

Lek. Barbara Dobies-Krześniak

**Nadruchomość stawów oraz lateralizacja stronna jako
predyktory bocznego skrzywienia kręgosłupa**

**Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki medyczne**

Promotor: dr hab. Beata Tarnacka prof. nadzw. NIGRiR

Klinika Rehabilitacji



Obrona rozprawy doktorskiej przed Radą Dyscypliny Nauk Medycznych
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Warszawa 2022

Słowa kluczowe: skolioza idiopatyczna, skrzywienie boczne kręgosłupa, postawa, krzywizny kręgosłupa, nadruchość stawów, niestabilność stawów, skala Beightona, lateralizacja, dominacja stronna, stronność, ręczność

Keywords: scoliosis, posture, spinal curvatures, joint hypermobility, joint laxity, joint instability, Beighton score, laterality, side dominance, sidedness, handedness

WYKAZ PUBLIKACJI STANOWIĄCYCH PRACĘ DOKTORSKĄ:

1. **Dobies-Krześniak, B. K.**, Tarnacka, B., Werblińska, A. (2022). Joint hypermobility in school-aged children and adolescents with idiopathic scoliosis – A chance for more accurate screening? *Ann Agric Environ Med.*, 29(3), 433-437.

<https://doi.org/10.26444/aaem/150010>

Impact Factor 1,603

MNiSW 100 pkt

2. **Dobies-Krześniak B**, Werblińska A, Tarnacka B. Lateralization Direction, Strength, and Consistency in Juvenile and Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Case Control Pilot Study. *Symmetry*. 2022; 14(5):888.

<https://doi.org/10.3390/sym14050888>

Impact Factor 2,940

MNiSW 70 pkt

Łącznie:

Impact Factor 4,543

MNiSW 170 pkt

SPIS TREŚCI

1. WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW	5
2. STRESZCZENIE.....	6
3. SUMMARY.....	8
4. WSTĘP.....	10
4.1 Skrzywienie boczne kręgosłupa- skolioza idiopatyczna.....	10
4.2 Nadruchość stawowo- więzadłowa.....	11
4.3 Lateralizacja stronna.....	12
4.4 Osiągnięcie naukowe na tle dotychczasowego stanu wiedzy i nowatorski aspekt badania.....	12
4.5 Uzasadnienie połączenia wskazanych publikacji w jeden cykl.....	13
5. CEL PRACY.....	14
6. KOPIE PUBLIKOWANYCH PRAC.....	15
7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	27
8. OPINIA KOMISJI BIOETYCZNEJ.....	28
9. OŚWIADCZENIA WSPÓLAUTORÓW.....	29
10. PIŚMIENNICTWO.....	33
11. WYKAZ NARZĘDZI BADAWCZYCH UŻYTYCH DO PRACY.....	35
11.1 Skala Beightona	35
11.2 Inwentarz Lateralizacji Czynnościowej.....	36
11.3 Formularz świadomej zgody na udział i przetwarzanie danych w badaniu....	37
12. PODZIĘKOWANIA.....	38

1. WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW

JH	<i>Joint Hypermobility</i>	nadruchomość stawów
JHS	<i>Joint Hypermobility Syndrome</i>	zespół nadruchomości stawów
IS	<i>Idiopathic Scoliosis</i>	skolioza idiopatyczna
AIS	<i>Adolescent Idiopathic Scoliosis</i>	młodzieńcza skolioza idiopatyczna
LPI	<i>Lateral Preference Inventory</i>	inwentarz lateralizacji czynnościowej
MMP-3	<i>Matrix Metalloproteinase-3</i>	metaloproteinaza matrycowa-3
IL-6	<i>Interleukin-6</i>	interleukina- 6

2. STRESZCZENIE

Wprowadzenie: Skolioza idiopatyczna (*Idiopathic Scoliosis* - IS) jest radiologicznie potwierdzonym trójwymiarowym zniekształceniem kręgosłupa. Jako możliwe przyczyny IS wymienia się między innymi brak stabilności stawów kręgosłupa oraz asymetryczne obciążenie kręgosłupa. Nadruchomość stawów (*Joint Hypermobility* - JH) można rozpoznać w przypadku zwiększonego zakresu ruchomości stawów i braku chorób układowych. Badanie JH jest proste i opiera się zwykle na skali Beightona. Preferencja stronna może być również ustalona orientacyjnie poprzez szybkie i proste badanie. Nie można jednak wskazać jednego, preferowanego wśród badaczy narzędzia oceniającego lateralizację. Prostota wykonania tych badań sprzyja szybkiej diagnozie JH oraz określeniu cech lateralizacji i może wspomóc proces identyfikacji dzieci z potencjalnie podwyższonym ryzykiem rozwoju IS.

Cel: Celem pracy była ocena częstości występowania JH u dzieci ze IS, analiza współwystępowania JH, właściwości IS, wieku, płci i dojrzałości kostnej u dzieci i młodzieży oraz ocena czy cechy lateralności mogą być związane z częstszym występowaniem IS.

Metody: Do badania zakwalifikowano 125 dzieci w wieku 7-18 lat (średnia $13,2 \pm 2$); zakres kąta Cobba 10° - 53° (średnia $24,3 \pm 11,7$), u których rozpoznano IS. Do określenia JH wykorzystano skalę Beightona. Grupę kontrolną stanowiło 83 ochotników. Sprawdzono związek JH z IS. W kolejnym etapie podsumowano częstość występowania JH w zależności od wieku, płci, ciężkości skrzywienia, liczby łuków skrzywienia bocznego kręgosłupa i zaawansowania objawu Rissera. Inwentarz Preferencji Czynnościowej (LPI- *Lateral Preference Inventory*) wypełniło 59 pacjentów z radiologicznie potwierdzoną IS (średni wiek 13 lat, 41 dziewczynek i 18 chłopców) oraz 55 dzieci i młodzieży z grupy kontrolnej (średni wiek 10,5 roku, 38 dziewczynek i 17 chłopców). Uzyskano informacje o kierunku, sile i jednorodności dominacji stronnej.

Dane ciągłe porównywano za pomocą testu t-Studenta lub testu U Manna-Whitneya. Dane kategoryczne porównywano testem chi-kwadrat lub testem Fishera. Wartość $p < 0,05$ uznawano za istotną statystycznie.

Wyniki: Nadruchomość stawowo-więzadłową rozpoznano u 64 (51,2%) pacjentów z rozpozną IS i u 34 (41%) dzieci z grupy kontrolnej. Stwierdzona różnica nie była istotna statystycznie ($p = 0,148$). Nie stwierdzono istotnych różnic w porównywanych podgrupach

grupy pacjentów z IS pod względem punktu odcięcia wielkości skrzywienia boczego wynoszącym 20 stopni, skrzywienia boczego jedno/dwułukowego, płci męskiej/żeńskej, punktu odcięcia wieku wynoszącym 13,2 lat oraz wyniku testu Rissera 0-2/3-5.

Grupy w badaniu lateralizacji różniły się istotnie pod względem wieku ($p < 0,001$) oraz zmiennych zależnych: wzrostu ($p < 0,001$) i wagi ($p < 0,001$). Analiza statystyczna związku cech lateralizacji z IS wykazała pewne tendencje, ale uzyskane wyniki nie były istotne statystycznie, zarówno dla kierunku, intensywności jak i spójności lateralizacji.

Wnioski: W niniejszej pracy wykazano, że dzieci z cechami JH nie mają statystycznie istotnie zwiększonego ryzyka występowania IS niż populacja. Związek między IS a lateralnością nie jest prostym związkiem przyczynowym. Obie zależności wymagają dalszych badań.

3. SUMMARY

Background: Idiopathic scoliosis (IS) is radiologically diagnosed tridimensional deviation of the spine. Lack of stability of the spinal joints and asymmetrical spinal load are mentioned as potential causes of IS. Joint hypermobility (JH) can be diagnosed in the case of increased range of joint mobility and the absence of systemic diseases. Hypermobility examination is simple and based typically on Beighton score. Lateral preference may also be obtained by quick and simple survey. Simplicity of those examinations could potentially help identify children at higher risk of developing IS.

Objectives: The aim of this study was to assess JH prevalence in children with IS and to analyze coincidence of JH with scoliosis features, age, gender, and bone maturity and to assess the hypothesis that functional laterality features are associated with IS incidence.

Methods: The study enrolled 125 children aged 7–18 years (mean 13.2 ± 2 ; Cobb angle range 10° – 53° ; mean 24.3 ± 11.7) diagnosed with IS. The Beighton scale was used to determine JH. The control group included 83 volunteers. The relationship between JH and IS was assessed. Secondly, JH prevalence according to age, gender, curve severity, number of curvatures and Risser sign in IS group was summarized. The Lateral Preference Inventory survey was performed by 59 patients with radiologically confirmed idiopathic scoliosis (mean age 13 years, 41 girls and 18 boys) and 55 controls (mean age 10.5 years, 38 girls and 17 boys). Direction, strength, and consistency of lateral dominance was obtained.

Continuous data were compared by Student's t-test or U Mann-Whitney test where appropriate. Categorical data were compared by chi-squared test and Fisher's exact test. Value $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results: JH was diagnosed in 64 (51.2%) IS patients and in 34 (41%) control group children. The difference found was not statistically significant ($p = 0.148$). No significant difference was found comparing IS subgroups with curve size cut-off point from 20 degrees, single/double curve scoliosis, male/female gender, age cut-off point 13,2 years of age, and Risser test score 0–2/3–5. Laterality groups were significantly different in terms of age ($p < 0.001$) and dependent variables: height ($p < 0.001$) and weight ($p < 0.001$). Statistical analysis showed some trends, but the results obtained were not statistically significant for all: direction, strength, and consistency of lateralization.

Conclusions: This study shows that children with JH features do not have a statistically significant increased risk of IS co-diagnosis. The relationship between scoliosis and laterality is not a simple causal relationship. Both relations need further investigation.

