion criteria included a medical or pedagogical diagnosis of special needs. Therefore, children diagnosed with motor or intellectual disabilities, or children with a psychological and pedagogical opinion issued by a psychological counseling center confirming the need to support their educational process, were excluded from the research.

Table 1. Subjects' characteristics.

Name of Group	Age	Girls	Boys
Four-year-olds	4 years–4 years and 11 months	15	6
Five-year-olds	5 years–5 years and 11 months	7	5
Six-year-olds	6 years–6 years and 11 months	6	5

2.2. Assessment of Reflex Activity

Tests developed by Sally Goddard-Blythe in 1996 at the Institute of Neurophysiological Psychology (INPP) in the UK were used to assess the prevalence of primitive reflexes in children. The above tests were included in the “Test Set for Children Aged 4–7” in a script for people who have completed

a course enabling them to diagnose the presence of surviving primary reflexes in preschool and early-school children [22].

Tests were conducted to examine the integration of tonic reflexes during extension (EXT) and flexion (FLX) variants for symmetrical tonic neck reflex (STNR) and tonic labyrinthine reflex (TLR). Items for testing symmetrical tonic neck reflex and tonic labyrinthine reflexes are shown in Figures 2–5. These reflexes are studied by changing the position of the head. If the child has fully integrated tonic reflexes, then the change in head position should not cause any movement in the lower and upper limbs, and torso. If the movement of the head causes movement and changes the position of the body then an incomplete integration of this reflex in the child is confirmed.

- The symmetrical tonic neck reflex (STNR) was tested in two variants. When the child's head was extended, it was observed whether there were symptoms such as extending the upper limbs at the elbows, sitting on the heels, or trunk movements (Figure 2). After flexing the child's head, it was observed whether the elbows were bent, the pelvis lifted or knees extended, and the general behavior of the child. The therapist also assessed the intensity level of the current compensations (Figure 3).
- The tonic labyrinthine reflex (TLR) test is presented in Figure 4. Compensations such as hand or entire upper limb movements, climbing on toes, disturbance, or loss of balance were observed during the test for TLR extension. When performing the test for TLR flexion, attention was paid to the appearance of compensation in the form of fist-clenching, knee deflection, disturbances, or loss of balance. The test position is presented in Figure 5.
- The asymmetrical tonic neck reflex (ATNR) test for the right (R) and left (L) side is presented in Figures 6 and 7. During the ATNR study, it was observed whether the rotation of the head to the right or left was accompanied by a change in the position of the upper limbs (elbows and shoulders bending), and movement in the trunk and pelvis.
- The Galant reflex (truncal incurvation reflex) test and the Palmar grasp test for the right (R) and left (L) side are presented in Figures 8 and 9. The Palmar grasp and Galant reflex were caused by stimulation of the skin. The Palmar grasp was induced by a spatula movement on the palm (submaximal pressure). A diagnosis of Galant reflex was carried out by "drawing" a vertical line along the paravertebral region from the thoracic to the lumbar region using a thumb. In the case of current active skin reflexes, we can observe the presence of movement after the action of the stimulus in the area of stimulation (after the stimulus was activated, children can rub the stimulated area).



Figure 2. Position for the examination of symmetrical tonic neck reflex (STNR) extension.



Figure 3. Position for the examination of STNR flexion.

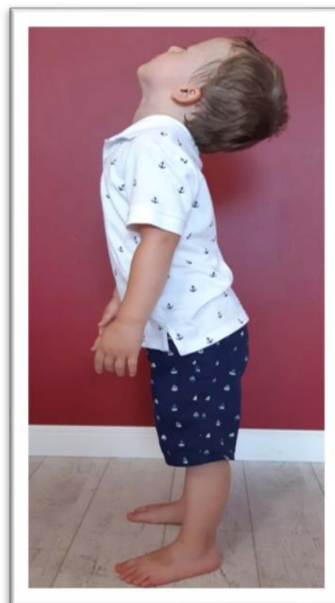


Figure 4. Position for the examination of tonic labyrinthine reflex (TLR) extension.

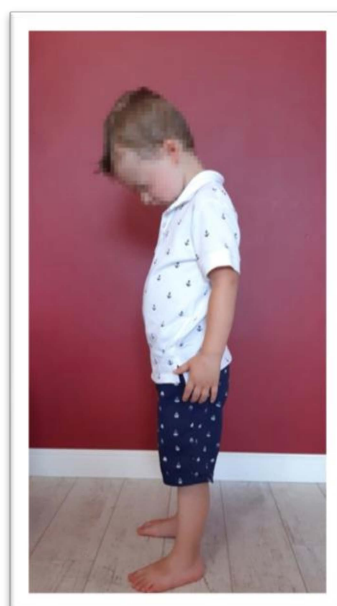


Figure 5. Position for the examination of TLR flexion.



Figure 6. Position for the examination of ATNR for the left side.



Figure 7. Position for the examination of ATNR for the right side.



Figure 8. Position for the examination of Galant reflex for the right side.



Figure 9. Position for the examination of Palmar reflex for the right side.

The last reflex examined in one variant was the Moro reflex, as presented in Figure 10. The Moro reflex was tested by leaning back on the therapist’s arm after closing the eyes and bending the head back first. It was observed whether the child bends the knees, throws the arms to the side, controls the movement during the tilting back, or performs other co-movements. Children who do not have an active Moro reflex are eager to perform this test task.



Figure 10. Position for the examination of the Moro reflex.

The STNR, ATNR, and Galant reflex tests were carried out in four point-kneeling positions. The Moro reflex, TLR, and Palmar reflex were tested in a standing position. While examining the STNR, ATNR, TLR, and Moro reflex, it is recommended to have the child close the eyes before starting head movements. The skin reflexes (Palmar grasp and Galant reflex) were tested with the child’s eyes open.

When assessing the ATNR, STNR, TLR, and Moro reflex, attention was paid to the quantitative and qualitative compensations within the upper and lower limbs, in addition to the shoulders, the pelvic girdles, and the trunk. The presence of an active primitive reflex may also be evidenced by a change in the rhythm of breathing, frowning, pursing lips, and emotional reactions. All of the compensations present during the performance of the tests were taken into account when assessing the degree of activity of a given reflex. Reflexes were assessed on a five-step scale from 0 to 4. A 0 meant a complete lack of reflex (full integration), and 1—low activity, 2—medium activity, 3—high activity, 4—maximum activity. The total sum of points in the examination reflexes was 40. The sum of the points obtained during the examination of all reflexes was converted to the level of reflex activity on a scale from 0 to 4. The scale is shown in Table 2.

Table 2. The degree of primitive reflex integration scale.

Final Score in APR Examination	Level of Reflex Activity
0–3	0—no activity
4–15	1—low
16–25	2—medium
26–35	3—high
36–40	4—max

2.3. Sensory Profile Assessment

The Child Sensory Profile Cards issued by the Laboratory of Psychological and Pedagogical Tests (a questionnaire for preschool and early-school children) [23] were used to assess the children’s sensory profile. Parents answered questions about the presence or lack of appropriately described behavior in

their child. To assess the level of sensory disorders, the sum of points obtained in each subgroup was calculated. The results are presented as percentages. The authors listed eight subgroups of sensory integration disorders in line with the Ayres concept. These are:

1. Dyspraxia. Defined as an impairment of motor coordination, problems with balance, distance assessment, and a sense of one's own body in space.
2. Tactile sensitivity. Manifested by avoiding the touch of other people and textures along with an exaggerated pain response (even to gentle touch).
3. Visual-auditory-vestibular seeking. Characterized by an excessive interest in glowing/spinning/sound-emitting objects, the desire by the child to generate sounds/noise, and the enjoyment of spinning around one's body axis.
4. Sensory-vestibular seeking. A penchant for scuffling and heavy objects, the need for pressure, and intentional colliding with objects.
5. Postural problems. Manifested by reduced coordination-equivalent abilities, frequent stumbling, and rapid fatigue, difficulty crossing the body centerline.
6. Vestibular hyperactivity. Characterized by the avoidance of rapid movement, fear of positional changes, and falls.
7. Olfactory-sensory-taste seeking. Characterized by an excessive interest in strong flavors and olfactory stimuli, as well as the desire to touch, and put objects in the mouth to examine their texture and taste.
8. Auditory hyperactivity. Manifested by the avoidance of and distraction by even the soft or otherwise inconspicuous sounds (e.g., the sound of an air conditioner or a watch) and responding with fear to the sounds of animals, radio, etc.

The authors considered the final result at the level of 25% as the cut-off point indicating an increased number of disorders.

Diagnosing disorders of the sensory integration processes requires a detailed interview with parents and carrying out appropriate tests and trials. The diagnosis of sensory disorders in the child can be made based on the Californian, SIPT (Sensory Integration and Praxis Test), or EASI (Evaluation in Ayres Sensory Integration) tests [24,25]. The applied tool, i.e., children's sensory profile, allows for a preliminary assessment of children in terms of potential disorders and drawing the parents' attention to their child's problems in a given area [20]. It is an excellent screening tool, but only allows for an initial assessment of the child. In addition, the results of the sensory profile draw our attention to abnormalities in children without identified disturbances in the processes of sensory integration.

2.4. Statistics

Statistic analysis was performed using IBM SPSS Statistics version 25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Descriptive statistics were computed for all variables. Arithmetic means and standard deviation were calculated. The distribution was determined by the Shapiro–Wilk test. It was found that the distribution of the data significantly deviates from a normal distribution. For the presented results, linear regression calculations were performed (estimated by the least squares method) and the R-squared determination factor was calculated. The test was conducted to examine the correlation between the reflex activity level results and sensory profile results for individual categories. Differences between girls and boys and comparison between age groups were tested by a Mann–Whitney U test. Comparisons in age groups were performed using an ANOVA test. The level of significance for purposes of interpretation of the analyses, $p < 0.05$ was adopted.

3. Results

3.1. Reflex Activity Level in Examined Group

The sum of the points obtained during the examination of all reflexes was converted to the level of reflex activity. The results show that 2.3% of the examined children had no reflex activity. A significant proportion (84.1%) of examined children had a low (40.9%) or medium (43.2%) level of reflex activity. A high level of reflex activity was observed in 13.6% of all subjects. The maximum level of reflex activity was not demonstrated by any child included in the study. The results of the reflex activity level in the examined group of preschoolers are shown in Figure 11.

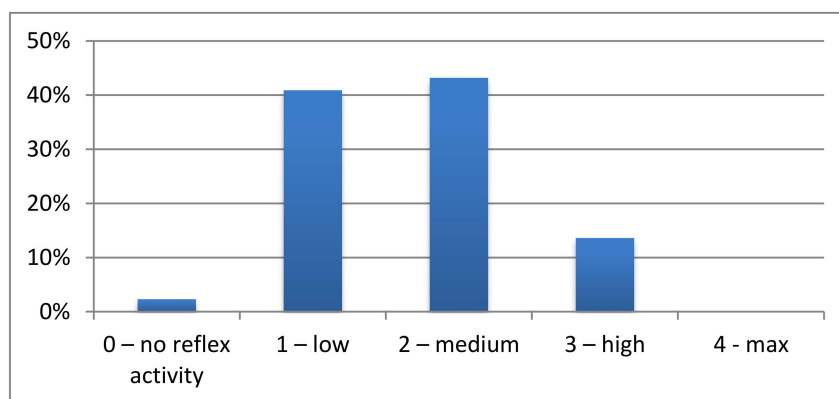


Figure 11. The results of the level of reflex activity.

3.2. Results of APR Examination

The most common reflexes in the group of examined preschoolers were TLR EXT (observed in 90.9% of children), ATNR L (84.1% of children) and ATNR P (84.1% of children), and Moro reflex (observed in 84.1% of children). Slightly fewer children presented STNR EXT reflex (75%) and STNR FLX (42%). Skin reflexes, i.e., Galant reflex and Palmar grasp, occurred less frequently. The reflexes that were most often expressed to the maximum degree were the Moro reflex (70.5%) and TLR EXT (27.3%). The maximum degree for the STNR FLX and the Palmar grasp in both the left and right hand was not present in any of the children. The results expressed as a percentage are shown in Figures 12 and 13.

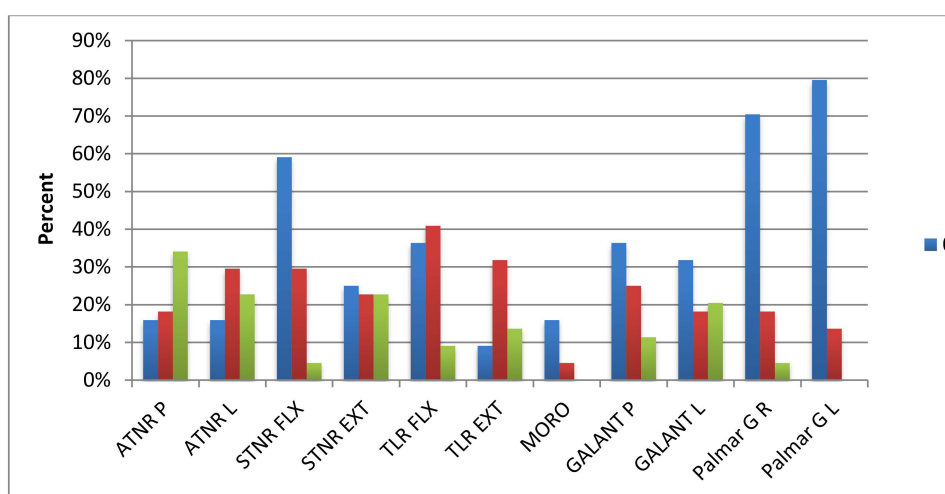


Figure 12. Results of the reflex test on a 0–2 scale.