4. WSTĘP

4.1. Skrzywienie boczne kręgosłupa- skolioza idiopatyczna.

Skrzywienie boczne kręgosłupa jest definiowane jako trójwymiarowe zniekształcenie kręgosłupa. Ta trójwymiarowość zawiera w sobie skrzywienie boczne z kątem Cobba 10 stopni lub wyższym, rotację osiową i zaburzenie fizjologicznych krzywizn kręgosłupa. Do cech charakterystycznych tego zaburzenia należy także zniekształcenie kręgów (1,2). Deformacja może być określona jako wtórna, gdy jest związana ze znanym problemem medycznym takim jak wady wrodzone kręgosłupa, żeber czy zaburzenia wytwarzania kolagenu lub idiopatyczna (*Idiopathic Scoliosis* - IS), gdy nie ma zdefiniowanej przyczyny u poza tym względnie zdrowych osób (2). Częstość występowania młodzieńczej skoliozy idiopatycznej (*Adolescent Idiopathic Scoliosis* - AIS), czyli IS po raz pierwszy wykrytej u młodzieży 10-18 lat ma szeroki zakres od 0,93 do 12%, z wartością od 2 do 3% jako najczęściej powtarzającą się (2). IS częściej występuje u dziewcząt (z wyjątkiem niemowlęcej IS, gdzie dominuje płeć męska), przy czym stosunek ten wzrasta od 1,4:1 przy kącie Cobba pomiędzy 10 a 20 stopni skrzywienia do 7,2:1 dla wartości tego kąta powyżej 30 (3). Etiopatogeneza IS jest wciąż tematem poszukiwań. Rodzinne występowanie sugeruje etiologię genetyczną. Wśród możliwych przyczyn wymienia się nieprawidłowości w strukturze i funkcji receptora estrogenowego, syntezy mukopolisacharydów, lipoprotein, melatoniny oraz współistniejące zaburzenia funkcji płytek krwi i kolagenu. Najnowsze badania wskazują na kalmodulinę jako białko, które należy dogłębniej zbadać, gdyż łączy ona AIS, poziom melatoniny i funkcję płytek krwi. Inni badacze sugerują, że polimorfizmy promotora MMP-3 (*Matrix Metalloproteinase-3*- metaloproteinaza matrycowa-3) i IL-6 (*Interleukin-6* - interleukina- 6) lub zwiększona ekspresja niektórych genów kodujących białko palca cynkowego mogłyby być potencjalnymi markerami genetycznymi dla IS (2).

Poza czynnikami genetycznymi badacze od zawsze dopatrywali się wśród przyczyn powstawania IS także nieprawidłowości dotyczących biomechaniki kręgosłupa czy stawów obwodowych, a także asymetrii obciążeń i aktywności fizycznej (2). Nadruchość stawów, opóźnione dojrzewanie, asymetryczne obciążenie kręgosłupa, ustawienie kręgosłupa piersiowego w pozycji lordotycznej, czynniki związane ze wzrostem (większa wysokość ciała i prędkość wzrostu powyżej 2 cm na rok) oraz niski wskaźnik masy ciała są podejrzewane o odgrywanie roli w rozwoju skoliozy (4). W badaniach retrospektywnych Fadzian i wsp. podsumowali, że częstość występowania skolioz jest większa u młodzieży uczestniczącej

w zajęciach sportowych, takich jak taniec, balet, pływanie, tenis, tenis stołowy, hurling, rzut oszczepem, siatkówka i gimnastyka (4).

4.2 Nadruchość stawowo- więzadłowa

Hipermobilność stawów (*Joint Hypermobility - JH*) z założenia nie powinna być traktowana jako problem medyczny. Jest to cecha osobnicza, gdzie zakres ruchu stawów przekracza normę dla wieku, płci i pochodzenia etnicznego przy braku choroby systemowej uzasadniającej taką cechę (5). Nadruchość stawów może być uznana za korzystną, gdyż jest pozytywnym czynnikiem selekcyjnym dla wielu aktywności, takich jak trening baletu, gimnastyki, akrobatyki czy jogi. Jest również korzystna dla muzyków, graczy w krykieta, płotkarzy, pływaków i nurków (6). Cechy patologii towarzyszące JH obejmujące dolegliwości mięśniowo-szkieletowe oraz dolegliwości z innych układów bez spełnienia kryteriów choroby ogólnoustrojowej, pozwalają rozpoznać zespół hipermobilności stawów (*Joint Hypermobility Syndrome- JHS*) (7).

Częstość występowania JH waha się od 2% do 57% w zależności od wieku, płci, pochodzenia etnicznego i rasy. Częściej występuje u osób młodych, kobiet i u osób pochodzenia azjatyckiego (8, 9). W populacjach dzieci europejskich częstość występowania JH oscyluje w granicach od 15 do 20% (9).

Występowanie JH koreluje pozytywnie z bólami stawowymi (głównie kolan, stóp i kręgosłupa), zaburzeniami postawy i stopami płasko-koślawymi. W badaniach stwierdzono częstsze występowanie JH u dzieci i młodzieży ze IS (10).

Do weryfikacji obecności JH powszechnie używana jest skala Beightona (*Beighton Score - BS*) która ocenia zdolność do wykonywania przez badanego wybranych manewrów różnych stawów przekraczających typowy zakres ruchomości (11). Maksymalna do uzyskania ilość punktów w tej skali to 9. Wartość 4 punkty lub więcej jest uważana za pozytywną dla JH. Niejednokrotnie badacze próbowali zmieniać wartość punktową odcięcia pozytywnego rozpoznania JH u dzieci (zwłaszcza dziewczynek), podnosząc ją do wartości 5, 6 lub nawet 7 punktów. Naukowcy badający JH potwierdzają, że skala Beightona jest właściwym narzędziem do stosowania u dzieci w przypadku, gdy używany jest goniometr (12).

4.3 Lateralizacja stronna

Ciało człowieka zbudowane jest na zasadzie symetrii bocznej. Istnieją wyjątki od tej zasady zarówno w budowie ciała, jak i w funkcjach poszczególnych narządów. Zazwyczaj występuje wyraźny podział funkcji pomiędzy stronami ciała. Lateralnością lub dominacją stronną określa się wyraźną przewagę jednej strony ciała nad drugą w zakresie użyteczności, precyzji i koordynacji (13).

Lateralność jest cechą, która rozwija się stopniowo wraz z wiekiem i ogólnym rozwojem motorycznym. Ostateczna dominacja strony sensorycznej i motorycznej ustala się około 7 roku życia (13). Częstość występowania leworęczności określana jest od 1 do 30% w zależności od wieku, płci, sposobu określania ręczności i cech socjogeograficznych badanej grupy (14).

Badanie preferencji lateralnych jest pośrednim sposobem poznania organizacji półkulowej oraz asymetrii funkcji poznawczych i czuciowo-ruchowych (15).

Nauka wymaga precyzji w definiowaniu zjawisk oraz aktualnych i sprawdzonych narzędzi badawczych. Istnieje wiele definicji lateralności, a często nawet pojedyncza definicja pozostawia pole do pewnych interpretacji (14). Dlatego w mojej pracy starałam się uwzględnić większość, jeśli nie wszystkie sposoby rozumienia lateralności. Rekomendacje międzynarodowe mówią o przewadze narzędzi wieloelementowych zawierających kategorie „prawo”, „lewo”, „bez preferencji”. Inwentarz Lateralizacji Czynnościowej (Lateral Preference Inventory - LPI) wybrany do tego badania spełnia wspomniane kryteria (16-17).

Asymetryczne obciążenie kręgosłupa związane z preferencją stronną jest często podkreślane jako pasywny czynnik przyczyniający się do patogenezy IS (2), choć nie ma zgodności co do tego, czy występowanie IS jest bezpośrednio związane ze stroną i siłą dominacji stronnej (18-24). Ponadto brak jest literatury dotyczącej związku pomiędzy skrzyżowaną lateralnością a IS. Skrzyżowaną lateralność można rozpoznać u osób, u których dominujące kończyny lub narządy zmysłu znajdują się po przeciwnych stronach ciała (13). Właściwość ta wymaga intensywnej współpracy między półkulami mózgu i może przyczyniać się do zaburzeń równowagi funkcjonalnej (13).

4.4. Osiągnięcie naukowe na tle dotychczasowego stanu wiedzy i nowatorski aspekt badania

Praca doktorska spełnia nowatorskie aspekty w zakresie:

(i) metodyki badania

Niniejsze badanie jest pierwszym badaniem oceniającym wzajemną zależność cech osobniczych takich jak obecność nadruchości stawowo-więzadłowej oraz lateralizacji stronnej z występowaniem potwierdzonej radiologicznie skoliozy. Jest to również jedyne badanie oceniające lateralność kończyny górnej, kończyny dolnej, wzroku i słuchu za pomocą kwestionariusza wieloelementowego. Ponadto nowatorskim aspektem badania jest także ocena wpływu skrzyżowania lateralizacji na powstanie IS.

(ii) interdyscyplinarnego charakteru badania

Badanie ma w zamyśle pomóc w uzyskaniu wiedzy przydatnej dla wielu specjalistów pracujących z dziećmi. Zarówno lekarze różnych specjalności: rehabilitacji medycznej, ortopedii, pediatrii czy medycyny rodzinnej jak i fizjoterapeuci, terapeuci zajęciowi, czy psychologowie mający kontakt z dziećmi w poradniach psychologiczno- pedagogicznych mogą być zainteresowani wynikami tej pracy. Dla każdego z wymienionych specjalistów możliwość stosunkowo prostego zaszeregowania dzieci do grupy bardziej narażonej na rozwój IS ułatwiłaby wczesną identyfikację i pilniejszą obserwację grupy ryzyka. Wskazanie cech osobniczych korelujących pozytywnie z częstością występowania IS umożliwiłoby wprowadzenie ewentualnych zindywidualizowanych działań prewencyjnych i racjonalizację wykorzystania środków finansowych w ramach programów profilaktyki wad postawy.

4.5 Uzasadnienie połączenia wskazanych publikacji w jeden cykl

Cechy osobnicze mogące mieć wpływ na częstość pojawiania się zmian w postawie dzieci analizowane w moich badaniach to nadruchość stawowo-więzadłowa oraz cechy lateralizacji stronnej. Zarówno obecność JH jak i niestandardowe cechy lateralizacji stronnej u dzieci i młodzieży w obserwacji klinicznej i teoretycznych rozważaniach może wpływać na pojawienie się zaburzenia równowagi biomechanicznej i tym samym na zwiększenie częstości występowania wad postawy i IS. Aby zobiektywizować te obserwacje konieczne było przeprowadzenie badań umożliwiających weryfikację tych teorii.

Badania ujęte w cyklu publikacji są częścią jednego projektu badawczego pogłębiającego wiedzę o czynnikach mogących wpływać na częstość występowania wad postawy i IS u dzieci i młodzieży.

5. CEL PRACY

Celami przeprowadzonego oryginalnego badania było uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

- (i) Czy u pacjentów ze skoliozą można zaobserwować większą częstość nadruchości stawowo-więzadłowej, niż w populacji ogólnej?
- (ii) Czy u pacjentów ze skoliozą można dopatrywać się innych cech dotyczących lateralizacji stronnej, niż w populacji ogólnej?



Joint hypermobility in school-aged children and adolescents with idiopathic scoliosis – A chance for more accurate screening?

Barbara Katarzyna Dobies-Krześniak^{1,2,A-F}, Agnieszka Werblińska^{1,B,E-F}, Beata Tarnacka^{1,2,A,C,E-F}

¹ Rehabilitation Clinic, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

² Rehabilitation Clinic, National Institute of Geriatrics, Rheumatology and Rehabilitation, Warsaw, Poland

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data, C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision of the article, F – Final approval of the article

Dobies-Krześniak BK, Werblińska A, Tarnacka B. Joint hypermobility in school-aged children and adolescents with idiopathic scoliosis: A chance for more accurate screening? *Ann Agric Environ Med*.

Abstract

Introduction and Objective. Joint hypermobility (JH) can be diagnosed in the case of increased range of joint mobility and the absence of systemic diseases. Lack of stability of the spinal joints is mentioned as one of the possible causes of scoliosis. Simplicity of hypermobility examination could help identify children at higher risk of developing scoliosis. The aim of this study was to assess JH prevalence in children with idiopathic scoliosis and to analyse coincidence of joint hypermobility, scoliosis features, age, gender and bone maturity.

Materials and method. The case-control study enrolled 125 children aged 7–18 years (mean 13.2 ± 2; Cobb angle range 10°–53°; mean 24.3 ± 11.7) diagnosed with idiopathic scoliosis. The control group included 83 volunteers. The Beighton scale was used to determine joint hypermobility. The relationship between joint hypermobility and scoliosis was tested. Secondly, hypermobility prevalence according to age, gender, curve severity, number of curvatures and Risser sign in scoliosis group was summarised. Data were compared by Student's t-test, U Mann-Whitney, chi-square test or Fisher's exact test where appropriate. P < 0.05 was considered statistically significant.

Results. JH was diagnosed in 64 (51.2%) scoliotic patients and in 34 (41%) control group children. The difference found was not statistically significant (p = 0.148). No significant difference was found comparing scoliosis subgroups with curve size cut-off point from 20 degrees, single/double curve scoliosis, male/female gender, age cut-off point 13.2 years of age, and Risser test score 0–2/3–5.

Conclusions. This study shows that children with JH features do not have a statistically significant increased risk of scoliosis co-diagnosis.

Key words

joint instability, joint laxity, Beighton score, posture, spinal curvatures

INTRODUCTION AND OBJECTIVE

Joint hypermobility (JH) should not be considered as a medical problem. It is a condition in which joint range of motion exceeds normal for age, gender, and ethnic background in the absence of any systemic disease [1]. To emphasize the difference, the condition in which the musculoskeletal and non-musculoskeletal complaints without systemic disease occur is known as joint hypermobility syndrome (JHS) [2]. The reported prevalence of JH varies between 2%–57% depending on age, gender, ethnicity, and race. It is more common in young women and of Asian descent. In Europe, the prevalence of JH in children fluctuates around 15–20% [3].

JH is commonly diagnosed with the Beighton score that evaluates the ability to perform a selection of joint manoeuvres [4], with a maximum total of 9 points. A value of 4 or more is typically considered positive for JH. Researchers studying JH confirm, that the Beighton score is a valid instrument to be used in children [5]. JH occurrence correlates with articular pain (mainly knee, foot and spine), postural disorders and

planovalgus feet. Previous studies found that JH was more frequent in children and adolescents with idiopathic scoliosis [6, 7].

Scoliosis is defined as 3-dimensional deviation of the spine (lateral with Cobb angle of 10 degrees or higher) and axial rotation [8, 9]. Scoliosis can be defined as secondary (when associated with known medical problem) or idiopathic (without defined cause in other-wise healthy children) [10]. Prevalence of idiopathic scoliosis (IS) have a wide range of 0.93–12%, with value of 2–3% as most often repeated [10]. It is more common in girls (except for infantile idiopathic scoliosis) with the ratio increasing from 1.4:1 with Cobb angle between 10°–20° to 7.2:1 for above 30° [11, 12]. In retrospective studies, Fadzhan et al. summarized that the prevalence of scoliosis is higher in adolescents participating in sports activities, such as dancing, ballet, swimming, tennis, table tennis, hurling, javelin, volleyball, and gymnastics [13].

Understanding of IS etiopathogenesis is still limited. There is a pattern of familial occurrence of IS suggesting genetic etiology. Researchers noted that IS may be connected to disorder of estrogen receptor structure and function, mucopolysaccharide and lipoprotein synthesis, melatonin synthesis and co-existent disorders of blood platelet and collagen function. Latest studies point for calmodulin as a protein connecting IS, melatonin level and platelet's function.

Address for correspondence: Barbara Katarzyna Dobies-Krześniak, Rehabilitation Clinic, Medical University, Spartańska 1, 02-637 Warsaw, Poland
E-mail: bdobies@wum.edu.pl

Received: 23.02.2022; accepted: 11.05.2022; first published:

Other researchers suggest that MMP-3 and IL-6 promoter polymorphisms or increased BNC2 expression could possibly be genetic markers for IS [10].

There are many risk factors that may predispose to spinal instability. Joint hypermobility, delayed puberty, asymmetric spinal load, placing the thoracic spine in a lordotic position, growth-related factors (greater body height and growth velocity of more than 2 cm per year), low body mass index and abnormal levels of leptin are also suspected to play a role in scoliosis development [13]. Finding the association of JH with the development of IS is an important part of medical care for children and adolescents especially from rural regions where diagnostic imaging and therapeutic intervention may be delayed due to reduced accessibility [14, 15]. The diagnosis of joint hypermobility during a simple physical examination could identify children at higher risk of developing scoliosis.

MATERIALS AND METHOD

Patients were recruited in the Orthopaedic and Rehabilitation Centre for Children and Youth in Konstancin-Jeziorna, Mazowiecki Province, Poland, from 01.2018–07.2019. Admitted patients were pre-screened to generate lists of potential study subjects. The patients and their legal guardians were then approached and both provided informed written consent. Inclusion criteria: age 7–18; IS diagnosis based on anteroposterior radiogram with Cobb angle $\geq 10^\circ$ and vertebral rotation, exclusion criteria: secondary scoliosis, connective tissue disease in medical interview. Control group included children and adolescence volunteers examined from April–June 2019. To minimize confounding of gender and age, which are known to affect the Beighton score, the group was matched by average age and gender ratio. Inclusion criteria: age range 7–18, exclusion criteria: previously diagnosed incorrect posture (irregularities in the shape of the spine with suggestion of a dedicated therapeutic intervention) and connective tissue disorder in medical interview. The following information was collected from the medical records: medical history, age and gender. Maximum lateral spinal curve size was measured by BDK (intra-rater reliability 0,941 with 2° error range) using the Cobb method [16]. Number of curves and the US Risser sign [17] were also determined on anteroposterior radiograph of whole spine. Classification of IS depending on angle of lateral deviation used in this study was excerpted from SOSORT guidelines and adopted (Tab. 1) [10].

Joint mobility was examined by BDK using the Beighton score (between 0–9) via the Beighton Scale (Tab. 2) [4]. Transparent plastic goniometer (Saehan Plastic Goniometer 08–030111, Masan, Korea) was used to assess knees and elbow hyperextension $>10^\circ$. The side of the body on which the bilateral measurements were made first was selected at random. Patient with result of 4 or more was identified as hypermobile.

Statistical analysis. Continuous data were presented as a mean value and standard deviation (SD). Categorical data were presented as a percentage. Normal distribution was verified by Kolmogorov-Smirnov test. Continuous data were compared by Student's t-test or U Mann-Whitney test where appropriate. Categorical data were compared by chi-

Table 1. Classification of scoliosis depending on angular deviation (Cobb)

Original classification		Adaptation	
Low	$\leq 20^\circ$	Low	$\leq 20^\circ$
Moderate	$21^\circ-35^\circ$	Moderate	$21^\circ-35^\circ$
Moderate to severe	$36^\circ-40^\circ$	Severe	$36^\circ-50^\circ$
Severe	$41^\circ-50^\circ$		
Severe to very severe	$51^\circ-55^\circ$	Very severe	$\geq 51^\circ$
Very severe	$\geq 56^\circ$		

Table 2. The Beighton score

The Beighton Score			
	R	L	
Passive dorsiflexion of the little finger beyond 90°	1	1	
Passive apposition of the thumb to the flexor aspect of the forearm	1	1	
Hyperextension of the elbow beyond 10°	1	1	
Hyperextension of the knee beyond 10°	1	1	
Forward flexion of the trunk, with knees straight, so that the palms of the hands rested easily on the floor			1
Total			0–9

square test and Fisher's exact test. P value less than 0.05 was considered statistically significant. Data were analyzed using IBM SPSS Statistics for Windows, v21 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)

RESULTS

Basic statistics of the studied groups. The study group consisted of 125 patients with idiopathic scoliosis and the control group of 83 children and adolescents [16]. Girls statistically more often showed hypermobility in all examined cases ($p=0.01$) and the control group alone ($p=0.01$), but not

Table 3. Basic parameters of the study and control groups

	Study group (n=125)	Control group (n=83)	p value
Age (years)	13.2 ± 2.0	13.2 ± 3.0	0.750
Male gender (%)	33 (26.4)	22 (26.5)	0.986

in the study group ($p=0.24$). Basic parameters comparing both groups are shown in Table 3.

Cobb angle range was $10^\circ-61^\circ$, mean $21.85^\circ \pm 11.99$. The quantitative division due to the angular size of the IS curvature is typical and presented in Figure 1.

Comparative analysis of hypermobility in the study group and control group. The differences found between patients and controls for JH were not statistically significant considering all used cut-off points.

Individual comparison of almost all tested manoeuvres in the groups did not show statistical significance. The only exception to this observation was the measurement of left knee hyperextension (Tab. 4).

Scoliosis intra-group analysis. The division of the AIS group into subgroups considering the features of scoliosis,

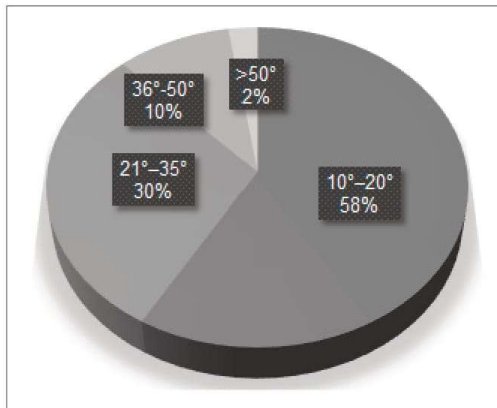


Figure 1. Angular size of scoliosis in study group (Cobb)

Table 4. Hypermobility prevalence considering different cut-off points for Beighton score and separate manoeuvres in inter-groups comparison

	Scoliosis Group n=125 (100%)	Control Group n=83 (100%)	p value
Passive dorsiflexion of the little finger	R 52 (41.6)	33 (39.8)	0.791
	L 56 (44.8)	37 (44.6)	0.975
Passive apposition of thumb to forearm	R 64 (51.2)	36 (43.4)	0.269
	L 65 (52.0)	38 (45.8)	0.380
Elbow hyperextension	R 36 (28.8)	26 (31.3)	0.697
	L 30 (24.0)	25 (30.1)	0.327
Knee hyperextension	R 37 (29.6)	16 (19.3)	0.094
	L 38 (30.4)	15 (18.1)	0.046
Forward flexion	28 (22.4)	24 (28.9)	0.288
Total	3.2 ± 2.6	3.0 ± 2.3	0.495
Hypermobility ≥4 Beighton score	64 (51.2)	34 (41.0)	0.148
Hypermobility ≥5 Beighton score	38 (30.4)	25 (30.1)	0.323
Hypermobility ≥6 Beighton score	20 (16.0)	11 (13.3)	0.209
Hypermobility ≥7 Beighton score	16 (12.8)	7 (8.4)	0.325

bone maturity or demographic characteristics, allowed for quantitative and statistical analysis.