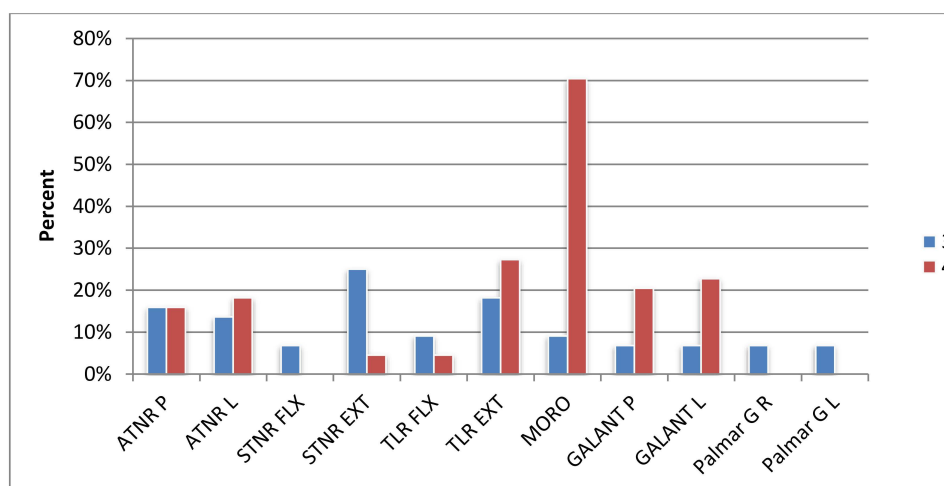


Figure 13. Results of the reflex test on a 3–4 scale.

3.3. Sensory Profile Results

Of the 44 children tested, 11.4% had a result equal to or above 25% of the mean value of the sum of all disorders, whereas in 6.8% of children, no sensory disorders were found. Furthermore, 81.8% of children had a result in the range of 2–24% of the mean value of the sum of all disorders. The average values obtained in each category are presented in Table 3.

Table 3. Results of the sensory profile.

Sensory Disorders	Mean Value	Max Value	SD
Dyspraxia	13%	60%	15%
Tactile hyperactivity	19%	71%	17%
Visual- auditory-vestibular seeking	15%	100%	22%
Sensory-vestibular seeking	19%	100%	25%
Postural problems	8%	50%	13%
Vestibular hyperactivity	8%	50%	13%
Olfactory-sensory-taste seeking	1%	33%	5%
Auditory hyperactivity	14%	80%	19%

The minimum value in each subgroup was 0%.

3.4. The Level of Reflex Activity and Sensory Disorders

The applied linear regression demonstrated that the level of reflex activity (the total points obtained during the examination) is positively correlated with the occurrence of the individual sensory disorders demonstrated by the sensory profile. The results are shown in Table 4.

Table 4. Coefficient of determination (R-squared) of sensory disorders with the corresponding activity level of reflexes.

Sensory Disorders	Level of Reflex Activity	p-Value
Dyspraxia	0.771	0.0005
Visual-auditory-vestibular seeking	0.312	0.0362
Sensory-vestibular seeking	0.642	0.0031
Postural problems	0.456	0.0037
Olfactory-sensory-taste seeking	0.261	0.0006

3.5. Differences between Girls and Boys in the Level of Reflex Activity and Sensory Profile

To determine whether girls and boys differed in the level of reflex activity, the Mann–Whitney U test was carried out. The results are shown in Table 5. There were statistically significant differences between the final results obtained by boys and girls. Statistical differences between girls and boys were found for TLR EXT reflex and the Palmar grasp R. There was also a significant difference in the sum of points obtained in the examination of all reflexes. Girls obtained a significantly lower mean number of points than boys for the above-mentioned reflexes and in the final result.

Table 5. Differences between girls and boys in the results of the examination of reflexes.

Reflex	Girls, Mean ± SD	Boys, Mean ± SD	U	p-Value	η ²
STNR EXT	1.6 ± 1.3	1.6 ± 1.05	223	0.5	0.0
STNR FLX	0.5 ± 0.9	0.69 ± 0.68	177.5	0.13	0.029
TLR EXT	1.75 ± 1.2	3.1 ± 1.2	106	0.002 *	0.188
TLR FLX	0.96 ± 1.05	1.2 ± 1.2	202	0.3	0.007
ATNR L	1.7 ± 1.3	2.5 ± 1.3	171	0.1	0.038
ATNR R	1.8 ± 1.15	2.3 ± 1.4	168.5	0.09	0.042
Galant L	1.8 ± 1.5	1.5 ± 1.5	197	0.26	0.01
Galant R	1.5 ± 1.6	1.6 ± 1.5	209.5	0.36	0.003
Palmar grasp L	0.2 ± 0.6	0.6 ± 0.99	164	0.07	0.049
Palmar grasp R	0.25 ± 0.7	0.9 ± 0.99	132.5	0.013 *	0.113
Moro reflex	3.1 ± 1.5	3.2 ± 1.5	212.5	0.39	0.002
Total reflex points	15.14 ± 6.9	18.99 ± 6.3	149	0.034 *	0.076
Level of reflex activity	1.5 ± 0.7	1.9 ± 0.75	180	0.119	0.026

SD-standard deviation; U-Mann-Whitney test results; p-level of significance; η² – effect size; * $p < 0.05$.

Statistically significant differences were also observed between the results of boys and girls in two categories of the sensory profile. In tactile hyperactivity, girls obtained a significantly higher score than boys. Boys obtained a significantly higher result in sensory-vestibular seeking than tested girls. The results are shown in Table 6.

Table 6. Differences between girls and boys in the results of the sensory profile.

Sensory Disorders	Girls, Mean ± SD	Boys, Mean ± SD	U	p-Value	η ²
Dyspraxia	11% ± 14%	15% ± 17%	201.5	0.29	0.007
Tactile hyperactivity	23% ± 18%	12% ± 13%	143.5	0.026 *	0.088
Visual-auditory-vestibular seeking	16% ± 20%	15% ± 25%	211.5	0.39	0.002
Sensory-vestibular seeking	12% ± 19%	30% ± 29%	144.5	0.027 *	0.086
Postural problems	7% ± 10%	9% ± 16%	216.5	0.43	0.001
Vestibular hyperactivity	1% ± 6%	0% ± 0%	216	0.43	0.001
Olfactory-sensory-taste seeking	8% ± 14%	8% ± 10%	197.5	0.26	0.01
Auditory hyperactivity	14% ± 19%	15% ± 18%	213	0.4	0.002

SD-standard deviation; U-Mann-Whitney test results; p-level of significance; η² – effect size; * $p < 0.05$.

3.6. Differences between the Activity of Reflexes and the Results of the Sensory Profile for Individual Age Groups

To check whether age was related to APR examination and sensory profile results, an ANOVA test was carried out. Children were divided according to age into groups of 4-, 5-, and 6-year-olds. There were no statistically significant differences in the results obtained in the APR examination and the sensory profile with regard to age.

4. Discussion

The presence of primary reflexes in a child in the first year of life affects the child's motor and cognitive-emotional development [10]. Accordingly, the presence of active primitive reflexes (APRs) in trace form may have an impact on the sensory-motor development and intellectual spheres of the preschool child [26,27].

The literature provides copious information concerning the occurrence of primary reflexes in people with a damaged nervous system, e.g., due to cerebral palsy or post-stroke [4]. There is still little research on the prevalence of APRs and their importance for the development and functioning of healthy populations. The majority of the published work is concerned with children with learning disorders and attention deficits [8,17–19], but a few papers also exist about the co-existence of APRs with postural and motor problems. Research has also been conducted that shows that APRs may have an impact on motor skills [1], gait [7], and scoliosis processing [28,29]. However, studies show that the prevalence of primary reflexes at the level of minor or moderate disorders is a common occurrence in preschool and early school-age children [2,5,6]. Comparing the results of APR examination of preschool and elementary school-age children, it is apparent that the number of reflexes and their degree of expression decreases with the child's age. Goddard-Blythe [26] states that the diminished and rarely expressed reflexes may undergo spontaneous integration with age. However, the presence of more than one or two significantly expressed reflexes can cause neurodevelopmental delay and may have an impact on functioning throughout the child's life [15].

Gieysztor et al. [1], who studied the presence of ATNR, STNR, and TLR among healthy children aged 4–6 years, report that these residual degree reflexes occur in the majority (i.e., approximately 65%) of the preschool children population. In 25% of children, the reflexes were at the most significant and highest level. This study showed the presence of these three tonic reflexes in 89% of subjects [2]. Due to the examination of three additional reflexes (Palmar, Galant, and Moro reflex) in our study, the presence of APRs was found in 98% of examined children. In the majority (84.1%), the level of reflex activity was low or moderate. In our studies, no child exhibited the highest level of reflex activity. This observation seems to confirm the fact that, in a population of healthy children, there is no increase or very strong presence of APRs, because it would indicate serious problems in the functioning of the nervous system. According to Gieysztor et al. [1], among the three tonic reflexes they examined in the preschool population, the most common reflex is ATNR L and the least common is STNR FLX. Our research partially confirms this fact. There is also a frequent occurrence of the TLR EXT reflex, as reported by Madejewska [6], who stated that it was the most common reflex occurring among children aged 4–7 years. Gieysztor et al. [1] show that TLR EXT and ATNR L occur at a maximum degree more often than STNR FLX. Our more recent study also confirms this relationship. The Moro reflex was also often expressed to the maximum degree. It should be understood that the Moro reflex expressed in a preschool- or school-aged child at the maximum level is only a trace of the reflex that occurs in newborns. Its expression at the maximum level in preschool children is a strong reluctance to take the test, the rejection of hands while moving, tilting backward, and bending the knees. Sometimes the examination is accompanied by a strong emotional reaction. Due to the fact that the test for checking the presence of the active Moro reflex is a strong sensory experience (the child closes their eyes during the test, tilts their head back, and falls backward into the hands of the therapist), there is a risk of over-recognition of this reflex in the youngest children.

Ahn et al. [20], who researched preschool children using a Short Sensory Profile (a questionnaire assessing parents' perceptions of behavioral responsiveness of children to sensations), showed that the disorders of sensory processing occur in 5% to 10% of healthy children. In our research, the sensory profile was also determined by the parents. The mean result for a sensory profile above 25% (which may indicate sensory processing disorders) was found in 11% of the subjects. Our research shows that for the initial assessment of the occurrence of sensory disorders in a child, one can use tools such as the Sensory Profile, in which the parent answers questions about possible sensory disorders in their child. For a detailed assessment of sensory disorders in a child, specially prepared tests should be used, i.e., those conducted by a qualified sensory integration therapist.

The prevalence of APRs in a significant proportion of the preschool child population is the motivation to address the question: to what extent, if at all, do APRs have an impact on various spheres of functioning? Our research shows that the percentage of the population of preschool children in whom parents observe an increased number of sensory problems (in children who had a result of 25%

in the Sensory Profile study) is about 11%. We observed a high level of APR in 13.6% of the examined children. In 81.8% of cases, the sensory problems observed by the parents are at the level of mild disorders (children who had results from 2 to 24% in the Sensory Profile test). Similarly, the presence of low and moderately expressed APR occurs in 84.1% of the study group. These results suggest that special attention, and perhaps appropriately selected therapy, should be given to children in whom we observe significantly and numerous expressed reflexes. Children with slightly or moderately present reflexes should be only under observation and have another examination after one year. This would make it possible to determine the percentage of the population for which slightly and moderately expressed reflexes disappear spontaneously, and whether their presence may be the cause of noticeable developmental problems in the future (e.g., in preschool). It also seems important to establish the norms of the occurrence of APR in the population of healthy children. Therefore, if we observe the phenomenon of a trace form of primary reflexes at a low or moderate level in a significant portion of preschool children (in about 65–84% of healthy preschool children), then perhaps such a phenomenon should be considered normal. The same conclusion was suggested by Gieysztor in her study [2]. The occurrence of primary reflexes to a low or moderate degree in such a large number of the population contributes to the fact that this phenomenon cannot be a significant pathology. Perhaps due to the fact that there is a phenomenon of neuromuscular memory, the traces of the primitive reflexes may extend beyond infancy. It also appears justified to conduct long-term studies on the occurrence and spontaneous integration of reflexes with age.