Figure 2 shows a scatter plot of the relationship between the scoliosis angle and the Beighton score. The trend line shows a weak relationship consistent with the hypothesis made. With the division considering the angular size of scoliosis, patients with a curvature of more than 20 degrees more often presented hypermobility, but the difference was not statistically significant. Also, while comparing the subgroups with single and double curve scoliosis, no statistically significant difference was observed in the frequency of JH. The study did not show a statistically significant difference in the occurrence of hypermobility in the study group divided into subgroups by gender and by age (cut-off point at the median – 13.2 years), and no correlation with level of bone maturity represented by the Risser Sign. Table 5 summarizes the results and level of statistical significance.

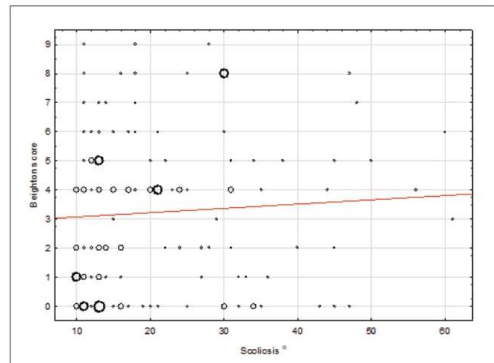


Figure 2. Beighton score – scoliosis angle values scatter plot

Table 5. Hypermobility prevalence in subjects with scoliosis divided into specified subgroups

	JH present – n (%)	JH absent – n (%)	p value
Cobb 10°-20°	n=73 36 (49%)	37 (51%)	p=0,62
Cobb >20°	n=52 28 (54%)	24 (46%)	
Single curve	n=56 30 (54%)	26 (46%)	p=0,64
Double curve	n=69 34 (49%)	35 (51%)	
Risser 0-2	n=63 34 (54%)	29 (46%)	p=0,54
Risser 3-5	n=62 30 (48%)	32 (52%)	
Age < 13.2 years	n=66 38 (58%)	28 (42%)	p=0,13
Age ≥13.2 years	n=59 26 (44%)	33 (56%)	
Females	n=92 50(54%)	42(46%)	p=0,24
Males	n=33 14(42%)	19(58%)	

JH – joint hypermobility

DISCUSSION

It is well known that joint hypermobility and scoliosis co-occur in diseases involving connective tissue, especially the Ehlers-Danlos and Marfan syndromes [19, 20]. This study attempted to investigate whether the coexistence of these two conditions is coincidental, or maybe they can also be seen in a population without connective tissue disorder, and whether JH might be a factor in the idiopathic scoliosis origin. Perhaps the very existence of articular hypermobility, regardless of its cause, promotes the occurrence of scoliosis. To the best of the authors' knowledge, this is the second-largest group of IS patients examined in terms of JH, and the only study comparing patients with scoliosis in terms of bone age denoted by the Risser Sign. This topic has already been researched by scientists. The earliest identified article addressing this issue dates back to 1983. Mattson at al. examined 51 girls with untreated scoliosis and 65 controls. The study showed that patients with scoliosis had similar flexibility or were even less flexible than healthy controls [21]. In the same year, Veliskakis described a high incidence of JH in the families

of children with AIS (adolescent idiopathic scoliosis) [22]. In 1988, Binns observed that girls with scoliosis had greater JH defined by a shorter thumb-to-forearm distance in a wrist bending test [23]. The study by Veldhuizen et al. confirmed the observations of Mattson on 10 patients and 10 controls concerning bending stiffness of the trunk – analysis did not show a clear difference between patients and controls [24]. Compared to the presented study, none of those mentioned above used the Beighton score to determine mobility, but were based on different sets of flexibility measurements.

Studies with a similar methodology to the presented study were published relatively recently. Czaprowski et al. renewed the topic by publishing two papers in 2011 and 2014. The first, including 70 patients and 58 controls, showed a statistically significant ($p = 0.00015$) difference in the incidence of JH in children with scoliosis (51%) compared to healthy control group (19%). Even considering the lack of groups matching in terms of gender additional calculations on the same-gender subgroups, still showed a statistically significant higher incidence of JH in the IS group [6]. The second study repeated the results in a narrow population of Caucasian girls with scoliosis, where JH (defined as Beighton score ≥ 5), was found in 23.2% of 155 patients and 13.4% of 201 controls – a statistically significant result ($p = 0.02$) [7]. In the latest study by Bozkurt et al. on a population of 822 Turkish children, 43 of whom were diagnosed with AIS – no significant correlation was found between scoliosis and hypermobility occurrence [3].

In the current study, the incidence of JH was greater in the group of IS patients, but the difference was not statistically significant. In previous studies on healthy populations of similar race, culture, and geographic location, the typical JH (Beighton score ≥ 4) prevalence was 15–20%, the same as in 2011 article by Czaprowski [3, 6, 7]. In the current study, the incidence of JH in the control group was unusually high. This may have been due to the inclusion of children with previously undiagnosed posture defects in the control group. Unfortunately, there are no studies of JH prevalence in Polish children, adolescents and the general population.

In the presented study, the only measurements that were statistically significantly different between the research and control groups, were left knee hyperextension where the results of both knee hyperextension measurements were at the border of statistical significance. This may be a possible direction for further research.

In terms of JH prevalence within the IS subgroups for scoliosis features, the findings of the current study are consistent with those of Czaprowski and Bozkut who found no association between hypermobility and scoliosis curve size or curve pattern. Demographic features compared (age, gender) showed typical trends, with JH more common in younger females, but without statistical significance [3, 6, 7]. Bone age seems to be even less related to the occurrence of JH than the record age. Perhaps if the correlation between the occurrence of scoliosis and hypermobility is poorly marked, a subsequent study would require more numerous groups. At the same time, various research methods and cut-off points make it difficult to conduct a proper meta-analysis of existing studies.

Limitations. The study was carried out on both first-time and previously treated patients, which could have a positive (stretching exercises) and negative (corset treatment) impact

on joint mobility. However, some of the earliest articles examined the scoliosis treatment influence on joint mobility, showing that only elbow hyperextension decreased [21].

CONCLUSIONS

As there is no statistically significant difference in the incidence of JH in the scoliosis group compared to the control group, special vigilance for IS detection in JH children seems unnecessary.

Population studies on the incidence of articular hypermobility in Polish children and adolescents are needed.

Despite the lack of statistical significance of the results of this study, the authors believe that the assessment of joint mobility should be a permanent element of the child's examination as it affects the stability of the joints and scoliosis treatment options. Hypermobility impact on the scoliosis occurrence remains ambiguous.

Availability of data and materials.

The datasets [16] used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

REFERENCES

- Juul-Kristensen B, Schmedling K, Rombaut L, et al. Measurement properties of clinical assessment methods for classifying generalized joint hypermobility-A systematic review. *Am J Med Genet C Semin Med Genet.* 2017; 175: 116–47. <https://doi.org/10.1002/ajmg.c.31540>
- Carbonell-Bobadilla N, Rodriguez-Alvarez AA, Rojas-Garcia G, et al. [Joint hypermobility syndrome]. *Acta Ortop Mex.* 2020; 34: 441–49.
- Bozkurt S, Kayalar G, Tezel N, et al. Hypermobility Frequency in School Children: Relationship With Idiopathic Scoliosis, Age, Sex, and Musculoskeletal Problems. *Archives of Rheumatology.* 2019; 34: 268–73. <https://doi.org/10.5606/archrheumatol.2019.7181>
- Malek S, Reinhold EJ, Pearce GS. The Beighton Score as a measure of generalised joint hypermobility. *Rheumatol Int.* 2021; 41: 1707–16. <https://doi.org/10.1007/s00296-021-04832-4>
- Maarj M, Coda A, Tofts L, et al. Outcome measures for assessing change over time in studies of symptomatic children with hypermobility: a systematic review. *BMC Pediatr.* 2021; 21. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-03009-z>
- Czaprowski D, Kotwicki T, Pawłowska P, et al. Joint hypermobility in children with idiopathic scoliosis: SOSORT award 2011 winner. *Scoliosis.* 2011; 6: 22. <http://dx.doi.org/10.1186/1748-7161-6-22>
- Czaprowski D. Generalised Joint Hypermobility in Caucasian Girls with Idiopathic Scoliosis: Relation with Age, Curve Size, and Curve Pattern. *Sci. World J.* 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/370134>
- Addai D, Zarkos J, Bowey AJ. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis. *Childs Nerv Syst.* 2020; 36: 1111–19. <http://doi.org/10.1007/s00381-020-04608-4>
- Lenz M, Oikonomidis S, Harland A, et al. Scoliosis and Prognosis-a systematic review regarding patient-specific and radiological predictive factors for curve progression. *Eur Spine J.* 2021; 30: 1813–22. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06817-0>
- Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders.* 2018; 13. <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0145-8>
- Karpiel I, Ziębiński A, Kluszczyński M, et al. A Survey of Methods and Technologies Used for Diagnosis of Scoliosis. *Sensors (Basel).* 2021; 21. <https://doi.org/10.3390/s21248410>
- Parr A, Askin G. Paediatric scoliosis: Update on assessment and treatment. *Aust J Gen Pract.* 2020; 49: 832–37. <https://doi.org/10.31128/AJGP-06-20-5477>
- Fadzan M, Bettany-Saltikov J. Etiological Theories of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Past and Present. *Open Orthop J.* 2017; 11: 1466–89. <https://doi.org/10.2174/1874325001711011466>

14. Brzęk AM, Strauss M, Sanchis-Gomar F, et al. Place of residence, physical activity, use of electronic devices and health consequences in girls with scoliosis. *Ann Agric Environ Med.* 2021; 28: 509–15. <https://doi.org/10.26444/aaem/130268>
15. Frasuńska J, Wojdasiewicz P, Tederko P, et al. Adherence to prescriptions of therapeutic exercises in patients with traumatic spinal cord injury. *Ann Agric Environ Med.* 2021; 28: 331–38. <https://doi.org/10.26444/aaem/119941>
16. Ketenci İ E, Yanık HS, Erdoğan Ö, et al. Reliability of 2 Smartphone Applications for Cobb Angle Measurement in Scoliosis. *Clin Orthop Surg.* 2021; 13: 67–70. <https://doi.org/10.4055/cios19182>
17. Xu X, Wang S, Yang Y, et al. The influence of early thoracic fusion on the pulmonary function of patients with idiopathic scoliosis in the early period of the second growth peak with different Risser signs. *J Orthop Surg Res.* 2021; 16: 475. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02607-y>
18. Dobies-Krześniak. Database: Joint Hypermobility and Idiopathic Scoliosis 2021. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4599682>
19. Syx D, De Wandele I, Rombaut L, et al. Hypermobility, the Ehlers-Danlos syndromes and chronic pain. *Clin Exp Rheumatol.* 2017; 35 Suppl 107: 116–22.
20. Bowen JM, Sobey GJ, Burrows NP, et al. Ehlers-Danlos syndrome, classical type. *Am J Med Genet C Semin Med Genet.* 2017; 175: 27–39. <http://doi.org/10.1002/ajmg.c.31548>
21. Mattson G, Haderspeck-Grib K, Schultz A, et al. Joint flexibilities in structurally normal girls and girls with idiopathic scoliosis. *J. Orthop. Res.* 1983; 1: 57–62. <http://doi.org/10.1002/jor.1100010108>
22. Veliskakis K. Increased generalized ligamentous laxity in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint SurgAm.* 1983; 35:435. <http://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000489>
23. Binns M. Joint laxity in idiopathic adolescent scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1988; 70-B: 420–2. <http://doi.org/10.1302/0301-620X.70B3.3372564>
24. Veldhuizen AG, Scholten PJM. Flexibility in structurally normal young females and in young females with idiopathic scoliosis. *Clin Biomech.* 1990; 5: 117–19. [http://doi.org/10.1016/0268-0033\(90\)90046-9](http://doi.org/10.1016/0268-0033(90)90046-9)

Article

Lateralization Direction, Strength, and Consistency in Juvenile and Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Case Control Pilot Study

Barbara Dobies-Krześniak ^{1,*}, Agnieszka Werblińska ¹ and Beata Tarnacka ²

¹ Rehabilitation Clinic, 1st Faculty of Medicine, Medical University of Warsaw, Spartańska 1, 02-637 Warsaw, Poland; klinreh@wum.edu.pl

² Rehabilitation Clinic, National Institute of Geriatrics, Rheumatology and Rehabilitation, Spartańska 1, 02-637 Warsaw, Poland; klinika.rehabilitacji@spartanska.pl

* Correspondence: bdobies@wum.edu.pl; Tel.: +48-22-6709481

Abstract: The aim of this study was to assess the hypothesis that functional laterality features are associated with scoliosis incidence. The study included 59 patients with radiologically confirmed idiopathic scoliosis (mean age 13 years, 41 girls and 18 boys) and 55 controls (mean age 10.5 years, 38 girls and 17 boys). Side dominance was determined by the Lateral Preference Inventory. Direction, strength, and consistency of lateral dominance was obtained. Continuous data were compared by Student's t-test or U Mann-Whitney test where appropriate. Categorical data were compared by chi-squared test and Fisher's exact test. Groups were significantly different in terms of age ($p < 0.001$) and dependent variables: height ($p < 0.001$) and weight ($p < 0.001$). Lateralization analysis showed some trends, but the results obtained were not statistically significant. Statistical significance of lateralization direction are respectively: for hand ($p = 0.364$); leg ($p = 0.277$); eye ($p = 0.804$); ear ($p = 0.938$); number of right/left sided participants $p = 0.492$; $p = 0.274$; $p = 0.387$; $p = 0.839$, and right/mixed/left sided participants $p = 0.930$; $p = 0.233$; $p = 0.691$; $p = 0.804$. For laterality consistency depending on definition used, $p = 0.105$; $p = 0.108$; $p = 0.380$. The relationship between scoliosis and laterality is not a simple causal relationship and needs further investigation.

Keywords: handedness; sidedness; brain asymmetry; children posture; side dominance



Citation: Dobies-Krześniak, B.; Werblińska, A.; Tarnacka, B. Lateralization Direction, Strength, and Consistency in Juvenile and Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Case Control Pilot Study. *Symmetry* 2022, 14, 888. <https://doi.org/10.3390/sym14050888>

Academic Editor: Thierry Paillard

Received: 1 March 2022

Accepted: 20 April 2022

Published: 26 April 2022

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



Copyright: © 2022 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 human body is built on the principle of lateral symmetry. There are exceptions to this principle both in the structure of the body and in the functions of individual organs. Typically, there is clear distribution of functions between sides. Laterality or side dominance is described as a clear advantage of one side of the body over the other in terms of usability, precision, and coordination [1]. Laterality is a characteristic that develops gradually with age and general motor development. The final sensory and motor side dominance is determined around the age of 7 [1,2]. A reliable and valid assessment of laterality is important. There are many definitions of lateralization, and often even within a single definition we may encounter several interpretations [3].

The current literature mainly uses three types of lateralization assessment tools: performance tasks, preference tasks, and self-report questionnaires. Performance tasks compare the quality of tasks performed with both left and right sides. Preference tasks are elicitation of motor responses as an indicator of laterality. Self-report questionnaires gather information about preferences in various motor activities [3]. Due to the heterogeneity of approaches, no standardized examples of "best practices" for assessing laterality dominance are available, nor is there a single definition of "laterality" [3]. Self-report questionnaires are the easiest and most commonly used form of lateralization testing [3].

Asymmetrical spinal load associated with lateral preference is often highlighted as possible contributing factor to scoliosis pathogenesis [4]. Scoliosis is a tri-planar deformity of the spine with Cobb angle lateral curvature of at least 10 degrees (according to Cobb

angle), rotation and deformation of the vertebrae. When no cause for the defect can be identified, a diagnosis of idiopathic scoliosis (IS) is made. The baseline prevalence of IS is 2 to 3%. It is more common in girls ($\sigma: \sigma$ 1.4:1 for angles 10–20° to 7.2:1 for angles >30°) [4]. The etiopathogenesis of IS is still a topic of exploration. Familial incidence suggests a genetic etiology. Among possible causes are abnormalities in estrogen receptor structure and function, mucopolysaccharide, lipoprotein, melatonin or calmodulin synthesis, matrix metalloproteinase-3 (MMP-3) and interleukin-6 (IL-6) promoter polymorphisms, and increased expression of the basophilin 2 (BNC2) gene [4].

Some prior investigations indicate a significant correlation between direction of hand preference, strength of the asymmetry direction or side preference consistency and incidence of trunk asymmetry, scoliosis, or curve pattern of scoliosis convexity in children and adolescents [5–10]. Others did not confirm these observations [11]. Furthermore, there is no literature on the association between crossed laterality and scoliosis. Crossed laterality can be identified in people who have dominant organs located on opposite sides of the body [1]. This property requires intense cooperation between the hemispheres and can contribute to functional imbalance [1].

This study was designed to try to answer the question: can a significantly different level of lateralization traits (direction, strength and consistency) be identified in children with scoliosis?

2. Materials and Methods

2.1. Study and Control Group Background

The study group was recruited among patients of the Orthopedic and Rehabilitation Centre for Children and Youth admitted between January 2018 and July 2019. The study included children and adolescents aged 7–18 years. Patients with IS with Cobb angle $\geq 10^\circ$ and vertebral rotation on anteroposterior radiograph taken in the last 6 months without connective tissue disorder in medical history and their legal guardians were approached. Informed written consent was obtained.

The control group aged 7–15 was recruited from volunteers from St. Francis School in Warsaw, Poland and was examined from April to June 2019. Children with abnormal posture diagnosed prior to study inclusion (abnormalities in spinal shape with suggestion of therapeutic intervention) were excluded. The study protocol was approved by the Warsaw Medical University Ethic Committee and was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki principles. Study and control groups were matched by sex ratio [8,9].

The demographic and medical data (including medical history, age, sex, weight, height) was collected from both groups.

No a priori sample estimation was performed.

2.2. Scoliosis Angular Value

To assess scoliosis in the study group, lateral spinal curve size was measured using the Cobb method [12]. BDK, using the Radiant Dicom Viewer computer program, drew lines parallel to the upper border of the upper vertebral body and the lower border of the body of the lowest vertebra of the structural arch (the vertebra most deviated from vertical), obtaining the angular value of the scoliosis.

2.3. Lateral Preference Inventory (LPI)

Side dominance was determined by the Lateral Preference Inventory (LPI) [13]. The Polish version of LPI was translated by the first author and approved by the other authors. The survey, which consists of items to assess hand, foot, eye, and ear preference was filled by the subjects. Each item requires the response of “left”, “right”, or “either” [13].

2.3.1. Side Dominance Direction and Strength

To analyze the data from the study, we scored 1 for each “right”, “0” for “either”, and “−1” for “left” answer, giving a score for each four-item scale from −4 to 4, with

−4 meaning consistent left-sidedness and 4 meaning consistent right-sidedness for any index. Then, laterality data were categorized as a dichotomy (R/L; right/left), where R is the number of “right” responses (1 to 4) and L is the number of “left” (0 to −4), and a trichotomy (right/mixed/left; R/M/L) where “R” describes consistent right laterality with score of 4, “M”—mixed or weak laterality—from 3 to −3, and “L”—consistent left with score of −4.

2.3.2. Side Dominance Consistency

To compare the prevalence of crossed laterality, study participants were grouped based on using the opposite sides of the body while performing different tasks with any combination of hand, eye, foot, or ear [14]. We considered three used definitions of crossed laterality. Consistent (absolute) crossed laterality with at least one score of consistent right (=4), and at least one consistent left (score of −4). Secondly, we compared prevalence of strong crossed laterality with at least one result of strong right (3/4 tests marked “1”) and at least one strong left (3/4 tests marked “−1”) in both groups. Thirdly, simple (relative) crossed laterality with at least one “R” (scored from 4 to 1) and one “L” (from 0 to −4) item was compared between groups.

2.4. Statistics

For statistical analysis, mean value and standard deviation (SD) were used to present continuous data. Categorical data were presented as a percentage. The Kolmogorov-Smirnov test was used to verify normal distribution. Continuous data were compared by Student’s *t*-test or U Mann-Whitney test where appropriate. Categorical data were compared by chi-squared test and Fisher’s exact test. For statistical significance, *p* value less than 0.05 was considered. The statistician used IBM SPSS Statistics for Windows, v21 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)

G*Power software v.3.1.9.4 was used to determine the effect size and conduct a post hoc analysis of the power of the study.

3. Results

3.1. Basic Statistics of the Studied Groups

The study group consisted of 59 patients with radiologically confirmed IS (mean age 13 years, 41 girls and 18 boys). A control group with 55 subjects (mean age 10.5 years, 38 girls and 17 boys) participated in this study. Basic parameters comparing both groups are shown in Table 1.

Table 1. Basic parameters of the study and the control groups.