According to the children's sensory profiles, which were completed by their parents, problems such as dyspraxia and postural problems, were one of the categories that most strongly correlated with a high level of reflex activity. No studies have been found that would conclusively confirm the relationship between sensory disturbances and the activity of primary reflexes. However, the literature provides information about the relationship between the activity of primary reflexes and sensory-motor disorders concerning, inter alia, balance, coordination, and cognitive processes [1,5,12,13]. The results of our study show that, although individual reflexes do not seem to be frequently correlated with individual sensory disorders, their accumulation significantly correlates with them. The R-squared determination coefficient indicated that dyspraxia, sensory-vestibular disorder, and postural disorders were most strongly associated with reflex activity levels. These results show that children with equivalent coordination and movement difficulties have more numerous and higher APRs than children without difficulties mentioned above. The direct reason for this is the fact that primary reflexes examined in children in our study are related to the work of structures responsible for balance, proprioception, and touch. This fact is also confirmed by the results presented by Gieysztor [1], who examined the relationship between the motor skills of preschool children and the occurrence of tonic reflexes (ATNR, STNR, and TLR). The movement skill of preschool children was examined using the Motor Proficiency Test (MOT 4–6). The final result of this test significantly correlated with the result obtained in the examination of tonic reflexes. The MOT test assessed, among other things, coordination abilities and equivalency in children in movement tests such as balancing, catching, and throwing or jumping. Children perform less well in movement tasks such as catching a ball, cycling, or balancing, which is due to poor posture and poor eye-hand coordination [13,24,26]. The relationship between APRs and the way of moving and positioning the pelvis while walking in preschool children was described by Gieysztor et al. [7]. The common occurrence of non-integrated primary reflexes in the child population was also described by Grzywniak [13] and Bilbilaj et al. [8]. They pointed to the problem of APRs among children who had already reached school age. The presence of moderately and strongly persistent primary reflexes can be an important reason for apparent but often inexplicable learning difficulties. Children with persistent reflexes have problems with crossing the visual midline, which prevents them from effectively learning how to read and write (the effect of ATNR activity), sitting calmly on a bench (the effect of Galant reflex), or copying notes from a blackboard to a notebook (the result of STNR and TLR) [9]. Children with APRs are also emotionally unstable (they can be excessively explosive, irritable, or extremely withdrawn and distrustful of their own abilities) and

create educational difficulties (they often get hysterical while parents attempt to understand their behavior) [17–19]. Masgutowa [30] also indicates the problem of coexistence and dependence of sensory integration disorders and the presence of primitive reflexes with speech disorders. This fact confirms that balance-coordination and congregational disorders are among those whose presence may often be accompanied by primitive reflexes.

An increased presence of primary reflexes may be noticed by parents or teachers as clumsiness, problems with balance and coordination, inadequate emotional behavior, or difficulties with concentration. Based on our own and other authors' studies [15,31] dealing with the coexistence of various developmental problems with active primitive reflexes, it has been demonstrated that a proper diagnosis of the causes of a child's problems is necessary for the process of planning the therapy of children with sensory-motor disorders. Focusing only on symptoms may result in an incorrect selection of therapeutic measures and, as a consequence, ineffective therapy. The reflex tensions in the child's body as a consequence of the trace form of APR presence will prevent these problems from being completely solved, despite the use of equivalent exercises or other elements of sensory integration therapy (e.g., tactile desensitization). The effect of therapy can be disproportionately low compared to the child's and the therapist's efforts because the causes of sensory-motor problems, which may be non-integrated primary reflexes, will still be present in the child's "body." To integrate reflexes at an age other than physiologically predicted during this period, properly targeted therapy may be needed. Selected exercises performed individually with a child give the child a "second chance" to integrate reflexes that are expressed to a degree that makes it difficult to function. Children with only a few minimally expressed reflexes may benefit from properly selected and conducted group exercises. Simple balance and coordination exercises, and the improvement of motor skills, are also able to provide stimuli that will allow the child to reach neuromotor maturity and integrate primary reflexes. In children with highly expressed primary reflexes, the Sally Goddard-Blythe method of reflex extinction can be used, however, it should be performed by a qualified therapist.

The data were compared between girls and boys. In the TLR EXT reflex, Palmar reflex on the right side, and total sum of points in the reflex examination, girls showed a higher degree of integration (in these test mean results in girls were significantly lower than in boys). Examined boys achieved higher scores in one category (sensory-vestibular seeking) of the sensory profile, indicating they showed greater problems in a given area. In the research of Gieysztor [1] and Madejewska [6] on the presence of primitive reflexes in preschool children and their motor skills, the girls also obtained results indicating a higher level of reflex integration and better motor skills. However, their results were not statistically significant. Comparing these data, it can be noted that preschool-age girls are characterized by a higher level of sensorimotor development than boys, which is a commonly accepted fact.

Results obtained after analyzing the data based on age may suggest that, for preschool children, the level of reflexes and sensory disturbances is not necessarily age-related. The sum of the points obtained in the study and the level of the reflex activity in all groups was similar. According to Gieysztor's study [2], differences in the level of reflex integration can be observed between preschool and school children. The spontaneous gradual integration of reflexes occurs with the age of children and reaching school maturity. However, high levels of reflexes are also observed in some school children. Grzywniak [31] reports that in children with learning difficulties, reflexes do not seem to integrate spontaneously, but increase with age. It is, therefore, reasonable to pay special attention, including long-term observation, in the case of children who have been screened for numerous and strongly expressed primitive reflexes and sensory-motor disorders.

5. Conclusions

Although parents often perceive their child's problems, they find it difficult to establish the causes. It is often difficult for therapists to pinpoint the exact cause of various sensory disorders. Sensory problems (including dyspraxia and postural disorders) occurring in children are usually dismissed as the child's clumsiness. The reasons for clumsiness and sensory-motor problems could be active

primary reflexes. The existence of a correlation between the presence of a higher level of APRs and sensory disorders observed by parents shows that examination of the child's primary reflexes may be a good screening tool to determine the child's development.

The presence of a low or mild level of active primary reflexes (this phenomenon affects a significant part of the population of preschool children) does not seem to cause significant sensory-motor problems in a child. It appears important for child therapists that numerous reflexes in a significant or very intensified form can considerably impede the functioning and inhibit the proper development for some children. The results obtained from the research on the activity of primitive reflexes show that correct knowledge in this area might help determine the cause of a child's problems and plan appropriately targeted therapy. The elimination of the cause of problems, which may be the activity of persistent reflexes, will result in a higher effectiveness of other therapeutic activities.

Author Contributions: Conceptualization, A.P. and E.G.; methodology, A.P.; software, M.T.; validation, M.P.-B.; formal analysis, A.P.; investigation, A.P.; data curation, A.P., M.T., E.W.; writing—original draft preparation, A.P.; writing—review and editing, A.P., E.G., E.W.; visualization, A.P.; supervision, M.P.-B.; project administration, A.P., E.G., M.K.; funding acquisition, M.P.-B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: The publication was prepared under the project financed from the funds granted by the Ministry of Science and Higher Education in the "Regional Initiative of Excellence" program for the years 2019-2022, project number 016/RID/2018/19 and amount of funding 11 998 121.30 PLN.

Acknowledgments: The authors gratefully acknowledge the teachers, parents, and children who participate in the study.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Gieysztor, E.Z.; Choińska, A.M.; Paprocka-Borowicz, M. Persistence of primitive reflexes and associated motor problems in health preschool children. *Arch. Med. Sci.* **2018**, *14*, 167–173. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Gieysztor, E.Z.; Sadowska, L.; Choińska, A.M. The degree of primitive reflexes integration as a diagnostic tool to assess the neurological maturity of healthy preschool and early school age children. *Pielęgniarstwo Zdr. Publiczne Nurs. Publ. Health* **2017**, *7*, 5–11. [[CrossRef](#)]
3. Demiy, A.; Kalembe, A.; Lorent, M.; Pecuch, A.; Wolańska, E.; Telenga, M.; Gieysztor, E.Z. A Child's Perception of Their Developmental Difficulties in Relation of Their Adult Assessment. Analysis if the INPP Questionnaire. *J. Pers. Med.* **2020**, *10*, 156. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Zafeiriou, D.I. Primitive reflexes and postural reactions in the neurodevelopmental examination. *Pediatr. Neurol.* **2004**, *131*, 1–8. [[CrossRef](#)]
5. Pecuch, A.; Kołcz-Trzęsicka, A.; Żurowska, A.; Paprocka-Borowicz, M. Psychomotor disorders assesment in 4–6 year-old children with INPP test battery. *Pielęgniarstwo Zdr. Publiczne Nurs. Publ. Health* **2018**, *8*, 11–20. [[CrossRef](#)]
6. Madejewska, M.; Choińska, A.M.; Gieysztor, E.Z.; Trafalska, A. Neuromotorical Assessment of Children Aged 4–7 from the Kamienna Góra District Based on Sally Goddard Tests. *Pielęgniarstwo Zdr. Publiczne Nurs. Publ. Health* **2016**, *6*, 179–186. [[CrossRef](#)]
7. Gieysztor, E.Z.; Pecuch, A.; Kowal, M.; Borowicz, W.; Paprocka-Borowicz, M. Pelvic Symmetry Is Influenced by Asymmetrical Tonic Neck Reflex during Young Children's Gait. *Int. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 4759. [[CrossRef](#)]
8. Bilbilaj, S.; Gjipali, A.; Shkurti, F. Measuring Primitive Reflexes in Children with Learning Disorders. *Eur. J. Multidiscip. Stud. (EJMS)* **2017**, *2*, 285–298. [[CrossRef](#)]
9. Goddard Blythe, S. *The Well Balanced Child: Movement and Early Learning*, 2nd ed.; Hawthorn Press: Stroud, UK, 2005.
10. De Jager, M. *Sequence of Primitive Reflexes in Development*; Mind Moves Institute: Johannesburg, South Africa, 2009.
11. Zemke, R. Application of an ATNR rating scale to normal preschool children. *Am. J. Occup. Ther.* **1985**, *39*, 178–180. [[CrossRef](#)]

12. Alibakhshi, H.; Salmani, M.; Ahmadizadeh, Z.; Siminghalam, M. Relationship between primitive reflexes and fine motor skills in children with specific learning disorders. *Koomesh* **2018**, *20*, 478–483.
13. Grzywniak, C. The effect of the form of persistent trace reflexes to rise the difficulties of school. *Szkola Spec.* **2010**, *2*, 98–112.
14. McPhilips, M.; Sheehy, N. Prevalence of persistent primary reflexes and motor problems in children with reading difficulties. *Dyslexia Chichester Engl.* **2004**, *10*, 316–338. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Bruijn, S.M.; Massaad, F.; Maclellan, M.J.; Van Gestel, L.; Ivanenko, Y.P.; Duysens, J. Are effects of the symmetric and asymmetric tonic reflexes still visible in healthy adults? *Neurosci. Lett.* **2013**, *556*, 89–92. [[CrossRef](#)]
16. Jacobs, L.; Gossman, M.D. Three primitive reflexes in normal adults. *Neurology* **1980**, *30*, 184. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Konicarova, J.; Bob, P.; Raboch, J. Persisting Primitive Reflexes in Medication-Naïve Girls with Attention-Deficit and Hyperactivity Disorder. *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* **2013**, *9*, 1457–1461. [[CrossRef](#)]
18. McPhilips, M.; Jordan-Black, J.N. Primary reflex persistence in children with reading difficulties (dyslexia): A cross-sectional study. *Neuropsychologia* **2007**, *45*, 748–754. [[CrossRef](#)]
19. Taylor, M.; Houghton, S.; Chapman, E. Primitive reflexes and attention-deficit/hyperactivity disorder: Developmental origins of classroom dysfunction. *Int. J. Spec. Educ.* **2004**, *19*, 23–36.
20. Ahn, R.R.; Miller, L.J.; Milberger, S.; McIntosh, D.N. Prevalence of Parents' Perceptions of Sensory Processing Disorders Among Kindergarten Children. *Am. J. Occup. Ther.* **2004**, *58*, 287–293. [[CrossRef](#)]
21. Maas, V.F. *Learning Through our Senses*; Harmonia Universalis: Gdańsk, Poland, 2016.
22. Blythe, S.G. *Neuromotor Immaturity in Children and Adults: The INPP Screening Test for Clinicians and Health Practitioners*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2015.
23. The Child Sensory Profile Cards. Available online: <https://www.pracowniastestow.pl/pl/p/Profil-Sensoryczny-Dziecka-PSD/130> (accessed on 1 November 2020).
24. Galiana-Simal, A.; Vela-Romero, M.; Romero-Vela, V.M.; Oliver-Tercero, N.; Garcia-Olmo, V.; Benito-Castellanos, P.J.; Muñoz-Martinez, V.; Beato-Fernandez, L. Sensory processing disorder: Key points of a frequent alteration in neurodevelopmental disorders. *Cogent Med.* **2020**, *7*, 1736829. [[CrossRef](#)]
25. Petresen, J.; Mailloux, Z.; Leao, M.; Schaaf, R. Validity of the Vestibular and Proprioceptive Tests of the Evaluation in Ayres Sensory Integration (EASI). *Am. J. Occup. Ther.* **2020**, *74*, 7411500061. [[CrossRef](#)]
26. Goddard-Blythe, S. The role of primitive survival reflexes in the development of visual system. *J. Behav. Optim.* **1995**, *6*, 31–36.
27. Goddard-Blythe, S. *Attention, Balance and Coordination: The A.B.C of Learning Success*; Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2009.
28. Gieysztor, E.; Sadowska, L.; Choińska, A.; Paprocka-Borowicz, M. Trunk rotation due to persistence of primitive reflexes in early school age children. *Adv. Clin. Exp. Med.* **2018**, *27*, 363–366. [[CrossRef](#)]
29. Connolly, B.H.; Michael, B.T. Early detection of scoliosis. A neurological approach using the asymmetrical tonic neck reflex. *Phys. Ther.* **1984**, *64*, 304–307. [[CrossRef](#)]
30. Masgutova, S.; Regner, A. *The Development of Child's Speech in the Light of Sensory Integration*; Continuo: Wrocław, Poland, 2009.
31. Grzywniak, C. Role of early-childhood reflexes in psychomotor development of a child, and in learning. *Acta Neuropsychol.* **2016**, *14*, 113–129. [[CrossRef](#)]

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Article

Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children

Anna Pecuch ¹, Ewa Gieysztor ^{1,*}, Ewelina Wolańska ², Marlena Telenga ¹
and Małgorzata Paprocka-Borowicz ¹

- ¹ Physiotherapy Department, Faculty of Health Sciences, Wrocław Medical University, Grunwaldzka 2, 50-355 Wrocław, Poland; anna.pecuch@student.umed.wroc.pl (A.P.); marlena.telenga@student.umed.wroc.pl (M.T.); malgorzata.paprocka-borowicz@umed.wroc.pl (M.P.-B.)
- ² Department of Pediatrics, Division of Pediatrics and Rare Disorders, Wrocław Medical University, ul. Bartla 5, 51-618 Wrocław, Poland; ewelina.wolanska@student.umed.wroc.pl
- * Correspondence: ewa.gieysztor@umed.wroc.pl

Abstract: Psychomotor development in the first year of life is possible due to activity and then integration of primitive (neonatal) reflexes. The presence of active primitive reflexes (APRs) in preschool and school-aged children indicates neuromotor immaturity. Studies show dependencies between the preserved activity of primary reflexes and developmental problems such as learning difficulties (problems with reading, writing, reduced mathematics skills, and dyslexia), difficulties with coordination, and attention deficit. The primary purpose of this study is to present the activity of three tonic reflexes in a sample of 112 Polish children aged 4–6 in relation to their motor skills. The children were examined for the presence of the asymmetric tonic neck reflex (ATNR), symmetric tonic neck reflex (STNR), and tonic labyrinthine reflex (TLR). Motor performance was examined with the MOT 4–6. Statistical analysis shows an inverse correlation between the score in the test of reflexes and motor efficiency (MOT 4–6) at $p < 0.05$ (−0.33). Children with increased reflex activity presented a lower level of motor efficiency. The multiple regression model showed that with the older age of the child and the decrease in the level of reflex activity, the motor skills of children improve. Thus, there is a need for early screening of primitive reflexes in children. Properly selected exercises and therapeutic activities aimed at integrating APRs in children with developmental difficulties can improve their motor skills, perceptual abilities, and emotional behavior.

Keywords: primitive reflexes; preschool children; neuromotor maturity; physical development



Citation: Pecuch, A.; Gieysztor, E.; Wolańska, E.; Telenga, M.; Paprocka-Borowicz, M. Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children. *Brain Sci.* **2021**, *11*, 967. <https://doi.org/10.3390/brainsci11080967>

Academic Editors: Christian Collet and Geneviève Albouy

Received: 11 May 2021
Accepted: 12 July 2021
Published: 23 July 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The first year of life is a time of intensive psychomotor development. The baby acquires motor skills such as stable lying on the back/belly accompanied by the development of eye–hand coordination, supporting oneself on forearms/hands, or quadrupling. These skills are made possible by the preceding activity of neonatal reflexes and their subsequent gradual integration [1]. Primary reflexes are stereotypical, and the brainstem governs involuntary motor reactions. They develop during fetal life and are strengthened postnatally (during childbirth and a few weeks afterward). They help function and interact with the environment in the first months of life [2,3]. After fulfilling their function, they are integrated (inhibited) through the emerging cortically directed volitional movements (there is a process of continuous myelination and maturation of connections with higher brain centers) [2,4]. Reflexes are replaced by more mature postural reactions that we use throughout our lives. Well-developed postural responses provide the basis for good balance, posture, and coordination [5]. The proper dynamics of functional maturation of the central nervous system enable the acquisition of higher-level cognitive skills like purposeful use of objects, learning to function independently, and participate in education and social activities [1,4,5].

Both the motor performance of a preschool child and the integration of primary reflexes are indicators (markers) of functional neuromotor maturity [5,6].

Primary reflexes include tonic reflexes. Particularly noteworthy are the asymmetrical tonic neck reflex (ATNR), the symmetrical tonic neck reflex (STNR), and the tonic labyrinthine reflex (TLR). All of them are activated by a tonic stimulus induced by the head and neck movement. ATNR is formed in the 18th week of fetal life; it is integrated between 3 to 9 months after birth [5,6]. The lateral head rotation provokes an extension of the upper and lower limbs on the facial side and a deflection on the occipital side. It is an activity that is the basis for the formation of eye–hand coordination. Its integration begins with gradual improvement of the work of the centerline of the body. The consequence of incomplete integration of ATNR might be poor eye–hand coordination, difficulties in crossing the visual midline. In the educational process, it can interfere with learning to read and cause orientation problems. In motor development, improper posture can be observed while walking [7]. The formation of scoliosis is also possible [8]. STNR emerges later, i.e., 6 to 8 months after birth, and integrates 9 to 11 months after birth. STNR flexion is caused by the flexion of the head, accompanied by the elevation of the pelvis with the simultaneous extension of lower limbs and flexion of upper limbs. STNR extension is caused by the extension of the head, accompanied by the extension of upper limbs and the flexion of lower limbs. At 6 to 9 months after birth, this reflex enables the baby to come out of the prone lying position in preparation for the quadruple position. At the same time, this reflex is gradually integrated by holding the quadruple position and swinging movements (rocking on hands and knees). Children with retained STNR may forgo crawling or do it in a clumsy pattern (hands or feet in unusual positions). In the future, the children with active STNR may have a problem with the fluency of activities requiring shifting the eyes in a vertical line or controlling the sitting posture [5,6]. The onset of TLR is observed prenatally and disappears around the sixth month of life. TLR flexion is caused by the forward flexion of the head with simultaneous flexor tone. TLR extension (in a supine position) is observed as an increase in extensor tone. TLR can entail poor posture, balance, and coordination (careless mistakes and clumsiness).

After entering the preschool period, the child continues intensive motor development, acquiring new motor skills such as jumping, playing ball (catching, throwing, kicking), riding a bike, or balancing. A sign of high neuromotor maturity is increasingly better coordination and control of body movements, including the ability to remain seated for extended periods and concentrate (a skill needed for school education) [5]. Persistent reflex activity can influence the quality of a child's motor skills, especially coordination and balance. They may be linked to learning difficulties and behavioral problems [9,10]. Incomplete integration of primitive reflexes may cause an involuntary motor response in a reflex pattern. The reflex tensions and uncontrolled movements require conscious and increased control over the child's motor activities. Their activeness prevents the child from moving fluidly. Non-integrated primary reflexes are described in the literature among the factors that contribute to disorders in the harmonious motor development of the child—they are manifested by clumsiness and frequent learning difficulties [10–16]. The degree of expression, number, and frequency of reflex activity in healthy children (without a diagnosis of disease or disability) is an indicator of neuromotor maturity.

In a pathological situation, when primitive reflexes are observed in persons with a damaged nervous system (in children with cerebral palsy or after a stroke), strongly expressed automatic reflex movements are still present during motor activities [2–4]. The delay of integrating these reflexes at a typical developmental correlates with delays or deficiencies in reaching milestones and a reduced ability to process sensory information [1,12,15]. However, as studies show, a trace form of APR in the population of healthy children is common. According to research, over 90% of children aged 4–6 have at least one of the resisted reflexes present to some extent [1,5,6,12]. Gieysztor [17] showed statistically significant differences in the level of reflex integration between preschoolers (children aged 4–6) and schoolchildren (children aged 7–8). Preschool children are more likely to encounter

moderate and higher primary reflex activity. A much larger percentage of children have active reflexes to a low or moderate degree in the school-age group. Grzywniak's [18] research shows that in school-age children, primary reflexes occur in 55% of the healthy population only at a low or moderate level. Earlier research by Goddard-Blythe [19] shows a similar result—48% of school-age children had some APRs. It should be assumed that in some children, the complete integration of reflexes as the child grows up is a spontaneous process. However, active primary reflexes in a large proportion of school-age children indicate that the process of self-integration of reflexes does not occur at the same rate in all children. Even partial reflexes beyond the period of their physiological occurrence may interfere with normal neuromotor development.

This article presents the influence of active reflexes on the motor skills of preschool children.

The fundamental research question is whether the level of reflex activity correlates with the level of motor performance in terms of balance and coordination skills.

The following hypothesis is tested: an increased index of primary reflexes is associated with decreased motor performance.

An additional research question is whether age and gender are important for a higher index of the integration of primary reflexes and motor skills.

2. Materials and Methods

The study is part of the PRACS (Primitive Reflexes and All Children Sphere) project. The project investigates primitive reflexes and their impact on the motor, sensory, and cognitive development in preschool and school-age children. The first article under the PRACS project demonstrates the effect of one of the primitive tonic reflexes (ATNR) on the symmetry of a child's gait [7]. The second article concerns a child's perception of their development and difficulties in relation to an adult's assessment of those difficulties [20]. Finally, the third article in the series presents how the activity of primary reflexes in preschool children correlates with various sensory problems [12]. The research took place in 2016–2019 in three different kindergartens in Lower Silesia. It was carried out by two authors of this article. Both researchers completed special courses entitling them to examine children using select research methods. The reflex test was carried out independently of the MOT test to minimize the risk of non-conscious bias and prevent the children from getting tired during the examination.

The project was approved by the Medical University's Ethics Committee (approval number KB-626/2018). The parents of all children were informed about the purpose and process of the examination. They were also asked to give written consent for their child to participate in the study and completed information questionnaires about the children.

2.1. Participants

The data were collected from 112 children (63 girls and 49 boys) aged 4 to 6 from Lower Silesia preschools (Wrocław, Poland). The mean age of the group was 4.65 (± 0.88) years. The characteristics of the participants are shown in Table 1 (61 four-year olds, 34 five-year olds, and 17 six-year olds). The exclusion criteria included confirmation of neuromotor disabilities (cerebral palsy or autism, for example) or pedagogical diagnosis of special needs (intellectual disability, for example).

Table 1. Characteristics of the participants.

Parameter	4 Years	5 Years	6 Years
Age, mean \pm SD	4.1 \pm 0.2	5.1 \pm 0.2	6.24 \pm 0.4
Girls	38	15	10
Boys	23	19	7
Height, mean \pm SD [m]	103.7 \pm 6.1	111.1 \pm 5.5	118.69 \pm 5.9
Weight, mean \pm SD [kg]	17.6 \pm 3.8	19.4 \pm 3.1	22.92 \pm 4.7
BMI, mean \pm SD [kg/m ²]	18.3 \pm 13.6	15.8 \pm 2.2	16.19 \pm 3.1

Each child was assessed with the Primitive Reflex Test [21] (ATNR, STNR, TLR) and the Motor Proficiency Test for children aged 4–6 years (MOT 4–6) [22].

2.2. Assessment of Reflex Activity

Tests used to assess the prevalence of primitive reflexes in children were included in the “Test Set for Children Aged 4–7” developed by Sally Goddard-Blythe (INPP, Chester, UK) [21]. The research methodology was described in articles by Goddard [5], Gieysztor et al. [6], Konicarova [14], and Hazza [23]. Due to the specifics of the research, the method of recording the results of the reflex tests sometimes varies among some researchers, but the basis is a set of tests developed by Sally Goddard. The researchers have completed a course enabling them to diagnose active primary reflexes in preschool and early school children. The two-day course conducted following the guidelines of the INPP makes it possible to test children aged 4–7 for active primary reflexes. It also allows conducting exercises aimed at integrating reflexes and improving motor functions. However, it does not authorize individual therapy for children with strongly and maximally expressed reflexes. This examination cannot be used to diagnose diseases or pathologies of the nervous system. This test is intended for children with an undamaged central nervous system structure.

The asymmetrical tonic neck reflex (ATNR) and the symmetrical tonic neck reflex (STNR) were tested in a four-point kneeling position. In the starting position, shoulders, hips, and knees were flexed to 90°, elbows extended, hands flat, fingers extended, with the head in a neutral position. Next, the tonic labyrinthine reflex (TLR) was tested in a standing position, feet parallel to the width of the hips and hands along the trunk. Before the reflex examination, children were asked to close their eyes.

In the ATNR test, the examiner gently rotated the head passively to the right side and held it for 5 s. Next, the head was slowly rotated back to the midline, and the rotation was repeated on the left side. The whole sequence was performed three times. During the study, it was observed whether the rotation of the head generated changes in the position of the upper limbs (elbow or shoulder bending or hand movements), trunk, and pelvis. The ATNR for both variants: the left (L) and right (R), is presented in Figures 1 and 2.



Figure 1. The examination of ATNR L. On the facial side, there is an excessive extension of the upper limb.



Figure 2. The examination of ATNR R. Upper limb flexion is visible on the occipital side, and pelvic movement/descent may occur.

The STNR was tested for flexion (STNR FLX) and extension (STNR EXT). For STNR FLX (Figure 3), the children were observed for elbows bent and/or pelvis lifted after flexing the child's head by the examiner. Sometimes children try to extend the knees. For STNR EXT (Figure 4), the children were observed for elbow extending or sitting on the heels after head extending. The trunk movements are also symptoms of active STNR.



Figure 3. The examination of STNR FLX. The flexion of the head is accompanied by the flexion of the arms, and hip extension may appear.



Figure 4. The examination of STNR EXT. The straightening of the head may be accompanied by sitting on the heels and arm strength.

In the TLR test, the children were asked to flex and extend the head by themselves. For the TLR FLX (Figure 5) test, the children were asked to bend the head slowly, as if “looking at their feet,” and stand in this position for 10 s. Next, the children were asked to tilt the head back as far as possible for 10 s (TLR EXT test, presented in Figure 6). Compensation, such as fist-clenching, upper limb movements, knee deflection (in TLR FLX), or climbing on toes (in TLR EXT), and/or general balance disturbance, constituted symptoms of an active TLR.