	Study Group (<i>n</i> = 59)	Control Group (<i>n</i> = 55)	<i>p</i> (<0.05)
Age (years)	13.0 ± 2.4	10.5 ± 2.1	<0.001
Male sex (%)	18 (30.5)	17 (30.9)	0.963
Female sex (%)	41 (69.5)	38 (69.1)	0.972
Weight (kg)	52.3 ± 16.2	35.5 ± 10.4	<0.001
Height (cm)	160.3 ± 13.9	144.3 ± 13.3	<0.001

3.2. Comparative Analysis of Direction of Laterality between the Study Group and the Control Group

Table 2 shows the comparison between the study group and the control group in terms of laterality for each item and for the summed mean total numerical score (from −4 to 4) for each four-item scale. In general, we can see a tendency to laterally shift to the left in the study group for handedness and footedness. This effect did not reach the level of statistical significance in our study. The only item with statistical significance (identifying the ear with which the child would listen to the heartbeat) indicates a less pronounced dominance of the left ear in the scoliosis group.

Table 2. Comparative analysis of LPI items and mean for each scale.

Lateral Preference Inventory	Study Group n = 59 (100%)			Control Group n = 55 (100%)			p (<0.05)	Effect Size
	1	0	-1	1	0	-1		
Drawing	54 (91.5)	1 (1.7)	4 (6.8)	51 (92.7)	3 (5.5)	1 (1.8)	0.253	
Hit a target	40 (67.8)	15 (25.4)	4 (6.8)	43 (78.2)	9 (16.4)	3 (5.5)	0.446	
Eraser	47 (79.7)	6 (10.2)	6 (10.2)	49 (89.1)	2 (3.6)	4 (7.3)	0.316	
Dealing cards	46 (78.0)	6 (10.2)	7 (11.9)	41 (74.5)	8 (14.5)	6 (10.9)	0.775	
Handedness		2.8 ± 1.8			3.1 ± 1.4		0.364	d = 0.186
Kicking a ball	46 (78.0)	10 (16.9)	3 (5.1)	42 (76.4)	8 (14.5)	5 (9.1)	0.682	
Pick up a pebble	29 (49.2)	27 (45.8)	3 (5.1)	37 (67.3)	15 (27.3)	3 (5.5)	0.119	
Stepping on a bug	33 (55.9)	22 (37.3)	4 (6.8)	36 (65.5)	14 (25.5)	5 (9.1)	0.390	
Stepping up	45 (76.3)	8 (13.6)	6 (10.2)	49 (89.1)	1 (1.8)	5 (9.1)	0.062	
Footedness		2.3 ± 1.6			2.7 ± 1.7		0.277	d = 0.242
Telescope	39 (66.1)	9 (15.3)	11 (18.6)	34 (61.8)	6 (10.9)	15 (27.3)	0.492	
Looking into	38 (64.4)	8 (13.6)	13 (22.0)	41 (75.5)	4 (7.3)	10 (18.2)	0.427	
Keyhole	44 (74.6)	3 (5.1)	12 (20.3)	38 (69.1)	1 (1.8)	16 (29.1)	0.392	
Sighting a rifle	36 (61.0)	14 (23.7)	9 (15.3)	37 (67.3)	6 (10.9)	12 (21.8)	0.173	
Eyedness		1.9 ± 2.7			1.8 ± 3.1		0.804	d = 0.034
Eavesdropping	33 (55.9)	17 (28.8)	9 (15.3)	35 (63.6)	12 (21.8)	8 (14.5)	0.657	
Earphone	37 (62.7)	17 (28.8)	5 (8.5)	34 (61.8)	15 (27.3)	6 (10.9)	0.904	
Heartbeat	34 (57.6)	19 (32.2)	6 (10.2)	29 (52.7)	11 (20.0)	15 (27.3)	0.044	
Clock in the box	37 (62.7)	14 (23.7)	8 (13.6)	42 (76.4)	9 (16.4)	4 (7.3)	0.273	
Earedness		1.9 ± 1.9			1.9 ± 2.2		0.938	d = 0.000

In dichotomized groups R/L (Table 3), hand and foot dominance items tested showed a trend to shift to the left in the study group, and eye and ear tended to shift to the right. Again, these effects did not achieve statistical significance.

Table 3. Comparative analysis of direction of laterality.

Dominance	Study Group n = 59 (100%)		Control Group n = 55 (100%)		p (<0.05)
	R	L	R	L	
Hand	53 (89.8)	6 (10.2)	52 (94.5)	3 (5.5)	0.492
Leg	51 (86.4)	8 (13.6)	51 (92.7)	4 (7.3)	0.274
Eye	46 (78.0)	13 (22.0)	39 (70.9)	16 (29.1)	0.387
Ear	46 (78.0)	13 (22.0)	42 (76.4)	13 (23.6)	0.839

3.3. Comparative Analysis of Strength of Laterality between the Study Group and the Control Group

The influence of laterality strength on the occurrence of scoliosis was assessed. The trichotomy R/M/L considering patients with pure right or left laterality for hand, leg, eye, or ear was analyzed. For all four subdomains, more subjects with weak laterality could be found in the scoliosis group (Table 4), but the effect observed is not statistically significant.

Table 4. Comparative analysis of strength of laterality.

Dominance:	Study Group n = 59 (100%)			Control Group n = 55 (100%)			p (<0.05)
	R	M	L	R	M	L	
Hand	28 (47.5)	30 (50.8)	1 (1.7)	28 (50.9)	26 (47.3)	1 (1.8)	0.930
Leg	15 (25.4)	43 (72.9)	1 (1.7)	21 (38.2)	34 (61.8)	0 (0.0)	0.233
Eye	27 (45.8)	26 (44.1)	6 (10.2)	28 (50.9)	20 (36.4)	7 (12.7)	0.691
Ear	15 (25.4)	43 (72.9)	1 (1.7)	17 (30.9)	37 (67.3)	1 (1.8)	0.804

3.4. Comparative Analysis of Crossed Laterality between the Study Group and the Control Group

When analyzing the consistency in preference, we can see a general trend towards more frequent crossed laterality prevalence in the control group. This observation does not have statistical significance (Table 5).

Table 5. Comparative analysis of crossed laterality.

Crossed Laterality	Study Group <i>n</i> = 59 (100%)	Control Group <i>n</i> = 55 (100%)	<i>p</i> (<0.05)
Consistent	1 (1.7)	5 (9.1)	0.105
Strong	8 (13.6)	14 (25.5)	0.108
Simple	21 (35.6)	24 (43.6)	0.380

4. Discussion

To our knowledge, our study is the only one that examines the prevalence and characteristics of not only hand and leg, but also eye and ear laterality using multi-item inventory in radiologically confirmed scoliotic patients with a control group.

The prevalence of left-handedness is reported between 1% and 30% depending on age, sex, handedness testing method, nationality, and sociological characteristics [3]. In our study, the frequency of left-handedness was 10.2% for the study group and 5.5% for the control group (Table 3), but the difference was not statistically significant ($p = 0.492$). The effect sizes of summed mean total numerical score for hand and leg laterality were $d = 0.186$ and $d = 0.242$ (small effect) and for eye and ear $d = 0.034$ and $d = 0.000$ (neglectable effect). Based on the values obtained, a post hoc analysis of the power of the study was performed, giving values of ~ 0.75 for hand and leg and >0.85 for eye and ear.

The main issue may not be the direction of preference alone, but the strength of laterality. Dominance appears weaker lateralized among younger respondents [15–17]. Children with clear hand dominance show less coordination problems than their poorly lateralized peers [18]. Also, early development of strong dominance (regardless of dominating side) correlate with better coordination [19]. In our study, children with pure laterality for all items tested appeared more frequently in the control group, despite their younger age (Table 4). Again, this observation was not supported by statistical significance and is opposite to observation from the study of Goldberg and Dowling [5].

Crossed laterality is a topic that needs a closer look. Inconsistencies in any pair of lateral preferences can be noted in 69.2% of healthy adults [15]. Consistency in preference across different domains increases among older respondents [15–17].

In our study, more subjects with crossed laterality of any dominance pair can be found in the control group, irrespective of the definition of crossed laterality adopted. This tendency did not achieve statistical significance (Table 5).

Results should be considered, keeping in mind the age difference in our study. The study group would be even more left lateralized and even less strongly lateralized when considering a younger population. In turn, the lateralization intersection difference would likely lose value when the groups were equalized by age.

There is no consensus in the literature whether the occurrence of scoliosis is directly related to the side and strength of lateral dominance [5–11].

Grivas et al. examined 8245 children 6 to 18 years old. Significant correlation between handedness and trunk asymmetry in the group of 2–7° mid-thoracic asymmetry was noted [10]. Chiara et al. examined 1029 Italian children aged 11–14 years. The left-side dominance was marked as a possible predictor of trunk asymmetry in thoracic and thoracolumbar curves [9].

Milenkovic et al. investigated a group of 2546 children 11 to 14 years old. Co-occurrence of left-handedness and scoliosis was statistically significant in girls [8]. Goldberg and Dowling studied 254 girls for scoliosis convexity association with handedness. The correlation of curve pattern and handedness was noted in 82% of the cases and was statistically significant.

However, in comparison to normal population proportion of left-handers among IS patients was typical [6]. The two authors have continued the topic in 1991, examining 159 children with IS using the questionnaire by Porac and Coren for hand and leg preference. They concluded that scoliotic patients tend to be more strongly lateralized than healthy peers [5]. In 2006, they published large study of 1636 children, of whom 673 had IS. The work showed a significant correlation between hand preference and scoliosis pattern [7].

All the papers mentioned differ from ours in terms of methodology. Some identify scoliosis only in terms of an abnormal Adams test result [8–11] or lateral curvature in radiogram as low as 5 degrees [6]. Such planning of the studies was probably aimed at obtaining a larger study group without the burden of the radiological examination.

There is a possibility, that lefthanders trying to adapt to a right-handed world during their daily activities at home, school, or in their social environment adopt incorrect postures developing trunk asymmetries with abnormal Adams test, but this effect does not lead to changes in bone structure of the spine [6].

Identification of dominant side is also inconsistent among studies. It could be caused by multiplicity of diagnostic methods and the heterogeneity of nomenclature.

In most previous works, only dominant (or writing) hand was identified. The identification was typically based on a question to the child or parent of which hand is preferred [6–10]. In only two papers the authors used a survey questionnaire to determine lateralization. [5,11]. This simplification allowed for larger study groups to be recruited.

In the recommendations, we can find a suggestion that multi-item inventory should be used [15]. Also, response categories consisting of 'right', 'left', and 'no preference' are considered sufficiently accurate for the assessment of lateral preferences [15]. LPI was the only survey indicated to be reliable [15].

Limitations

The most important limitation of the study is the age difference between the two groups because the mixed-siders are generally younger than both right- and left-siders [15], but this trend is most relevant when considering children under 7 years of age [16].

The age difference between the groups also explains the statistically significant differences in weight and height.