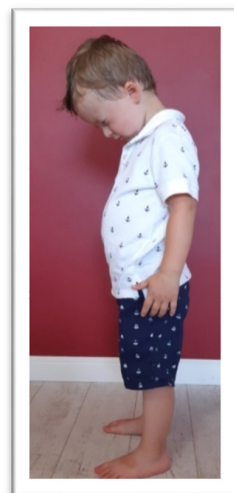


Figure 5. The examination of TLR FLX. The bend of the head is accompanied by a bent knee and slumped posture.

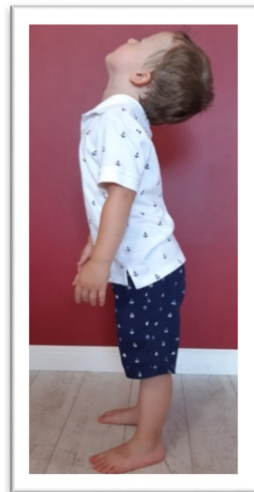


Figure 6. The examination of TLR EXT. The tilting back of the head is accompanied by climbing on the fingers and folding the hands back.

No reaction (no body movements) to the change in the head position is a symptom of the complete integration of APRs in the child's central nervous system. The level of the reflex activity is determined based on the quantitative and qualitative compensatory movements that occur in response to the head movement. Emotional reactions (screaming or confusion), changes in the rhythm of breathing, frowning, or pursed lips may also indicate that the reflex is still active. The reflexes were assessed on a five-step scale (0—lack of reflex, 1—low activity, 2—medium activity, 3—high activity, 4—maximum activity). The higher the score, the worse reflex integration. The maximum total score in the study is 24 points. The total score of the examination of all reflexes was converted to the level of reflex activity on a scale from 0 to 4, presented in Table 2.

Table 2. The degree of primitive reflex integration scale.

Final Score in APR Examination	Reflex Activity Level
0–1	0—no activity
2–8	1—low activity
9–14	2—medium activity
15–21	3—high activity
21–24	4—maximum activity

2.3. Motor Proficiency Test (MOT) Assessment

The Motor Proficiency Test for children aged 4–6 (MOT 4–6) includes 18 items [22]. The MOT 4–6 is a standardized test developed in a six-month study of 548 German children. The MOT 4–6 refers to a norm. The tool has a high assessment protocol efficiency [24]. The MOT test has been constructed in such a way that some tasks are easier and others more difficult so that it can be used to assess children in the 4–6 age group. All tasks included in the MOT test require maintaining balance, good coordination, and concentration from the children. The tests are repeatable, easy to evaluate and write down in the research protocol, and adequately matched to the skills of preschool children, which best testify to their physical performance (it is not, for example, muscle strength or endurance). These tasks are divided into four performance areas: (a) stability, (b) locomotion, (c) object control, and (d) fine movement skills. Tasks divisions are shown in Table 3.

Table 3. MOT 4–6 items.

Description of Items	
0. Forward jump in a hoop *	
1. Forward balance (b)	10. Passing through a hoop (a,b)
2. Placing dots on a sheet (d)	11. Jumping in a hoop on 1 foot, standing on 1 leg (a,b)
3. Grasping a tissue with toes (d)	12. Catching a tennis ring (c)
4. Sideward jump (b)	13. Jumping jacks (b)
5. Catching a stick (c)	14. Jumping over the cord (b)
6. Carrying balls from one box to another (b,c)	15. Rolling around the long axis of the body(a,b)
7. Reverse balance (b)	16. Standing up while holding a ball on the head (b,c)
8. Throwing at a target disk (c)	17. Jumping and turning in a hoop (a,b)
9. Collecting matches (d)	

* The first item was not rated because it was used to accustom the child to the test situation. (a) stability; (b) locomotion; (c) object control; (d) fine movement skills.

The tasks were assessed on a three-point rating scale, where 0 means that the task was not completed, 1—the task was completed to about 50% of the child’s capacity, 2—the skill is fully mastered. All task points after adding up give a total score of 34 points. The higher the children scored in the MOT 4–6 assessment, the higher the movement skill level. The points in the MOT test were transferred to a five-point scale describing child development as accelerated, very good, normal, delayed, or altered (Table 4).

Table 4. The MOT test range scale.

Final Score in MOT Test	Level of Psychomotor Efficiency
0–8	0—altered
9–15	1—delayed
16–25	2—normal
26–29	3—very good
30–34	4—accelerated

The MOT test was deliberately chosen by the authors of this study to test the motor skills of children. Its focus on the study of balance and coordination aspects allows for its results to be compared with the study of reflexes, which also assess the neuromotor maturity as evidenced by these areas of physical performance.

2.4. Statistics

The statistical analysis was carried out using Statistica version 13.0. Descriptive statistics were computed for all variables. Arithmetic means and standard deviation were calculated. The distribution was determined by the Shapiro–Wilk test. It was found that the distribution of the data for MOT results was normal. However, the reflex results significantly deviate from the norm. The correlation coefficient between the final MOT result and the total score for reflexes was determined. The relationship between age, reflex level, and motor performance was investigated using multiple regression. Linear regression calculations were performed to assess the influence of age and gender on the MOT 4–6 results (GLM—general linear model). The differences between the reflex scores for boys and girls were tested with the Mann–Whitney U test. The correlation of BMI with physical fitness and the reflex test results was also analyzed. All parameters were considered statistically significantly different if $p < 0.05$.

3. Results

3.1. Reflex Activity Level in the Examined Group

The total score (max. 24 points) for reflex examination was converted to the level of reflex activity. The results show that 7.1% of the examined children have no retained primitive reflexes. A significant part (58%) of the preschool population has a low level of reflex activity. In 27.7% of children, a medium level of reflex activity was observed. In

5.4% of participants, a high level of reflex activity was found, while the maximum level was demonstrated by 1.8% of subjects. The results of the reflex activity level are shown in Figure 7.

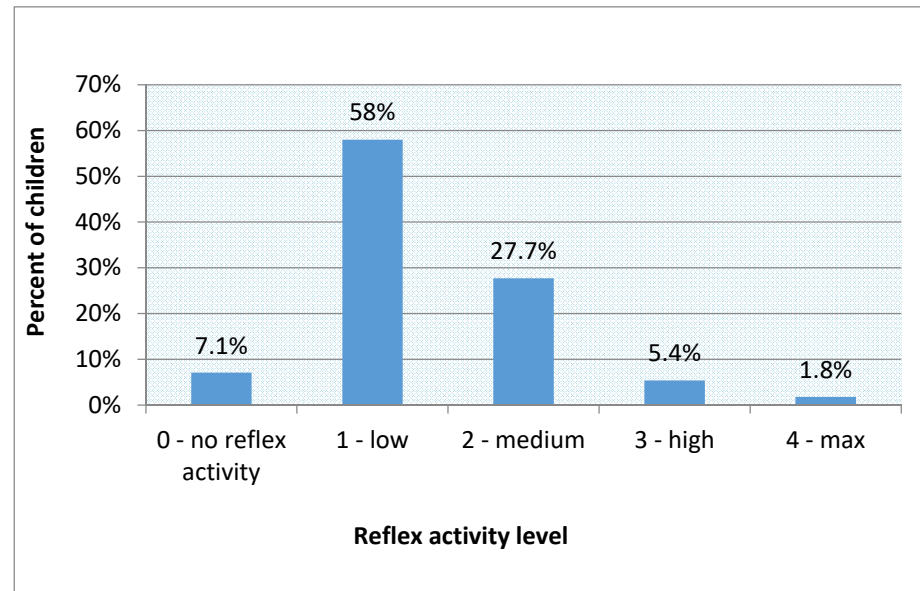


Figure 7. The results concerning the level of reflex activity.

3.2. Results of APR Examination

The most frequently occurring reflexes were ATNR L (observed in 80.4% of children) and ATNR R (in 73.2%), and TLR EXT (in 74.1%). The least frequent one was the STNR FLX (observed in 44.6% of children). The reflexes most frequently expressed at the maximum intensity were TLR EXT (17% of children), ATLR L (10.7%), and the least STLR FLX and STLR EXT (2.7%). The percentage results are shown in Table 5

Table 5. The results of the examination of reflexes.

SCALE	ATNR R	ATNR L	STNR FLX	STNR EXT	TLR FLX	TLR EXT
0	26.8%	19.6%	55.4%	32.1%	44.6%	25.9%
1	28.6%	41.1%	28.6%	32.1%	33.0%	28.5%
2	23.2%	19.7%	6.2%	19.6%	12.5%	18.8%
3	13.4%	8.9%	7.1%	12.5%	4.5%	9.8%
4	8.0%	10.7%	2.7%	2.7%	5.4%	17.0%
MEAN	1.5	1.5	0.7	1.2	0.9	1.6
SD	1.2	1.2	1.0	1.1	1.1	1.4

ATNR R/L—asymmetrical tonic neck reflex (right/left); STNR FLX/EXT—asymmetrical tonic neck reflex (flexion/extension); TLR FLX/EXT—tonic labyrinthine reflex (flexion/extension).

3.3. MOT 4–6 Results

The preschoolers' final results in the MOT 4–6 are shown in Figure 8.

The most difficult tasks for children included carrying balls from one box to another (No. 6), reverse balance (No. 7), and throwing at a target disk (No. 8)—about 80% of children did not complete these tasks. The easiest tasks were standing up while holding a ball on the head (No. 16) and passing through a hoop (No. 10). Task 16 was completed by 91.1% of children, and task 10 by almost 76%. Tables 6 and 7 present the percentage results of the maximum and minimum scores achieved by children in the MOT 4–6.

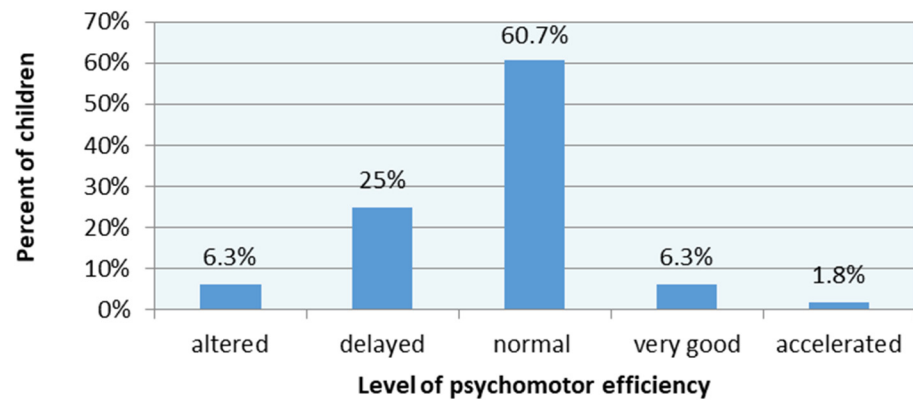


Figure 8. The MOT 4–6 final results.

Table 6. The results of MOT 4–6 for tasks 1–8.

SCALE	TASK							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	33.0%	18.2%	31.5%	49.1%	28.6%	87.5%	85.7%	74.1%
1	35.7%	23.5%	18.2%	34.8%	58.9%	10.7%	10.7%	23.2%
2	31.3%	58.3%	50.3%	16.1%	12.5%	1.8%	3.6%	2.7%
MEAN	1.0	1.4	1.2	0.7	0.8	0.2	0.2	0.3
SD	0.8	0.8	0.9	0.7	0.6	0.4	0.5	0.5

Table 7. The results of MOT 4–6 for tasks 9–17.

SCALE	TASK								
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	57.1%	7.1%	42.0%	45.2%	26.8%	23.2%	11.6%	0.9%	23.5%
1	28.6%	17.0%	26.8%	27.4%	33.9%	33.0%	38.4%	8.0%	29.8%
2	14.3%	75.9%	31.2%	27.4%	39.3%	43.8%	50.0%	91.1%	46.7%
MEAN	0.6	1.7	0.9	0.8	1.2	1.2	1.4	1.9	1.3
SD	0.7	0.6	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.3	0.9

3.4. The Results of the Motor Proficiency Test and Reflex Activity

Statistical analysis showed an inverse correlation between the number of points in the test of reflexes and motor efficiency (MOT 4–6) at $p < 0.05$ (-0.33). Thus, children with increased reflex activity presented a lower level of motor efficiency.

There is also a visible correlation between motor efficiency (MOT level) and the activity of individual reflexes. A statistically significant correlation is the strongest for STNR EXT and TLR FLX (-0.32 and -0.29). The correlation coefficient between the result of the motor efficiency level and the reflex activity is presented in Table 8.

Table 8. The correlation coefficient between reflex activity and MOT level.

Reflex	Correlation Coefficient
ATNR R	-0.204^*
ATNR L	-0.161
STNR FLX	-0.201^*
STNR EXT	-0.317^*
TLR FLX	-0.294^*
TLR EXT	-0.157
TOTAL SCORE	-0.327^*
REFLEX ACTIVITY LEVEL	-0.306^*

* $p < 0.05$; ATNR R/L—asymmetrical tonic neck reflex (right/left); STNR FLX/EXT—asymmetrical tonic neck reflex (flexion/extension); TLR FLX/EXT—tonic labyrinthine reflex (flexion/extension).

The correlation was also found for individual MOT 4–6 tasks and reflex activity level. Tasks forward balance (No. 1), reverse balance (No. 7), jumping jacks (No. 13), jumping over a cord (No. 14), and rolling around the long axis of the body (No. 15) correlated most strongly with the total score of tonic reflexes. The correlations of individual tasks from MOT 4–6 with the reflex activity level are shown in Table 9.

Table 9. The correlation coefficient of reflex activity level with individual tasks from the MOT test.

MOT 4–6 Task	Correlation Coefficient
1. Forward balance	−0.215 *
2. Placing dots on a sheet	−0.125
3. Grasping a tissue with toes	−0.190
4. Sideward jump	−0.010
5. Catching a stick	−0.072
6. Carrying balls from one box to another	−0.100
7. Reverse balance	−0.256 *
8. Throwing at a target disk	−0.092
9. Collecting matches	−0.055
10. Passing through a hoop	−0.028
11. Jumping in a hoop on 1 foot, standing on 1 leg	−0.030
12. Catching a tennis ring	−0.072
13. Jumping jacks	−0.262 *
14. Jumping over a cord	−0.288 *
15. Rolling around the long axis of the body	−0.251 *
16. Standing up while holding a ball on the head	−0.158
17. Jumping and turning in a hoop	−0.090

* $p < 0.05$.

3.5. Relationship between Age, Reflex Activity and Motor Performance

In a multiple regression model, the MOT 4–6 final scores were significantly related to the set of two predictors, i.e., age and APR ($F = 32.6$, $df = 2$, $p < 0.0001$, adjusted $R^2 = 0.36$). This analysis showed that both age (positively) and reflex integration (negatively) affected the final score of the MOT test in a statistically significant manner. Furthermore, the effect of age was stronger, as reflected by the beta coefficient. Concluding, it has been shown that the older the child and the lower the reflex activity, the score of the child's motor skills is higher. The results are shown in Table 10.

Table 10. The results of the multiple regression model of the effect of age and APR (both Box–Cox transformed) on MOT 4–6.

	Coefficient	95% CI	Beta (β)	95% CI	t	p
Intercept	−50.67	(−69.15; −32.19)			−5.43	0.000
Age	91.86	(67.81; 115.91)	0.57	(0.42; 0.73)	7.57	0.000
APR	−0.66	(−1.23; −0.09)	−0.17	(−0.33; −0.02)	−2.30	0.023

3.6. Relationship between Age, Gender, and Motor Performance

A GLM analysis was performed to assess the effect of age, gender, and the interaction between the two predictors on the MOT 4–6. The relationship between the motor performance and the set of predictors was highly significant ($F = 20.67$, $df = 3$, $p < 0.0001$, adjusted $R^2 = 0.35$). Furthermore, it was established that age had a positive and statistically significant influence on motor performance. On the other hand, both gender and the interaction gender \times age had an insignificant effect. The results are shown in Table 11.

Table 11. The results of the GLM analysis of the effect of age and gender on MOT 4–6.

	Coefficient	95% CI	Beta (β)	95% CI	t	p
Intercept	−58.69	(−77.70; −39.69)			−6.12	0.000
Gender (=1)	−15.02	(−34.02; 3.98)	−2.55	(−5.78; 0.68)	−1.57	0.120
Age	99.28	(74.28; 124.28)	0.62	(0.46; 0.78)	7.87	0.000
Gender (=1) × Age	19.13	(−5.87; 44.13)	2.47	(−0.76; 5.69)	1.52	0.132

3.7. Differences between Girls and Boys in the Reflex Activity and MOT 4–6

The Mann–Whitney U test was carried out to determine whether girls and boys differed in motor performance and reflex activity level. The relationship between gender and reflex integration was not found. When the children were divided into age groups, the Mann–Whitney U analysis showed no differences in the MOT 4–6 score (the results of girls and boys did not differ statistically).

3.8. The Relation of Results of the Reflex Level and MOT Test to BMI

Based on the measurements of height, weight and the age of children, the body mass index (BMI) was calculated. No statistically significant relationships were found after analyzing the correlation between BMI for children’s motor skills and reflex activity.

4. Discussion

The aim of our study was to verify if the level APRs are related to motor performance in terms of balance and coordination skills. The study of APR in relation to motor skills is a kind of innovative and unique approach to the subject. Previous studies have mostly focused on showing the relationship between unquenched reflexes and problems with reading, learning, and difficulties in maintaining concentration. We hypothesized that the increased index of primary reflexes is associated with decreased motor performance. The results were also analyzed in terms of age and gender. This paper also aims to show that the child’s motor performance in terms of good balance and coordination skills are a fundamental element for the proper pace of neuromotor maturation and the correct development of many areas of the child’s functioning (such as learning to read, focus, and speech development).

4.1. The APRs Related to Motor Skills

The correlation between the activity of tonic reflexes and the final score of the MOT 4–6 shows an inverse relationship between the degree of non-integration of reflexes and motor efficiency of preschool children. The same fact is stated in research by Gieysztor [6], who also examined preschool children (a group of 35 children) for the presence of tonic reflexes and motor performance using the MOT 4–6. Our new research was carried out on a much larger group of children (112 study participants) than most of the current reflex studies. We also extended the analysis of the results to establish the correlation for all three reflexes with the MOT level and for individual movement tests with the level of active reflexes. Most of the reflexes significantly correlated with the level of motor performance of the children. The MOT test trials, which correlated most strongly with the final score for reflex activity, mainly assessed the skills in group B, i.e., locomotor (dynamic) skills. In tests such as balancing forward and backward, jumping over a cord, and jumping jacks, balance and coordination are essential skills needed to complete the task correctly. Active tonic reflexes mean that the head movement may cause uncontrolled tension and/or movement of the lower and upper limbs and the trunk, thus preventing the child from effectively carrying out a motor task requiring total balance and body control.

So far, only a few studies show that the APRs co-exist with disturbances in child relationship of active reflexes with motor and posture [6,7,12,25]. The confirmation of this finding is described by Gieysztor et al. [7] in an article on gait in preschool children. ATNR, which was active in them, affects the symmetry of the pelvic alignment during gait and thus its quality. In our research, we also observed an inverse correlation between the level

of APRs and the results obtained in the forward and backward balancing test. In studies involving school children with reading difficulties, Bilibaj [10] notices a relationship between ATNR activity and difficulties in eye–hand coordination. Taylor et al. [16], who studied the relationship of persistent tonic reflexes and the Moro reflex with the achievement, report that the APRs were linked with carelessness and difficulty sitting still. In studies using the sensory profile, Pecuch et al. [12] show that children whose parents notice sensory problems such as dyspraxia and postural disorders have an increased degree of active primary reflexes. Parents of children tested for the activity level of six selected reflexes, including those described in this article, were asked to complete the sheet describing the child's sensory profile. Based on the research, it was established that there is an inverse relationship between the activity of reflexes and the parents' noticing problems with coordination and balance in their children, the ability to assess the distance, and the sense of the body in space. They also noticed difficulties such as frequent stumbling and rapid fatigue. Hazzaa [23] also described the problem of an increased number of reflexes and poor balance in children with learning difficulties (manifested by problems with maintaining concentration, poor memory, reading, and writing). Children from the study group performed significantly worse in terms of the one-leg stand test results than the group of children with no learning difficulties. Alibakhshi's research [26] shows that in school-age children with specific learning difficulties, these problems were also accompanied by poor fine motor skills and the persistence of ATLR statistically more often than in children without learning difficulties. Matuszkiewicz's research [27] shows that active primitive reflexes can also cause speech development problems. Research also indicates many other developmental aspects, including the formation of scoliosis [8,25]. While examining girls with ADHD, Koniciarova [14] observed a correlation between ATNR with anxiety, impulsive behavior, and perfectionism, present in their parents' opinion. In these studies, girls were assessed with the CPQ test, which indicated disorders typical of ADHD. The final score of this test and learning problems correlated with active STNR. In Hickey [1] research, the active ATNR L has a significant relationship within the Opposition/Defiance (the inattention subtest of the SNAP-IV). Accardo [28] found a link between characteristic toe walking and active TLR in individuals on the autism spectrum. Research shows that prolonged and increased occurrence of primary reflexes past infancy may be an alarming signal of future development problems or various types of disorders [3]. Moreover, in high-risk newborns, the occurrence of primary reflexes differs qualitatively and quantitatively from non-risky children [29]. Gieysztor [6] showed that in children born before term (preterm infants), integration of primary reflexes and physical performance is lower compared to children born at term. The persistent occurrence of primary reflexes can be observed in both children and adults [30]. It means that their occurrence may persist throughout life and thus affect its quality. Demiy et al. [20] show that children with motor difficulties concerning balance, coordination, or concentration find difficulties in these areas of motor skills in themselves. They even notice them much more than their parents. Usually, however, the child's "clumsiness" or emotional difficulties and problems with developing skills necessary for effective participation in the educational process, such as writing and understanding the read text, are unknown.

4.2. APRs in Preschool Children in Relation to Age

The presence of primary reflexes is described in the literature mainly in children with cerebral palsy [2,4]. In recent years, there have been several studies on primary reflexes in children in the healthy population and children with specific developmental difficulties [1,5,6,12]. Research shows that primary reflexes in a trace form concern a significant percentage of the population of children in preschool and school-age. In our research, APRs were found in 92.9% of the examined children. Hickey and Feldhacker [1] show that 100% of children aged 4–6 had at least one retained reflex. The same finding is reported by Goddard, who studied children aged 4–5 [5]. Pecuch et al. [12] examined six APRs (ATNR, STNR, TLR, Moro reflex, and skin reflexes: Palmar and Galant) in children

aged 4–6, and the study shows at least one of these reflexes in 98% of preschool children. In Gieysztor's research [17], at least one of the three active tonic reflexes was detected in 89% of preschoolers (age 4–6), but in 65%, they had a barely residual degree. In 25% of children, the reflexes demonstrated at a higher level (3–4). In the Goddard study, where the study group consisted of children aged 4–5 moderate to maximum reflexes occurred in even more children (approximately 70–80% of the sample depending on the reflex). In our research, 58% of children have a low level of reflex activity. The differences in the results may be due to the fact that the Goddard study group does not take into account the six-year olds. According to Hickey [1], the most popular reflex in the preschool population was STNR, as it was found in 81.4% of children. Gieysztor [6] found that ATLR L was least integrated with age (this reflex was present in 78% of preschool children and 34% of schoolchildren). The best-integrated reflex was TLR FLX (full integration reached by 65% of preschoolers and 95% of schoolchildren). Our research shows that the STNR FLX is fully integrated in 55.4% of preschool children (together with TLR FLX, it is the best-integrated reflex). ATLR L occurred in 81.7% of children, and STNR EXT was present in 67.9% of children (the result is similar to that obtained in Hickey's research).

Therefore, the question arises whether primary reflexes always constitute a severe problem to the psychomotor development and when it should become a reason for increased observation of the child and possibly therapy.

In our research, the results of multiple regression show that there is a tendency to achieve better motor performance in older children with a simultaneous decrease in the level of reflex activity. Studies comparing preschool and schoolchildren show that the level of reflex activity decreases with age [17]. There is a lack of long-term studies demonstrating unambiguously at what age children completely integrate their reflexes. However, it could be assumed that slightly expressed reflexes in preschool children may integrate completely by the school age. However, Grzywniak [31] reports that in children with learning difficulties, reflex activity increases with age (and there is no spontaneous integration). In response to the above question posed by the researchers, it is necessary to state that special attention should be paid to children with increased activity of primary reflexes and specific sensorimotor, emotional, or educational difficulties. Based on own research, it can also be concluded that if the child's reflexes do not integrate automatically with age, their motor skills will not develop properly.

4.3. APRs Integrating Therapies

It is worth noting that researchers dealing with primary reflexes have developed strategies and exercises that integrate reflexes. The best-known strategies and techniques proposed by Swietlane Masgutowa [32] and Sally Goddard-Blythe [5,33] have been researched so far. Few studies describe interventions in the form of exercise programs or techniques to extinguish active primal reflexes. Goddard's research has shown that appropriate movement exercises positively affect the integration of primary reflexes in preschool and school-age children [5]. The exercises are programmed to allow the child to repeatedly experience movement patterns as opposed to those generated by non-integrated reflexes. These exercises improve balance and coordination skills and proprioception (a sense of their own body in space). Grzywniak reported the same finding in her research [34]. Grigg et al. [35] describe the positive effects of using the Rhythmic Movement Training by parents to integrate primary reflexes in children aged 7–12. Melillo et al. [36], in a study of ADHD patients, observed a significant improvement in reflex reduction and improvement in motor and cognitive functions after using a 12-week training program. In a study by Wagh et al. [37], children aged 12–24 m with confirmed CP also exhibited strongly expressed primitive reflexes. Researchers showed that a specific reflex-quenching program lasting six weeks in such children also resulted in improvement, as demonstrated by the HINE test (clinical neurological examination to assess the motor development of infants). In all interventions, after using techniques integrating the primary reflexes, improvements in reflex retesting and motor function tested using various tests were noted.