For this topic, sample size and survey power are challenging due to the high asymmetry of the lateral preference itself and the skewed distributions of consistency and strength of lateral preference. Cobb angle measurement for the study group was performed by one researcher (BDK) in a single measurement. The intra-rater reliability for this investigator was 0.706 when assuming a $\pm 1^\circ$ range and 0.941 when assuming a $\pm 2^\circ$ range.

There is a methodological problem across the studies—a lack of agreement for the definition, instruments, and methods to assess lateral preference.

5. Conclusions

The relationship between radiologically confirmed scoliosis and laterality is inconclusive.

Our study, due to the lack of statistical significance of the observations made, does not provide clinically relevant conclusions. However, it shows trends that require further observation in larger study groups, from our calculations for 0.8 power of the study and $p = 0.05$ for hand and leg lateralization minimum 359 participants in each group, keeping in mind the age difference in our study.

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

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and acknowledged by the Ethics Committee of Warsaw Medical University (KB/38/2017 from 7 March 2017).

Informed Consent Statement: The informed written consent to participate in the study was obtained from all subjects and their legal guardians. All data is anonymized. Individual consent for publication is not required.

Data Availability Statement: The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Acknowledgments: Piotr Tederko, Justyna Frasuńska.

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

Abbreviations

IS—idiopathic scoliosis.

References

- Osiński, W. *Antropomotoryka*, 2nd ed.; AWF Poznań: Poznań, Poland, 2003; pp. 286–295.
- Bondi, D.; Prete, G.; Malatesta, G.; Robazza, C. Laterality in Children: Evidence for Task-Dependent Lateralization of Motor Functions. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 6705. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Utesch, T.; Mentzel, S.; Strauss, B.; Büsch, D. Chapter 4—Measurement of laterality and its relevance for sports. In *Laterality in Sports. Theories and Applications*; Loffing, F., Hagemann, N., Strauss, B., MacMahon, C., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2016; pp. 65–86. [[CrossRef](#)]
- Negrini, S.; Donzelli, S.; Aulisa, A.G.; Czuprowski, D.; Schreiber, S.; de Mauroy, J.C.; Diers, H.; Grivas, T.B.; Knott, P.; Kotwicki, T.; et al. 2016 SOSORT guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* **2018**, *13*, 3. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Goldberg, C.J.; Dowling, F.E. Idiopathic scoliosis and asymmetry of form and function. *Spine* **1991**, *16*, 84–87. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Goldberg, C.; Dowling, F.E. Handedness and scoliosis convexity: A reappraisal. *Spine* **1990**, *15*, 61–64. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Goldberg, C.J.; Moore, D.P.; Fogarty, E.E.; Dowling, F.E. Handedness and spinal deformity. *Stud. Health Technol. Inform.* **2006**, *123*, 442–448. [[PubMed](#)]
- Milenkovic, S.; Kocijancic, R.; Belojevic, G. Left handedness and spine deformities in early adolescence. *Eur. J. Epidemiol.* **2004**, *19*, 969–972. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Arienti, C.; Buraschi, R.; Donzelli, S.; Zaina, F.; Pollet, J.; Negrini, S. Trunk asymmetry is associated with dominance preference: Results from a cross-sectional study of 1029 children. *Braz. J. Phys. Ther.* **2019**, *23*, 324–328. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Grivas, T.B.; Vasiladis, E.S.; Polyzois, V.D.; Mouzakis, V. Trunk asymmetry and handedness in 8245 school children. *Pediatr. Rehabil.* **2006**, *9*, 259–266. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Fernandez, M.; Fernandez, R.; Zurita, F.; Jimenez, C.; Almagia, A.; Yuing, T.; Curilem, C. Relationship between Scoliosis, Sex and Handedness in a Sample of Schoolchildren. *Int. J. Morphol.* **2015**, *33*, 24–30.
- Cobb, J.R. The problem of the primary curve. *J. Bone Joint Surg. Am.* **1960**, *42*, 1413–1425. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Cohen, S. The Lateral Preference Inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and earedness: Norms for young adults. *Bull. Psychon. Soc.* **1993**, *31*, 1–3. [[CrossRef](#)]
- Ferrero, M.; West, G.; Vadillo, M.A. Is crossed laterality associated with academic achievement and intelligence? A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* **2017**, *12*, e0183618. [[CrossRef](#)]
- Tran, U.S.; Stieger, S.; Voracek, M. Evidence for general right-, mixed-, and left-sidedness in self-reported handedness, footedness, eyedness, and earedness, and a primacy of footedness in a large-sample latent variable analysis. *Neuropsychologia* **2014**, *62*, 220–232. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Greenwood, J.G.; Greenwood, J.J.; McCullagh, J.F.; Beggs, J.; Murphy, C.A. A survey of sidedness in Northern Irish schoolchildren: The interaction of sex, age, and task. *Laterality* **2007**, *12*, 1–18. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Suar, D.; Mandal, M.K.; Misra, I.; Suman, S. Lifespan trends of side bias in India. *Laterality* **2007**, *12*, 302–320. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Hill, E.L.; Bishop, D.V. A reaching test reveals weak hand preference in specific language impairment and developmental co-ordination disorder. *Laterality* **1998**, *3*, 295–310. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Gabbard, C.; Hart, S.; Kanipe, D. Hand preference consistency and fine motor performance in young children. *Cortex* **1993**, *29*, 749–753. [[CrossRef](#)]

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badanie nie wykazało statystycznie istotnej różnicy w częstości występowania JH w grupie IS w porównaniu z grupą kontrolną, wobec powyższego szczególna czujność w zakresie wykrywania IS u dzieci z JH wydaje się zbędna. Jednak pomimo braku istotności statystycznej wyników tego badania ocena nadruchości stawów powinna być stałym elementem badania dziecka, ponieważ wpływa na stabilność aparatu ruchu i metodykę prowadzenia terapii IS. Wpływ samej nadruchości na występowanie IS pozostaje zatem niejednoznaczny. Aby dogłębnie zbadać ten temat wskazane wydaje się być prowadzenie dalszych wielośrodkowych i być może międzynarodowych badań populacyjnych dotyczących częstości występowania JH u dzieci i młodzieży i ewentualnych zależności między JH a rozwojem IS, uwzględniających być może inne dodatkowe czynniki lub skale.

Związek pomiędzy potwierdzoną radiologicznie IS a lateralnością jest również niejednoznaczny. Badanie, ze względu na brak istotności statystycznej poczynionych obserwacji, nie dostarcza istotnych klinicznie wniosków, pokazuje jednak trendy, które wymagają dalszej obserwacji na większych wspomnianych wyżej grupach badawczych.

8. OPINIA KOMISJI BIOETYCZNEJ




Komisja Bioetyczna przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym

Tel.: 022/ 57 - 20 -303
Fax: 022/ 57 - 20 -165

ul. Żwirki i Wigury nr 61
02-091 Warszawa

e-mail: komisja.bioetyczna@wum.edu.pl
www.komisja-bioetyczna.wum.edu.pl

Warszawa, dnia 19 listopada 2018 r

AKBE/  / 2018

Lek. Barbara Dobies-Krześniak
Klinika Rehabilitacji
ul. Stępińska 1., 02-637 Warszawa

OŚWIADCZENIE

Niniejszym oświadczam, że Komisja Bioetyczna przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym w dniu 19 listopada 2018r. przyjęła do wiadomości informację na temat badania pt. „Nadruchomość stawów oraz lateralizacja czynnościowa predyktorami nieprawidłowej postawy.” Przedstawione badanie nie stanowi eksperymentu medycznego w rozumieniu art. 21 ust. 1 ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentystry (Dz.U. z 2018 r. poz. 617) i nie wymaga uzyskania opinii Komisji Bioetycznej przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym, o której mowa w art. 29 ust. 1 ww. ustawy.

Przewodnicząca Komisji Bioetycznej


Prof. dr hab. n. med. Magdalena Kuźma –Kozakiewicz

9. OŚWIADCZENIA WSPÓLAUTORÓW

Warszawa 1.09.2022

Dr hab n. med. Beata Tarnacka Prof. NIGRiR

OŚWIADCZENIE


Jako współautor pracy pt. Joint hypermobility in school-aged children and adolescents with idiopathic scoliosis – A chance for more accurate screening?

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: opracowanie metodologii, nadzór na projektem, edycja i ostateczna akceptacja manuskryptu.

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 8 %.

Wkład Barbary Dobies-Krześniak w powstawanie publikacji określam jako 90 %, obejmował on: Projekt badania, opracowanie metodologii, zarządzanie i przeprowadzenie badania, opracowanie danych, analizę, wizualizację, interpretację wyników, tworzenie i ostateczną akceptację manuskryptu.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek Barbary Dobies-Krześniak


.....
(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników

Warszawa 1.09.2022

Dr hab n. med. Beata Tarnacka Prof. NIGRiR

OŚWIADCZENIE


Jako współautor pracy pt. Lateralization Direction, Strength, and Consistency in Juvenile and Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Case Control Pilot Study

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: opracowanie metodologii, nadzór na projektem, edycja i ostateczna akceptacja manuskryptu.

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 7 %.

Wkład Barbary Dobies-Krześniak w powstawanie publikacji określam jako 90 %, obejmował on: Projekt badania, opracowanie metodologii, zarządzanie i przeprowadzenie badania, opracowanie danych, analizę, wizualizację, interpretację wyników, tworzenie i ostateczną akceptację manuskryptu.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek Barbary Dobies-Krześniak


.....
(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników

Warszawa 1.09.2022

Lek. Agnieszka Werblińska

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. Joint hypermobility in school-aged children and adolescents with idiopathic scoliosis – A chance for more accurate screening?

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: Opracowanie danych, pomoc w badaniu grupy kontrolnej oraz akceptacja ostatecznej wersji manuskryptu.

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 2 %.

Wkład Barbary Dobies-Krześniak w powstawanie publikacji określam jako 90 %, obejmował on: Projekt badania, opracowanie metodologii, zarządzanie i przeprowadzenie badania, opracowanie danych, analizę, wizualizację, interpretację wyników, tworzenie i ostateczną akceptację manuskryptu.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek Barbary Dobies-Krześniak



.....
(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników

Warszawa 1.09.2022

Lek. Agnieszka Werblińska

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. Lateralization Direction, Strength, and Consistency in Juvenile and Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Case Control Pilot Study

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

Opracowanie danych, pomoc w badaniu grupy kontrolnej oraz akceptacja ostatecznej wersji manuskryptu.

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 3 %.