4.4. Motor Skills of Preschool Children

Our research shows that the most difficult test to perform from the MOT 4–6 set of tasks was carrying the balls from one box to another (No. 6)—87.5% failed the test and reverse balance (No. 7)—85.7% of children did not receive any point for this task. The easiest task was to stand up and sit down with a ball (No. 16) and passing through a hoop (No. 10). Gieysztor's research [6] confirms that these two tests were the most difficult to perform for children in the preschool group, and task No. 16 was the easiest. Cools et al. [24] examined the distribution of test results in the MOT test in the group of preschool children. In our study, the children's MOT 4–6 mean performance was 16.7 (SD = 5.8). In Cools et al., mean performance was 19 (SD = 4.8), in Gieysztor—15 (SD = 4.7). Cools et al. and Gieysztor's studies on the distribution of children's performance were comparable to our research findings. Most children were in the "normal development" range (in Cools et al.—75%, Gieysztor—59%, our research—60%). In our research, 6.3% of children were classified under "altered development" (in Cools et al.—4%, Gieysztor—9%). In our research, "very good development" was found in over 6%; in Cools et al.—1%; and Gieysztor—3%. In Cools et al. and Gieysztor's research, no child obtained an "accelerated development" result. In our study, this result was found in 1.8% of cases. There is a tendency for the number of children with the normal result to decrease toward the extreme ones. Perhaps it is the effect of the increasingly limited spontaneous activity of children toward a stationary way of spending free time. It also appears that in recent years the availability of additional sports activities, where even very young children can significantly improve their motor skills, has increased. Reference to motor performance could be expanded in a study considering the analysis of other correlates such as time spent at home in front of a computer/smartphone and participation in extra-curricular activities focused on physical activity. However, this is an issue that should be addressed in a separate article, due to the fact that the context of the issue is too broad. Preedy's [38] research on the motor skills of preschool children showed that poor physical development impacts readiness for school, learning achievement, behavior, and social development.

4.5. APRs and Motor Skills Related to Gender and BMI

The GLM test shows that gender and the interaction gender and age had an insignificant effect on motor performance. The Mann–Whitney U analysis showed no relationship between gender and the level of reflex integration. Hickey's [1] research shows that males demonstrated more reflex activity than females in most examined reflexes. Pecuch [12] compared the data between girls and boys. In the total score of the reflex examination, girls showed a higher degree of integration. In Gieysztor's [6,17] research, girls also obtained scores indicating a higher level of reflex integration and better motor skills. According to the authors of the MOT test based on population studies, there is no need for a separate norm in the assessment of motor performance for boys and girls in preschool-age [39]. Due to the lack of significant differences between the sexes in total motor activity, these tests are used for boys and girls on the same scale. However, based on the research, there is a tendency to obtain a higher index of reflexes integration and motor fitness by girls.

The index of physical fitness and the level of reflexes did not correlate significantly with the BMI of children. Moreover, Gieysztor [6], who tested the level of reflexes and motor performance of children with the MOT test, did not report such dependencies. It seems reasonable because parameters such as BMI appear to have a greater impact on aspects of physical fitness such as strength or speed, not parameters related to balance and coordination.

5. Conclusions

A relationship between APRs and motor skills shows that the presence of active primary reflexes in preschool children can and should be an indicator of neuromotor development. APRs are expected to become integrated with age parallel to motor skills development. It has been shown that the older the child and the lower reflex activity, the

score of the child's motor skills is higher. However, when the process of spontaneously integrating reflexes is not run properly, it may disturb other areas of the child's functioning in terms of acquiring motor skills (related to balance and coordination), education, and social life.

An important piece of information for persons who work with children is the fact that there are methods of therapeutic work on the integration of reflexes. Screening for APRs among children may be helpful in selecting appropriate integrating exercises at preschool or during individual therapy. It provides a chance to reduce the activity of reflexes and thus improve the balance and coordination of children resulting in better use of their educational potential and the ability to self-regulate emotional processes and social behavior. Evidence-based research to address the problem of primary reflexes in children should be the focus of research for scientists in various fields.

Author Contributions: Conceptualization, A.P. and E.G.; methodology, A.P. and E.G.; software, A.P., E.W. and M.T.; validation, M.P.-B.; formal analysis, A.P. and E.G.; investigation, A.P., E.G. and E.W.; resources, M.P.-B.; data curation, A.P., E.W. and E.G.; writing—original draft preparation, A.P.; writing—review and editing, A.P., E.W. and E.G.; visualization, A.P.; supervision, M.P.-B.; project administration, A.P. and E.G.; funding acquisition, M.P.-B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: The presented research results were carried out with the funds with the number REZD.E000.21.003 and SUB.E060.21.001.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Medical University's Ethics Committee (approval number KB-626/2018).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data supporting reported results can be obtained directly from the correspondent author who deals with data storage.

Acknowledgments: The authors gratefully acknowledge the teachers, parents, and children who participated in the study.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- Hickey, J.; Feldhacker, D.R. Primitive reflex retention and attention among preschool children. *J. Occup. Ther. Sch. Early Interv.* **2021**. [[CrossRef](#)]
- Zafeiriou, D.I. Primitive reflexes and postural reactions in the neurodevelopmental examination. *Pediatr. Neurol.* **2004**, *31*, 1–8. [[CrossRef](#)]
- De Jager, M. *Sequence of Primitive Reflexes in Development*; Mind Moves Institute: Johannesburg, South Africa, 2009.
- Sigafoos, J.; Roche, L.; O'Reilly, M.F.; Lancioni, G.E. Persistence of Primitive Reflexes in Developmental Disorders. *Curr. Dev. Disord. Rep.* **2021**. [[CrossRef](#)]
- Goddard Blythe, S.; Duncombe, R.; Preedy, P.; Gorely, T. Neuromotor readiness for school: The primitive reflex status of young children at the start and end of their first year at school in the United Kingdom. In *Education 3-13: International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*; Taylor&Francis Online: London, UK, 2021. [[CrossRef](#)]
- Gieysztor, E.Z.; Choińska, A.M.; Paprocka-Borowicz, M. Persistence of primitive reflexes and associated motor problems in health preschool children. *Arch. Med. Sci. AMS* **2018**, *14*, 167. [[CrossRef](#)]
- Gieysztor, E.Z.; Pecuch, A.; Kowal, M.; Borowicz, W.; Paprocka-Borowicz, M. Pelvic Symmetry Is Influenced by Asymmetrical Tonic Neck Reflex during Young Children's Gait. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 4759. [[CrossRef](#)]
- Kawakami, M.; Liu, M.; Otsuka, T.; Wada, A.; Uchikawa, K.; Aoki, A.; Otaka, Y. Asymmetrical skull deformity in children with Cerebral Palsy: Frequency and correlation with postural abnormalities and deformities. *J. Rehabil. Med.* **2013**, *45*, 149–153. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Chandradasa, M.; Rathnayake, L. Retained primitive reflexes in children, clinical implications and targeted home-based interventions. *Nurs. Child. Young People* **2021**, *33*. [[CrossRef](#)]
- Bilbilaj, S.; Gijpali, A.; Shkurti, F. Measuring Primitive Reflexes in Children with Learning Disorders. *Eur. J. Multidiscip. Stud.* **2017**, *2*, 285–298. [[CrossRef](#)]
- McPhillips, M.; Sheehy, N. Prevalence of persistent primary reflexes and motor problems in children with reading difficulties. *Dyslexia* **2004**, *10*, 316–338. [[CrossRef](#)]

12. Pecuch, A.; Gieysztor, E.Z.; Telenga, M.; Wolańska, E.; Kowal, M.; Paprocka-Borowicz, M. Primitive reflex activity in relation to the sensory profile in healthy preschool children. *Int. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 8210. [[CrossRef](#)]
13. Goddard-Blythe, S. *Attention, Balance and Coordination: The A.B.C of Learning Success*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2009.
14. Konicarova, J.; Bob, P.; Raboch, J. Persisting Primitive Reflexes in Medication-Naïve Girls with Attention-Deficit and Hyperactivity Disorder. *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* **2013**, *9*, 1457. [[CrossRef](#)]
15. McPhillips, M.; Jordan-Black, J.N. Primary reflex persistence in children with reading difficulties (dyslexia): A cross-sectional study. *Neuropsychologia* **2007**, *45*, 748–754. [[CrossRef](#)]
16. Taylor, M.; Houghton, S.; Chapman, E. Primitive reflexes and attention-deficit/hyperactivity disorder: Developmental origins of classroom dysfunction. *Int. J. Spec. Educ.* **2004**, *19*, 23–37.
17. Gieysztor, E.Z.; Sadowska, L.; Choińska, A.M. The degree of primitive reflexes integration as a diagnostic tool to assess the neurological maturity of healthy preschool and early school age children. *Pielęgniarstwo Zdr. Publiczne Nurs. Public Health* **2017**, *7*, 5–11. [[CrossRef](#)]
18. Grzywniak, C. The effect of the form of persistent trace reflexes to rise the difficulties of school. *Szk. Spec.* **2010**, *2*, 98–112.
19. Goddard-Blythe, G. Releasing Educational Potential through Movement: A Summary of Individual Studies Carried out Using the INPP Test Battery and Developmental Exercise Programme for use in Schools with Children with Special Needs. *Child Care Pract.* **2005**, *11*, 415–432. [[CrossRef](#)]
20. Demyi, A.; Kalembe, A.; Lorent, M.; Pecuch, A.; Wolańska, E.; Telenga, M.; Gieysztor, E.Z. A Child's Perception of Their Developmental Difficulties in Relation to Their Adult Assessment. Analysis of the INPP Questionnaire. *J. Pers. Med.* **2020**, *10*, 156. [[CrossRef](#)]
21. Blythe, S.G. *Neuromotor Immaturity in Children and Adults: The INPP Screening Test for Clinicians and Health Practitioners*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2015.
22. Zimmer, R.; Volkamer, M. *Motor Skills Test for 4–6 Yearsold Children*; Beltz: Weinheim, Germany, 1987.
23. Hazzaa, N.; Shalaby, A.; Hassanein, S.; Naeem, F.; Khattab, A.; Metwally, N. Assessment of balance functions and primitive reflexes in children with learning disability. *Ain Shams Med. J.* **2021**, *72*, 97–103. [[CrossRef](#)]
24. Cools, W.; De Martelaer, K.; Vandaele, B. Assessment of movement skill performance in preschool children: Convergent validity between MOT 4–6 and M-ABC. *J. Sports Sci. Med.* **2010**, *9*, 597. [[PubMed](#)]
25. Gieysztor, E.; Sadowska, L.; Choińska, A.; Paprocka-Borowicz, M. Trunk rotation due to persistence of primitive reflexes in early school age children. *Adv. Clin. Exp. Med.* **2018**, *27*, 363–366. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Alibakhshi, H.; Salmani, M.; Ahmadizadeh, Z.; Siminghalam, M. Relationship between primitive reflexes and fine motor skills in children with specific learning disorders. *Koomesh* **2018**, *20*, 478–483.
27. Matuszkiewicz, M.; Gałkowski, T. Developmental Language Disorder and Uninhibited Primitive Reflexes in Young Children. *J. Speech Lang. Hear. Res.* **2021**, *64*, 935–948. [[CrossRef](#)]
28. Accardo, P.J.; Barrow, W. Toe walking in autism: Further observations. *J. Child. Neurol.* **2015**, *30*, 606–609. [[CrossRef](#)]
29. Sohn, M.; Ahn, Y.; Lee, S. Assessment of primitive reflexes in high-risk newborns. *J. Clin. Med. Res.* **2011**, *3*, 285. [[CrossRef](#)]
30. Bruijn, S.M.; Massaad, F.; Maclellan, M.J.; Van Gestel, L.; Ivanenko, Y.P.; Duysens, J. Are effects of the symmetric and asymmetric tonic reflexes still visible in healthy adults? *Neurosci. Lett.* **2013**, *556*, 89–92. [[CrossRef](#)]
31. Grzywniak, C. Role of early-childhood reflexes in psychomotor development of a child, and in learning. *Acta Neuropsychol.* **2016**, *14*, 113–129. [[CrossRef](#)]
32. Pilecki, W.; Masgutova, S.; Kowalewska, J.; Masgutov, D.; Akhmatova, N.; Poreba, M.; Sobieszcańska, M.; Koleda, P.; Pilecka, A.; Kałka, D. The Impact of Rehabilitation Carried out Using the Masgutova Neurosensorimotor Reflex Integration Method in Children with Cerebral Palsy on the Results of Brain Stem Auditory Potential Examinations. *Adv. Clin. Exp. Med.* **2012**, *21*, 363–371.
33. Goddard Blythe, S. *The Well Balanced Child: Movement and Early Learning*, 2nd ed.; Hawthorn Press: Stroud, UK, 2005.
34. Grzywniak, C. Integration exercise programme for children with learning difficulties who have preserved vestigial primitive reflexes. *Acta Neuropsychol.* **2017**, *15*, 241–256. [[CrossRef](#)]
35. Grigg, T.M.; Fox-Turnbull, W.; Culpan, I. Retained primitive reflexes: Perceptions of parents who have used Rhythmic Movement Training with their children. *J. Child Health Care* **2018**, *22*, 406–418. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Melillo, R.; Leisman, G.; Mualem, R.; Ornai, A.; Carmeli, E. Persistent Childhood Primitive Reflex Reduction Effects on Cognitive, Sensorimotor, and Academic Performance in ADHD. *Front. Public Health* **2020**, *8*, 684. [[CrossRef](#)]
37. Wagh, S.C.; Malawade, M.R.; Vardharajulu, G. Effect of Specific Reflex Integration Approach on Primitive Reflexes in Spastic Cerebral Palsy Children. *Int. J. Health Sci. Res.* **2019**, *9*, 87–93.
38. Preedy, P.; Duncombe, R.; Gorely, T. Physical development in the early years: The impact of a daily movement programme on young children's physical development. *Education* **2020**. [[CrossRef](#)]
39. Cools, W.; De Martelaer, K.; Samaey, C.; Andries, C. Movement skill assessment of typically developing preschool children: A review of seven movement skill assessment tools. *J. Sports Sci. Med.* **2009**, *8*, 154. [[PubMed](#)]

Wrocław, 17.11.2021

Prof. dr hab. n. med. Małgorzata Paprocka-Borowicz
Zakład Rehabilitacji w Dysfunkcji Narządu Ruchu
Katedra Fizjoterapii
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 2
50-355 Wrocław

Oświadczenie o współautorstwie

Oświadczam iż w poniżej wymienionych pracach mój udział polegał na:

1. Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, Marlena Telenga, Ewelina Wolańska, Mateusz Kowal, **Małgorzata Paprocka-Borowicz**: *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children*.
International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17, 8210;
doi:10.3390/ijerph17218210

nadzorze i opiece merytorycznej w powstawaniu koncepcji pracy oraz na ostatecznym zatwierdzeniu jej formy i treści.

2. Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, Ewelina Wolańska, Marlena Telenga, **Małgorzata Paprocka-Borowicz**: *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children*.

Brain Sciences, 2021, 11, 967. doi.org/10.3390/brainsci11080967

nadzorze i opiece merytorycznej w powstawaniu koncepcji pracy oraz na ostatecznym zatwierdzeniu jej formy i treści.

M. Paprocka-Borowicz

Wrocław, 16.09.2021

Dr n. o zdr. Ewa Gieysztor
Zakład Klinicznych Podstaw Fizjoterapii
Katedra Fizjoterapii
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 2
50-355 Wrocław

Oświadczenie o współautorstwie

Oświadczam iż w poniżej wymienionych pracach mój udział polegał na:

1. Anna Pecuch, **Ewa Gieysztor**, Marlena Telenga, Ewelina Wolańska, Mateusz Kowal, Małgorzata Paprocka-Borowicz: *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children*.
International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17, 8210;
doi:10.3390/ijerph17218210

nadzorze przy opracowaniu koncepcji badań i pracy, pomocy w prowadzeniu badań klinicznych, nadzorze w opracowaniu danych oraz analizie statystycznej, pomocy w interpretacji wyników, zatwierdzeniu koncepcji pracy i jej ostatecznej formy i treści.

2. Anna Pecuch, **Ewa Gieysztor**, Ewelina Wolańska, Marlena Telenga, Małgorzata Paprocka-Borowicz: *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children*.
Brain Sciences, 2021, 11, 967. doi.org/10.3390/brainsci11080967

nadzorze przy opracowaniu koncepcji badań i pracy, pomocy w prowadzeniu badań klinicznych, nadzorze w opracowaniu danych oraz analizie statystycznej, pomocy w interpretacji wyników, zatwierdzeniu koncepcji pracy i jej ostatecznej formy i treści.

dr n. o zdr. Ewa GIEYSZTOR



fizjoterapeuta

nr prawa wyk. zawodu: 52847

Wrocław, 16.09.2021

Mgr Ewelina Wolańska
Zakład Propedeutyki Pediatrii i Chorób Rzadkich
Katedra Pediatrii
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 2
50-355 Wrocław

Oświadczenie o współautorstwie

Oświadczam iż w poniżej wymienionych pracach mój udział polegał na:

1. Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, Marlena Telenga, **Ewelina Wolańska**, Mateusz Kowal, Małgorzata Paprocka-Borowicz: *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children*.
International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17, 8210;
doi:10.3390/ijerph17218210

pomocy w prowadzeniu badań klinicznych, pomocy w opracowaniu danych, pomocy w interpretacji wyników, korekcie pracy przed złożeniem do druku.

2. Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, **Ewelina Wolańska**, Marlena Telenga, Małgorzata Paprocka-Borowicz: *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children*.
Brain Sciences, 2021, 11, 967. doi.org/10.3390/brainsci11080967

pomocy w prowadzeniu badań klinicznych, pomocy w opracowaniu danych, pomocy w interpretacji wyników, korekcie pracy przed złożeniem do druku.

Ewelina Wolańska

Wrocław, 16.09.2021

Marlena Telenga
Katedra Fizjoterapii
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 2
50-355 Wrocław

Oświadczenie o współautorstwie

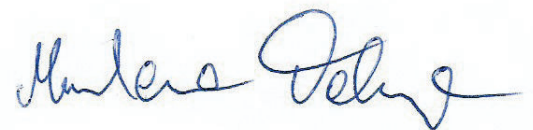
Oświadczam iż w poniżej wymienionych pracach mój udział polegał na:

1. Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, **Marlena Telenga**, Ewelina Wolańska, Mateusz Kowal, Małgorzata Paprocka-Borowicz: *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children*.
International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17, 8210;
doi:10.3390/ijerph17218210

pomocy w prowadzeniu badań klinicznych, pomocy w opracowaniu danych, korekcie pracy przed złożeniem do druku.

2. Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, Ewelina Wolańska, **Marlena Telenga**, Małgorzata Paprocka-Borowicz: *Primitive Reflex Activity in Relation to Motor Skills in Healthy Preschool Children*.
Brain Sciences, 2021, 11, 967. doi.org/10.3390/brainsci11080967

pomocy w prowadzeniu badań klinicznych, pomocy w opracowaniu danych, korekcie pracy przed złożeniem do druku.



Wrocław, 16.09.2021

Dr n. o zdr. Mateusz Kowal
Zakład Fizjoterapii
Katedra Fizjoterapii
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 2
50-355 Wrocław

Oświadczenie o współautorstwie

Oświadczam iż w poniżej wymienionych pracach mój udział polegał na:

- Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, Marlena Telenga, Ewelina Wolańska, **Mateusz Kowal**, Małgorzata Paprocka-Borowicz: *Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children.*

International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17, 8210; doi:10.3390/ijerph17218210

pomocy technicznej i merytorycznej w prowadzeniu badań klinicznych.

Handwritten signature of Mateusz Kowal in blue ink.

KOMISJA BIOETYCZNA
przy
Uniwersytecie Medycznym
we Wrocławiu
ul. Pasteura 1; 50-367 WROCLAW

OPINIA KOMISJI BIOETYCZNEJ Nr KB – 626/2018

Komisja Bioetyczna przy Uniwersytecie Medycznym we Wrocławiu, powołana zarządzeniem Rektora Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu nr 133/XV R/2017 z dnia 21 grudnia 2017 r. oraz działająca w trybie przewidzianym rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999 r. (Dz.U. nr 47, poz. 480) na podstawie ustawy o zawodzie lekarza z dnia 5 grudnia 1996 r. (Dz.U. nr 28 z 1997 r. poz. 152 z późniejszymi zmianami) w składzie:

dr hab. Jacek Daroszewski (endokrynologia, diabetologia)
prof. dr hab. Krzysztof Grabowski (chirurgia)
dr Henryk Kaczkowski (chirurgia szczękowa, chirurgia stomatologiczna)
mgr Irena Knabel-Krzyszowska (farmacja)
prof. dr hab. Jerzy Liebhart (choroby wewnętrzne, alergologia)
ks. dr hab. Piotr Mrzygłód (duchowny)
mgr Luiza Müller (prawo)
dr hab. Sławomir Sidorowicz (psychiatria)
dr hab. Leszek Szenborn (pediatria, choroby zakaźne)
Danuta Tarkowska (pielęgniarstwo)
prof. dr hab. Anna Wiela-Hojeńska (farmakologia kliniczna)
dr hab. Andrzej Wojnar (histopatologia, dermatologia) przedstawiciel Dolnośląskiej Izby Lekarskiej)
dr hab. Jacek Zieliński (filozofia)

pod przewodnictwem
prof. dr hab. Jana Kornafela (ginekologia i położnictwo, onkologia)

Przestrzegając w działalności zasad Good Clinical Practice oraz zasad Deklaracji Helsińskiej, po zapoznaniu się z projektem badawczym pt.

„Ocena sensomotoryczna oraz obecności odruchów przetrwałych u dzieci z zaburzeniami integracji sensorycznej”

zgłoszonym przez **mgr fizjoterapii Annę Pecuch** uczestniczkę studiów doktoranckich w Zakładzie Rehabilitacji w Dysfunkcjach Narządy Ruchu Katedry Fizjoterapii Wydziału Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu oraz złożonymi wraz z wnioskiem dokumentami, w tajnym głosowaniu postanowiła wyrazić zgodę na przeprowadzenie badania w Oddziale Fundacji „Promyk Słońca” Centrum Diagnostyczno-Rehabilitacyjnym we Wrocławiu oraz w Przedszkolu Integracyjnym nr 125 im. Janusza Korczaka we Wrocławiu pod nadzorem dr hab. Małgorzaty Paprockiej-Borowicz, prof. nadzw. **pod warunkiem zachowania anonimowości uzyskanych danych.**

Uwaga: Badanie to zostało objęte ubezpieczeniem odpowiedzialności cywilnej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu z tytułu prowadzonej działalności:

Pouczenie: W ciągu 14 dni od otrzymania decyzji wnioskodawcy przysługuje prawo odwołania do Komisji Odwoławczej za pośrednictwem Komisji Bioetycznej UM we Wrocławiu

Opinia powyższa dotyczy: projektu badawczego będącego podstawą rozprawy doktorskiej

Wrocław, dnia **13** listopada 2018 r.

BW

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu
KOMISJA BIOETYCZNA
przewodniczący
prof. dr hab. Jan Kornafel

X. DOROBEK NAUKOWY

Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, Ewelina Wolańska, Marlena Telenga, Małgorzata Paprocka-Borowicz. Primitive reflex activity in relation to motor skills in healthy preschool children.

Brain Sciences 2021 Vol.11 no.8 art.967

Pkt. IF 3,394 MEiN:100.00

Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, Marlena Telenga, Ewelina Wolańska, Mateusz Kowal, Małgorzata Paprocka-Borowicz.: Primitive Reflex Activity in Relation to the Sensory Profile in Healthy Preschool Children.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020 Vol.17 no.21 art.8210

Pkt. IF 3,390 MEiN:140.00

Alina Demiy, Agata Kalemba, Maria Lorent, **Anna Pecuch**, Ewelina Wolańska, Marlena Telenga, Ewa Gieysztor.: A child's perception of their developmental difficulties in relation to their adult assessment. Analysis of the INPP questionnaire.

Journal of Personalized Medicine, 2020 Vol.10 no.4 art.156

Pkt. IF 4,945 MEiN:70.00

Ewa Gieysztor, **Anna Pecuch**, Mateusz Kowal, Wojciech Borowicz, Małgorzata Paprocka-Borowicz.: Pelvic symmetry is influenced by asymmetrical tonic neck reflex during young children's gait.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020 Vol.17 no.13 art.4759

Pkt. IF 3,390 MEiN:70.00

Anna Pecuch, Anna Kołcz-Trzęsicka, Anna Żurowska, Małgorzata Paprocka-Borowicz.: Ocena zaburzeń psychomotorycznych u dzieci w wieku 4-6 lat za pomocą testów Sally Goddard Blythe (Psychomotor disorders assesment in 4-6 year-old children with INPP test battery).

Pielęgniarstwo i Zdrowie Publiczne, 2018 Vol.8 nr 1 s.11-20

MEiN:5

Ewa Gieysztor, Paulina Kurzaj , Anna Maria Choińska, Mateusz Kowal, **Anna Pecuch**, Wojciech Borowicz, Małgorzata Paprocka-Borowicz.: Perception of sensory impressions in children from music classes and their peers from general classes in Poland - a comparison.

Physiotherapy Quarterly, 2019 Vol.27 no.4 s.26-30

MEiN:70

Ewa Gieysztor, Anna Maria Choińska, Mateusz Kowal, **Anna Pecuch**, Wojciech Borowicz, Małgorzata Paprocka-Borowicz.: The level of primitive reflex integration in children who play a musical instrument.

Pediatrics Polska, 2019 T.94 nr 5 s.293-298

MNiSW:100

Ewa Gieysztor, **Anna Pecuch**, Marlena Telenga, Ewelina Wolańska, Mateusz Kowal.: Niezgrabność ruchowa dzieci z niewyhamowanymi odruchami pierwotnymi - analiza chodu. Implikacje społeczne (Motor clumsiness in group of children with uninhibited primitive reflexes - gait analysis. Social implication).

Miejsce osób niepełnosprawnych w przestrzeni społecznej : monografia Wrocław 2019, Polskie Towarzystwo Walki z Kalectwem Oddział Wojewódzki we Wrocławiu, s.67-81

MNiSW: 5

Anna Pecuch, Ewa Gieysztor, Marlena Telenga, Ewelina Wolańska, Mateusz Kowal, Małgorzata Paprocka-Borowicz.: Zaburzenia sensoryczne u dzieci w wieku przedszkolnym w świetle obecności niewygaszonych odruchów przetrwałych, jako element trudności w nawiązywaniu relacji rówieśniczych (Sensory disorders in preschool children in the light of the presence of nointegrated persistent reflexes, as part of the difficulty in establishing peer relationships).

Miejsce osób niepełnosprawnych w przestrzeni społecznej : monografia Wrocław 2019, Polskie Towarzystwo Walki z Kalectwem Oddział Wojewódzki we Wrocławiu, s.52-66

MNiSW: 5

Anna Kołcz-Trzęsicka, Izabela Witzak, Piotr Karniej, **Anna Pecuch**, Łukasz Rypicz.: Evaluation of the symmetry of lower limbs symmetry loading and body composition as elements of monitoring of health-related behaviours among professionally active nurses.

Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018). [Florence, Italy, August 26-30 2018]. Vol.1: Healthcare ergonomics Cham 2019, Springer, s.498-510

MNiS: 20