Wkład Barbary Dobies-Krześniak w powstawanie publikacji określam jako 90 %,

obejmował on: Projekt badania, metodologia, zarządzanie i przeprowadzenie badania, opracowanie danych, analiza, wizualizacja, interpretacja wyników, tworzenie i ostateczna akceptacja manuskryptu.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek Barbary Dobies-Krześniak



.....
(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników

10. PIŚMIENNICTWO

1. Goldberg C, Moore D, Fogarty E, Dowling F. Scoliosis: A review. *Pediatr Surg Int.* 2008;24:129-44.
2. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018;13.
3. Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop.* 2013;7(1):3-9.
4. Fadzan M, Bettany- Saltikov J. Etiological Theories of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Past and Present. *Open J. Orthop.* 2017;11:1466-89.
5. Juul-Kristensen B, Schmedling K, Rombaut L, Lund H, Engelbert RH. Measurement properties of clinical assessment methods for classifying generalized joint hypermobility-A systematic review. *Am. J. Med. Genet. C: Semin. Med. Genet.* 2017;175(1):116-47.
6. Baeza-Velasco C, Gely-Nargeot MC, Pailhez G, Vilarrasa AB. Joint hypermobility and sport: a review of advantages and disadvantages. *Curr Sports Med Rep.* 2013;12(5):291-5.
7. Kirk JA, Ansell BM, Bywaters EG. The hypermobility syndrome. Musculoskeletal complaints associated with generalized joint hypermobility. *Ann Rheum Dis.* 1967;26(5):419-25.
8. Remvig L, Jensen DV, Ward RC. Epidemiology of general joint hypermobility and basis for the proposed criteria for benign joint hypermobility syndrome: review of the literature. *J Rheumatol.* 2007;34(4):804-9.
9. Bozkurt S, Kayalar G, Tezel N, Guler T, Kesikburun B, Denizli M, et al. Hypermobility Frequency in School Children: Relationship With Idiopathic Scoliosis, Age, Sex, and Musculoskeletal Problems. *Arch. Rheumatol.* 2019;34(3):268-73.
10. Czaprowski D, Kotwicki T, Stolinski L. Assessment of joint laxity in children and adolescents - A review of methods. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2012;14:407-20.
11. Beighton P, Solomon L, Soskolne CL. Articular mobility in an African population. *Ann Rheum Dis.* 1973;32(5):413-8.
12. Smits-Engelsman B, Klerks M, Kirby A. Beighton score: a valid measure for generalized hypermobility in children. *J Pediatr.* 2011;158(1):119-23, 23.e1-4.
13. Osiński W. Antropomotoryka. Wydanie II rozszerzone: AWF Poznań; 2003.p. 286-95.
14. Utesch T, Mentzel SV, Strauss B, Büsch D. Chapter 4 - Measurement of Laterality and Its Relevance for Sports. In: Loffing F, Hagemann N, Strauss B, MacMahon C, editors. *Laterality in Sports.* San Diego: Academic Press; 2016. p. 65-86.
15. Rodrigues P. Human handedness: Typical and atypical development. In: Dutta T, M.K. Mandal M.K, Kumar S, editors. *Bias in human behaviour* Nova Science Publishers; 2013. p. 111-37.
16. Coren S. The Lateral Preference Inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and earedness: Norms for young adults. *Bull. Psychon. Soc.* 1993;31:1-3.
17. Tran US, Stieger S, Voracek M. Evidence for general right-, mixed-, and left-sidedness in self-reported handedness, footedness, eyedness, and earedness, and a primacy of footedness in a large-sample latent variable analysis. *Neuropsychologia.* 2014;62:220-32.
18. Goldberg CJ, Dowling FE. Idiopathic scoliosis and asymmetry of form and function. *Spine (Phila Pa 1976).* 1991;16(1):84-7.
19. Goldberg C, Dowling FE. Handedness and scoliosis convexity: a reappraisal. *Spine (Phila Pa 1976).* 1990;15(2):61-4.
20. Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE. Handedness and spinal deformity. *Stud. Health Technol. Inform.* 2006;123:442-8.
21. Milenkovic S, Kocijancic R, Belojevic G. Left handedness and spine deformities in early adolescence. *Eur J Epidemiol.* 2004;19(10):969-72.
22. Fernandez M, Fernandez R, Zurita F, Jimenez C, Almagia A, Yuing T, et al. Relationship between Scoliosis, Sex and Handedness in a Sample of Schoolchildren. *J. Morphol.* 2015;33(1):24-30.

23. Grivas TB, Vasiliadis ES, Polyzois VD, Mouzakis V. Trunk asymmetry and handedness in 8245 school children. *Pediatr. Rehabil.* 2006;9(3):259-66.
24. Arienti C, Buraschi R, Donzelli S, Zaina F, Pollet J, Negrini S. Trunk asymmetry is associated with dominance preference: results from a cross-sectional study of 1029 children. *Braz. J. Phys. Ther.* 2019;23(4):324-8.

11. MATERIAŁY DODATKOWE

11.1 Skala Beightona (10)

Skala Beightona:		
	P	L
Bierne zgięcie grzbietowe V palca dłoni do kąta >90st	1	1
Bierne przywiedzenie kciuka do wewnętrznej strony przedramienia	1	1
Przeprost w stawie łokciowym >10st	1	1
Przeprost w stawie kolanowym >10st	1	1
Położenie całej powierzchni dłoni na podłożu przy wyprostowanych kolanach	1	
	SUMA (0-9)	

11.2 Inwentarz Lateralizacji Czynnościowej – tłumaczenie własne

Lateral Preference Inventory – LPI (17)

Przeczytaj poniższe opisy. Zdecyduj którą rękę, stopę, oko czy ucho wybrałbyś do wykonania danej czynności. Zaznacz odpowiedź, która opisuje Ciebie najlepiej. Jeśli nie jesteś pewna(ny) odpowiedzi spróbuj wyobrazić sobie jak wykonujesz daną czynność lub zasymuluj jej wykonanie.

Którą ręką rysujesz	Prawa	Obie	Lewa
Która z rąk użył(a) byś przy rzucaniu piłką do celu	Prawa	Obie	Lewa
Która ręka trzymasz gumkę przy ścieraniu zapisków	Prawa	Obie	Lewa
Którą ręką rozdajesz karty po tasowaniu	Prawa	Obie	Lewa
Którą stopą kopnąłbyś piłkę, aby trafić w cel	Prawa	Obie	Lewa
Palców której stopy użyjesz do podniesienia drobnego przedmiotu z ziemi	Prawa	Obie	Lewa
Którą stopą rozdeptałbyś robaka na ziemi	Prawa	Obie	Lewa
Wchodząc na krzesło, którą stopę postawiłbyś na nim najpierw	Prawa	Obie	Lewa
Którego oka użyjesz do patrzenia przez teleskop	Prawe	Oba	Lewe
Którego oka użyjesz by zajrzeć do wnętrza nieprzejrzystej butelki	Prawe	Oba	Lewe
Którym okiem będziesz podglądać przez dziurkę od klucza	Prawe	Oba	Lewe
Którym okiem celujesz przy strzelaniu	Prawe	Oba	Lewe
Które ucho przyłożysz do drzwi, aby podsłuchiwać	Prawe	Oba	Lewe
Do którego ucha przyłożysz telefon komórkowy	Prawe	Obu	Lewe
Które ucho przyłożysz do klatki piersiowej, aby posłuchać bicia serca	Prawe	Oba	Lewe
Które ucho przyłożysz do pudełka, aby wysłuchać, czy zegarek w jego wnętrzu tyka	Prawe	Oba	Lewe

11.3 Formularz świadomej zgody na udział w badaniu i przetwarzanie danych osobowych

Mazowieckie Centrum Rehabilitacji STOCER Sp. z o.o.
Klinika Rehabilitacji I Wydziału Lekarskiego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.

FORMULARZ ŚWIADOMEJ ZGODY

Ja niżej podpisany(a)..... oświadczam, że
wyrażam zgodę na udział w projekcie badawczym „Nadruchomość stawów oraz lateralizacja
predyktorem nieprawidłowej postawy” mojego dziecka

Oświadczam, że:

1. Zapoznałem/am się i zrozumiałem „Informację dla Pacjenta”
2. Otrzymałem/am wyczerpujące, satysfakcjonujące mnie odpowiedzi na zadane pytania.
3. Jestem świadomy/a faktu, iż w każdej chwili mogę wycofać zgodę na udział w badaniu klinicznym bez podania przyczyny. Przez podpisanie zgody na udział w badaniu nie zrzekam się żadnych należnych mi praw. Otrzymam kopię niniejszego formularza opatrzoną podpisem i datą.
4. Zostałem/am poinformowany/a, że administratorem danych będzie placówka, w której prowadzone jest badanie, mam prawo wglądu do moich danych i ich poprawiania, dane są podawane dobrowolnie. Przez podpisanie tego dokumentu potwierdzam również, że zostałem/am poinformowany/na o sposobie przetwarzania danych z badania i że dane te będą uzupełniane o informacje z dokumentacji medycznej ośrodka oraz że dane te są zbierane jedynie w celu naukowej analizy.
5. Wrażam zgodę na przetwarzanie danych w tym badaniu zgodnie z obowiązującym w Polsce prawem jedynie do celów tego badania.
6. Dane analizowane będą jedynie w postaci anonimowej.

Pacjent:

.....
Imię i nazwisko (drukowanymi literami) data złożenia podpisu

.....
Podpis Przedstawiciela Ustawowego Podpis Pacjenta

Osoba uzyskująca zgodę na badanie:

.....
Imię i nazwisko (drukowanymi literami) Podpis data złożenia podpisu

wersja 1 23.09.2018

12. PODZIĘKOWANIA

Składam najszczerze podziękowania mojej Pani Promotor - Profesor Beacie Tarnackiej za wszelkie techniczne i merytoryczne wskazówki, ale przede wszystkim za niezłomną wiarę i motywowanie mnie do podejmowania wysiłku i osiągnięcia kolejnych etapów tej podróży.

Serdecznie dziękuję Agnieszce Werblińskiej za wsparcie oraz czas i wysiłek włożony we wspólne badanie.

Wiarą, pomocą w pisaniu pracy, uwagami merytorycznym i nieocenionymi radami wsparli mnie również dr n. med. Justyna Frasuńska i dr n. med. Piotr Tederko za co bardzo dziękuję, a także Dawidowi Chadajowi, Agnieszce Kotowskiej, Pawłowi Turczynowi, Justynie Wiśniowskiej i Adamowi Zalewskiemu za każdą okazaną pomoc i konstruktywną krytykę.

Składam podziękowania zespołom Kliniki Rehabilitacji Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego oraz Ośrodka Ortopedyczno-Rehabilitacyjnego dla Dzieci i Młodzieży za wszelką pomoc, otwartość i życzliwość.

Szczególne podziękowania pragnę złożyć mojemu mężowi Maćkowi oraz dzieciom Lidii i Wiktorowi za wsparcie i wyrozumiałość.

Wreszcie chciałabym podziękować moim rodzicom, mojej babci a także Prof. dr hab. n. med. Dorocie Olczak-Kowalczyk za wiarę we mnie i wsparcie ciepłym słowem.